



FERROVIE EMILIA ROMAGNA

Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore: adeguamento della progettazione definitiva e coordinamento per sicurezza in fase di progettazione per la realizzazione del completamento dell'interramento della tratta urbana di Bologna della Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore e Redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al raddoppio del binario tra la fermata di Bologna-Via Larga e la stazione di Budrio (CIG 754332765C).

PROGETTO DEFINITIVO



ELABORATI DI CARATTERE GENERALE

RELAZIONE GENERALE

CARTELLA N° 1.1

FER BP D T0 GEN GEN R 002 0

GEODATA
ENGINEERING

NET ENGINEERING

SITECO
ENGINEERING
COMPANY

DATA	CODICE RELAZIONE		REV.
31/10/2019	FER BP D T0	GEN GEN R 002	0

AGGIORNAMENTI						
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	Emissione finale	31-10-19	Ing. A. Burchi	Arch. E. Trussoni	Ing. Q.T. Thai Huynh	Ing. V. Floria

<p><u>Responsabile del progetto e dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche:</u></p> <p>Ing. Vincenza Floria Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino, n. 8042 (Firmato digitalmente)</p>	<p><u>Il Responsabile Unico del Procedimento:</u></p> <p>Ing. Fabrizio Maccari (Firmato digitalmente)</p>
--	--

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
1.1	Premessa.....	5
1.2	Obiettivi dell'interramento	5
1.3	Caratteristiche generali del progetto.....	5
1.3.1	Tratta T1	6
1.3.2	Tratta T2	7
1.4	Criteri generali adottati nella redazione del progetto	8
1.4.1	Criteri Ambientali Minimi	9
1.5	Ottemperanza alle osservazioni della Conferenza dei Servizi CIPE e del Validatore.....	13
1.6	Principali varianti apportate al Progetto DEFINITIVO di riferimento.....	13
1.6.1	Varianti Tratta T1	14
1.6.2	Varianti Tratta T2	19
1.7	Quadro di riferimento normativo	24
1.8	Caratteristiche del materiale rotabile	35
2	INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO	36
2.1	Rilievi topografici	36
2.1.1	Generalità	36
2.1.2	Caratteristiche tecnologiche della strumentazione del veicolo ad alto rendimento.....	36
2.2	Inquadramento geomorfologico, geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico.....	36
2.2.1	Unità geotecniche.....	37
2.2.2	Inquadramento idrogeologico	38
2.2.3	Parametri di input sismico	38
2.3	Archeologia.....	39
2.3.1	Inquadramento archeologico	39
2.3.2	Indagine archeologica	41
2.4	Espropri e asservimenti.....	43
2.5	Indagine sui fabbricati sensibili.....	44
2.5.1	Determinazione degli Indici di Vulnerabilità.....	45
2.6	Servizi e impianti interferenti	46
3	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO	47
3.1	TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO	48

3.1.1	Tratta T1 (Zanolini – Rimesse).....	48
3.1.2	Tratta T2 (S. Rita – Via Larga).....	49
3.2	SEZIONE TRASVERSALE.....	50
4	ARMAMENTO FERROVIARIO.....	51
5	PROGETTO FUNZIONALE-ARCHITETTONICO.....	52
5.1	Galleria di linea.....	52
5.1.1	Tratta in Galleria Artificiale – Zona Zanolini con paratie esistenti.....	52
5.1.2	Tratta in Galleria Naturale.....	53
5.1.3	Tratta in Galleria Artificiale.....	54
5.1.4	Uscite di emergenza.....	54
5.1.5	Tratta in Trincea.....	56
5.1.6	Sottoattraversamento Autostrada A14.....	57
5.2	Fermate di linea.....	58
5.3	Superamento barriere architettoniche.....	60
5.4	Principi architettonici.....	60
6	PROGETTO STRUTTURALE.....	62
6.1	Galleria di linea.....	62
6.1.1	Tratta in Galleria Artificiale – Zona Zanolini con paratie esistenti.....	62
6.1.2	Tratta in Galleria Artificiale.....	64
6.1.3	Tratta in Galleria Naturale.....	66
6.1.4	Tratta in Trincea.....	68
6.1.5	Sottoattraversamento Autostrada A14.....	70
6.2	Fermate di linea.....	71
6.2.1	Sezioni rappresentative della Stazione Libia.....	71
6.2.2	Sezioni rappresentative della Stazione Rimesse.....	75
6.2.3	Sezioni rappresentative della Stazione via Larga.....	77
6.3	Descrizione delle fasi esecutive.....	79
6.3.1	Tratta T1.....	79
6.3.2	Tratta T2.....	80
6.4	Piano di monitoraggio geotecnico e strutturale.....	82
6.5	Definizione del sistema di Monitoraggio.....	84
6.5.1	Requisiti del sistema di monitoraggio.....	85
6.5.2	Definizione dei parametri di controllo.....	86

6.5.3	Elementi strutturali oggetto di Monitoraggio	86
6.6	Viabilità stradali e sistemazioni superficiali	87
6.6.1	Viabilità ripristinate	87
6.6.2	Viabilità modificate.....	88
6.6.3	Sistemazioni superficiali	90
6.6.4	Sistema di raccolta e smaltimento acque meteoriche superficiali.....	94
7	RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE	96
8	IMPIANTI.....	97
8.1	Impianti di sistema	97
8.1.1	Generalità	97
8.1.2	Impianti di trazione elettrica – linea di contatto	97
8.1.3	Impianti di segnalamento e telegestione	97
8.1.4	Impianti di telecomunicazione	98
8.2	Impianti non connessi al sistema	98
8.2.1	Impianti di alimentazione elettrica	98
8.2.2	Impianti elettrici.....	98
8.2.3	Impianti meccanici	99
8.2.4	Impianti speciali	102
8.2.5	Teleoperazioni	103
8.2.6	Sollevamento di fermata.....	104
8.2.7	Impianti drenaggio acque meteoriche	104
8.3	Impianti a supporto delle sistemazioni superficiali.....	106
8.3.1	Impianti di illuminazione pubblica	106
8.3.2	Opere Di Regimazione Idraulica.....	106
9	CANTIERIZZAZIONE, VIABILITÀ, CAVE E DISCARICHE ED ESPROPRI	108
9.1	Cantierizzazione e viabilità	108
9.1.1	Cantierizzazione	108
9.1.2	Viabilità di cantiere	117
9.1.3	Viabilità pubbliche provvisorie	120
9.2	SITI DI DISCARICA	121
10	OPERE E MISURE MITIGATIVE E COMPENSATIVE DELL'IMPATTO AMBIENTALE.....	122
10.1	Rumore	122
10.1.1	Fase di esercizio.....	122

10.1.2	Mitigazione degli impatti	123
10.1.3	Fase di cantiere	123
10.2	Atmosfera	124
10.2.1	Caratterizzazione della fase di cantiere	124
10.2.2	Mitigazione degli impatti	124
10.2.3	Caratterizzazione della fase di esercizio	124
10.3	Suolo, sottosuolo e acque sotterranee	124
10.3.1	Caratterizzazione delle fasi di cantiere e di esercizio	124
10.3.2	Gestione dei materiali di scavo.....	125
10.4	Vibrazioni.....	126
10.4.1	Fase di cantiere e di esercizio	126
10.4.2	Piano di Monitoraggio.....	126
10.5	Acque superficiali e sotterranee	127
10.5.1	Caratterizzazione della fase di cantiere	127
10.5.2	Mitigazione degli impatti	127
10.5.3	Caratterizzazione della fase di esercizio	128
10.6	Vegetazione ed Ecosistemi	128
10.6.1	Inquadramento paesaggistico e della vegetazione	128
10.6.2	Descrizione degli impatti derivanti dalle azioni di cantiere su flora e vegetazione.....	129
10.6.3	Descrizione degli impatti derivanti dalle azioni di cantiere sugli ecosistemi	129
10.6.4	Interventi di mitigazione in fase di cantiere	129
10.6.5	Interventi di compensazione.....	130
10.6.6	Ripristino aree di cantiere.....	131
10.7	Campi elettromagnetici.....	131
10.7.1	Caratterizzazione della fase di cantiere e di esercizio	131
10.8	Monitoraggio ambientale	131
11	CRONOPROGRAMMA.....	134
12	QUADRO ECONOMICO	136

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Su iniziativa del Comune di Bologna e della Regione Emilia-Romagna viene deciso di dar seguito al piano interrimento della Linea SFM2 Bologna Centrale-Portomaggiore, cominciato negli anni '90.

LINEA SFM2



Figura 1: Schematico linea SFM2 Bologna Centrale-Portomaggiore.

A partire dall'imbocco della galleria Zanolini, l'intervento si estenderà fino a Bologna Via Larga, secondo due distinte tratte illustrate successivamente.

L'iter progettuale di questo intervento è cominciato nel 2008 per terminare con l'approvazione in Conferenza dei Servizi, come riportato dalla Delibera di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 444/2015 del 23 aprile 2015.

Nel Gennaio del 2019 è stata assegnata all'RTI Geodata, Net e Siteco la revisione del Progetto Definitivo a seguito delle numerose prescrizioni pervenute durante l'iter approvativo.

La presente Relazione Descrittiva si propone di fornire sintetiche indicazioni sulle principali problematiche tecniche affrontate nella revisione del Progetto Definitivo, rimandando agli elaborati grafici ed alle relazioni specialistiche le informazioni necessarie alla corretta definizione delle opere da realizzare.

1.2 OBIETTIVI DELL'INTERRAMENTO

L'obiettivo prioritario dell'intervento è di eliminare i 5 passaggi a livello urbani, presenti nelle due tratte da interrare, in corrispondenza delle vie: Paolo Fabbri, Libia, Rimesse, Cellini e Larga.

Tale intervento, oltre ad un miglioramento trasportistico della linea ferroviaria, si traduce in benefici per il traffico veicolare, in termini di fluidità e sicurezza, nonché in un incremento della salubrità delle zone interessate.

1.3 CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO

Le opere previste nel Progetto Definitivo sono circoscrivibili a due tratte funzionali, geograficamente distinte:

- Tratta T1: tra la galleria esistente Zanolini (Pk 2+029,65) e la Fermata Rimesse (Pk 3+354,59)
- Tratta T2: tra via Cellini (Pk 4+000,00) e via Larga (Pk 5+100,00)

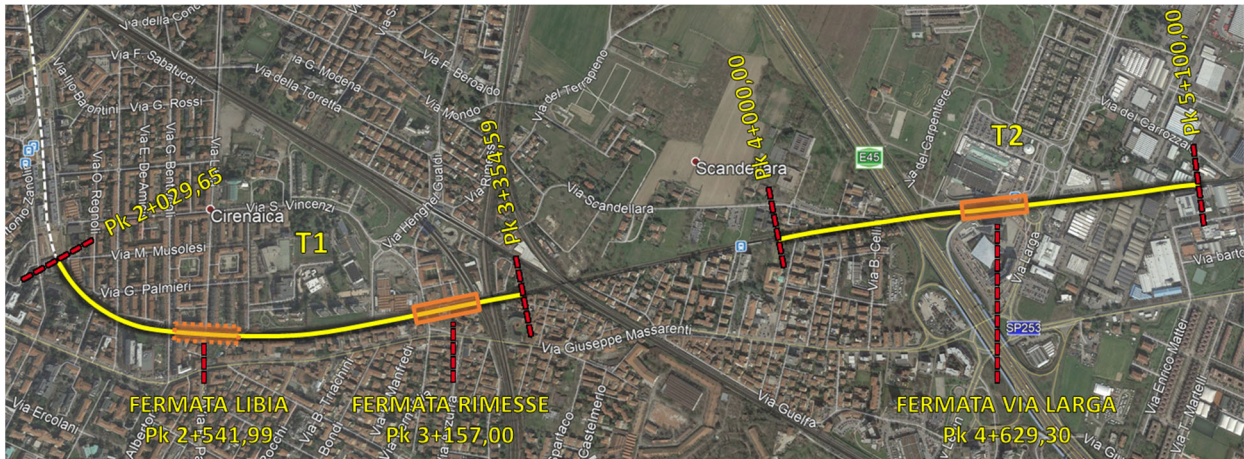


Figura 2: Corografia dell'intervento con la localizzazione delle due tratte funzionali T1 e T2.

In linea generale le caratteristiche funzionali e gli standard di riferimento adottati sono congruenti ed in analogia con le caratteristiche già adottate per il resto della tratta interrata, e più in generale, sull'intera linea, salvo gli adeguamenti alle specifiche caratteristiche proprie del presente intervento.

1.3.1 Tratta T1

La tratta si attesta all'imbocco dell'attuale galleria artificiale Zanolini (Pk. 2+029,65) per terminare dopo la Fermata Rimesse (Pk. 3+354,59).

Tabella 1: Tratta T1 - Principali opere d'arte

OPERE D'ARTE	PROGRESSIVE		Lunghezze parziali (m)	Lunghezza totale (m)
	Inizio	Fine		
Tratta di raccordo della livelletta ferroviaria	2+029,65	2+084,00	54,35	1.324,94
Galleria artificiale con presa d'aria	2+084,00	2+107,30	23,30	
Galleria artificiale	2+107,30	2+432,49	325,19	
Galleria naturale	2+432,49	2+462,00	29,51	
Fermata via Libia (predisposizione) - in galleria artificiale	2+462,00	2+622,00	160,00	
Galleria artificiale	2+622,00	2+799,00	177,00	
Trincea	2+799,00	3+077,00	278,00	
Fermata via delle Rimesse - in trincea	3+077,00	3+237,00	160,00	
Trincea	3+237,00	3+354,59	117,59	

La prima porzione di intervento è costituita da una galleria in artificiale a binario unico che attestandosi sulla galleria esistente, in corrispondenza di via Paolo Fabbri si interrompe prima di

sottopassare il Ponte Bentivogli: ponte storico che viene sotto-attraversato dalla linea ferroviaria in Galleria naturale.

Terminati i circa 30m di galleria naturale, la galleria viene nuovamente realizzata in artificiale fino in prossimità di via Scipione Dal Ferro. In questa tratta sorge la Fermata Libia, prevista in prima fase solo come zona di attrezzaggio tecnico a supporto della linea.

L'interramento prosegue successivamente in trincea fino a via Rimesse (in corrispondenza dei cavalcaferrovia della linea Bologna Firenze), zona in cui sorge la Fermata e viene realizzato il nuovo cavalcaferrovia stradale.



Figura 3: Tratta T1 - Localizzazione delle principali opere di progetto.

1.3.2 Tratta T2

L'interramento comincia a ridosso della fine del marciapiede di Fermata S. Rita (Pk. 4+000,00) per terminare dopo il sottoattraversamento di via Larga (Pk. 5+100,00).

Tabella 2: Principali opere d'arte

OPERE D'ARTE	PROGRESSIVE		Lunghezze parziali (m)	Lunghezza totale (m)
	Inizio	Fine		
Tratta di raccordo della livelletta ferroviaria	4+000,00	4+080,00	80,00	1100,00
Trincea	4+080,00	4+337,35	257,35	
Trincea con berlinese	4+337,35	4+438,23	100,88	
Trincea	4+438,23	4+549,62	111,39	
Fermata via Larga - in trincea	4+549,62	4+709,62	160,00	
Trincea	4+709,62	5+100,00	390,38	

La trincea comincia a pochi metri dalla fermata S. Rita, distanza utile per permettere il sottoattraversamento di via Cellini e permetterne la riapertura al traffico veicolare.

Sottopassato questo nodo ed il successivo sottoattraversamento dell'autostrada A14, la trincea continua fino alla fermata via Larga, oltrepassando l'omonima via per poi riprendere il tratto in rampa per riconnettersi alla livelletta ferroviaria esistente in prossimità di via Barelli.

LEGENDA – OPERE FERROVIARIE IN PROGETTO	LEGENDA – NUOVE VIABILITA'
 Tratto ferrovia esistente	 Nuovo parcheggio in prossimità della fermata di Via Larga
 Tratto ferrovia in trincea	 Ripristino viabilità superficiale di via Cellini
 Fermata Via Larga	 Nuovo sovrappasso ciclabile/pedonale
	 Nuovo sovrappasso di via Larga

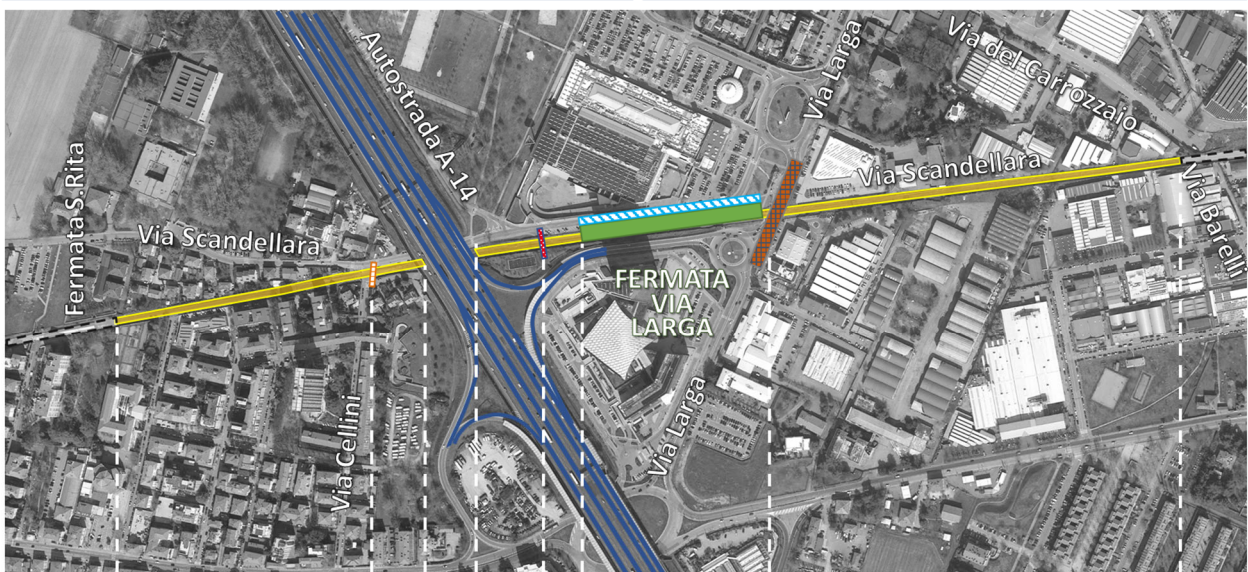


Figura 4: T2 - Localizzazione principali opere di progetto.

1.4 CRITERI GENERALI ADOTTATI NELLA REDAZIONE DEL PROGETTO

I criteri generali ai quali si è fatto riferimento nella stesura del presente Progetto Definitivo possono essere di seguito riassunti:

1. Rispetto delle prescrizioni emesse in Conferenza dei Servizi come riportato dalla Delibera di Giunta Regionale Emilia-Romagna n. 444/2015 del 23 aprile 2015, come risulta dal verbale conclusivo della Conferenza stessa del 22 aprile 2015.
2. Rispetto del Rapporto Qualità Progetto n. 01_00 del 19/09/2017 emesso da Ente terzo preposto alla validazione
3. Gestire e minimizzare le numerose interferenze presenti lungo le tratte e che non avevano trovato risposta nella precedente stesura del Progetto Definitivo. In particolare, la risoluzione delle criticità emerse con i collettori fognari di via Fabbri.
4. Scelte mirate alla riduzione degli impatti cantieristici e viabilistici.

5. Compatibilità tecnica ed esecutiva di tutte le opere, come ad esempio il sottoattraversamento del ponte Bentivogli
6. Permettere il recepimento dell'osservazione della Città di Bologna, successiva alla Conferenza dei Servizi, sulla ricucitura urbana in corrispondenza di via Cellini.
7. Contenuti prestazionali. In riferimento alle modalità di esecuzione dell'opera indicate dall'Amministrazione (Appalto Integrato), le scelte esecutive saranno demandate all'Appaltatore. Pertanto, i contenuti del Progetto Definitivo sono specificatamente indirizzati agli aspetti prestazionali più che a quelli di carattere esecutivo, con indicazione di tecnologie realizzative ed impiantistiche standardizzate, sicure ed affidabili tali da poter aprire la competizione al più alto numero di concorrenti qualificati.
8. Applicazione, ove possibile, dei Criteri Ambientali Minimi (DM 11.10.2017)

1.4.1 Criteri Ambientali Minimi

Il nuovo Codice appalti (D.lgs 50/2016) rende obbligatorio il GPP Green Public Procurement per le opere pubbliche. Per GPP o Acquisti Verdi si intende “[...] l’approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull’ambiente lungo l’intero ciclo di vita”.

Nell’ambito del Piano d’azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione, sono stati identificati i **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**, come requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono applicabili a diversi settori merceologici, e tra questi, all’Affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (approvato con DM 11 ottobre 2017, in G.U. Serie Generale n. 259 del 6 novembre 2017), di seguito CAM Edilizia.

Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l’applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all’esigenza della Pubblica amministrazione di razionalizzare i propri consumi, riducendone ove possibile la spesa.

In Italia, l’efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all’art. 18 della L. 221/2015 (...) *fatto obbligo, per le pubbliche amministrazioni, ivi incluse le centrali di committenza, di contribuire al conseguimento dei relativi obiettivi ambientali, coerenti con gli obiettivi di riduzione dei gas che alterano il clima e relativi all’uso efficiente delle risorse indicati nella comunicazione della Commissione europea (...), attraverso l’inserimento, nella documentazione di gara pertinente, almeno delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali contenute nei decreti.*

Tra la serie di misure da seguire negli appalti pubblici per la fornitura di beni e servizi, al fine di garantire il rispetto delle esigenze di sostenibilità ambientale, gli unici parzialmente applicabili sono quelli dell’Edilizia “*Criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e*

lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici” e dell'Illuminazione Pubblica “Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”.

I **CAM Illuminazione Pubblica** contengono le indicazioni per le Amministrazioni nell'ambito delle procedure d'acquisto di sorgenti ed apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.

Non rientrano nell'oggetto di questo CAM i pali, strutture di sostegno ed ogni altro tipo di supporto degli apparecchi di illuminazione e l'illuminazione di gallerie.

L'intervento ricade nell'ambito delle gallerie e delle opere in trincea, pertanto esente, nonostante la progettazione abbia adottato scelte volte al risparmio energetico.

Sono presenti interventi di riqualificazione urbana, volta al ripristino delle aree interessate dal progetto, ma direttamente dipendenti dalle scelte e strategie Comunali.

I **CAM Edilizia** contengono alcune indicazioni rivolte principalmente alle stazioni appaltanti nell'espletamento della gara d'appalto e dell'esecuzione del contratto, e assicurano prestazioni ambientali al di sopra della media del settore per gli edifici oggetto di gara.

In particolare, l'obiettivo principale è quello di contenere il consumo di suolo, l'impermeabilizzazione del suolo, la perdita di habitat, la distruzione di paesaggio agrario, la perdita di suoli agricoli produttivi, tutelando al contempo la salute ed effettuando una valutazione costi-benefici in ottica di ciclo di vita al fine di valutare la convenienza ambientale tra il recupero e la demolizione di edifici esistenti o parti di essi.

Il progetto di nuovi edifici o la riqualificazione di edifici esistenti, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. piani di assetto di parchi e riserve, piani paesistici, piani territoriali provinciali, regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), prevede un sistema di approvvigionamento energetico (elettrico e termico), in grado di coprire in parte o in toto il fabbisogno, attraverso opere di efficientamento energetico.

Deve essere tenuto presente che tali criteri non sostituiscono per intero quelli normalmente presenti nel Capitolato Tecnico, ma vanno ad aggiungersi: specificano i requisiti (prescrittivi e prestazionali) aggiuntivi di natura ambientale che l'opera deve avere.

Si ritiene doveroso specificare che i CAM Edilizia sarebbero parzialmente adottabili, non in relazione all'oggetto principale del progetto, ma prevalentemente alle attrezzature accessorie.

Va precisato che:

- l'intervento avviene in un contesto fortemente antropizzato, e non sono coinvolte aree di particolare rilevanza dal punto di vista naturale all'interno dell'ambito di intervento;
- non sono previsti spazi edificati all'interno del progetto corrente in cui è prolungata la presenza di persone, per la natura stessa del progetto;
- si interviene su di un sedime ferroviario già esistente, limitandosi ad interrarlo per garantire maggiore permeabilità urbana. Pertanto, non si ritengono applicabili i CAM relativi al

benessere ambientale delle persone all'interno degli spazi in tema di illuminazione naturale, acustica, inquinamento elettromagnetico;

- la destinazione d'uso del progetto non prevede occupazione permanente di persone, e pertanto sono esclusi dal progetto tutti gli spazi di servizio normalmente associati ad un intervento edilizio.

Tali motivazioni forniscono ulteriore argomentazione sulla non possibilità di applicare tutti i criteri minimi dei CAM Edilizia all'opera infrastrutturale.

Altresì, l'applicabilità dei criteri potrà essere oggetto di confronto e condivisione con la Stazione Appaltante, per valutarne l'effettiva applicazione nei riguardi della complessiva sostenibilità e fattibilità dell'opera.

1.4.1.1 I criteri ambientali minimi riferibili al progetto

Nella seguente tabella si illustrano i Criteri Ambientali Minimi che il Progetto Definitivo recepisce e che vengono disciplinati dal Capitolato Tecnico. A maggior completezza vengono altresì evidenziati i criteri per i quali viene richiesto di fornire particolare evidenza nella fase di Progettazione Esecutiva e di Esecuzione dei Lavori.

Tabella 5: Criteri ambientali minimi riferibili al progetto

LEGENDA

NA	Non Applicabile
O	Ottemperato
O*	Ottemperato e per il quale è richiesto di fornire particolare evidenza nella fase di Progetto Esecutivo e di Esecuzione Lavori
SVO	Sistema Valutazione Offerta (elemento premiante)

VERIFICA PRELIMINARE DI OTTEMPERANZA AI CRITERI AMBIENTALI MINIMI AMBIENTALI (Rif. D.M. 11/10/2017)			OTTEMPERANZA
2.1	SELEZIONE DEI CANDIDATI		
	2.1.1	Sistemi di gestione ambientale	O
	2.1.2	Diritti umani e condizioni di lavoro	O
2.2	SPECIFICHE TECNICHE PER GRUPPI DI EDIFICI		
	2.2.1	Inserimento naturalistico e paesaggistico	O
	2.2.2	Sistemazione aree a verde	O
	2.2.3	Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità	NA
	2.2.4	Conservazione dei caratteri morfologici	O
	2.2.5	Approvvigionamento energetico	NA
	2.2.6	Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento	O
	2.2.7	Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e	NA

2.2.7	Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e	NA
2.2.8	Infrastrutturazione primaria	
2.2.8.1	Viabilità	NA
2.2.8.2	Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche	NA
2.2.8.3	Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico	SVO
2.2.8.4	Aree di raccolta e stoccaggio materiali e rifiuti	O*
2.2.8.5	Impianto di illuminazione pubblica	O
2.2.8.6	Sottoservizi/canalizzazioni per infrastrutture tecnologiche	O
2.2.9	Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile	O
2.2.10	Rapporto sullo stato dell'ambiente	NA
2.3	SPECIFICHE TECNICHE DELL'EDIFICIO ⁽¹⁾	
2.3.1	Diagnosi energetica	NA
2.3.2	Prestazione energetica	NA
2.3.3	Approvvigionamento energetico	NA
2.3.4	Risparmio idrico	NA
2.3.5	Qualità ambientale interna	
2.3.5.1	Illuminazione naturale	NA
2.3.5.2	Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata	NA
2.3.5.3	Dispositivi di protezione solare	NA
2.3.5.4	Inquinamento elettromagnetico indoor	NA
2.3.5.5	Emissioni dei materiali	NA
2.3.5.6	Comfort acustico	NA
2.3.5.7	Comfort termoigrometrico	NA
2.3.5.8	Radon	NA
2.3.6	Piano di manutenzione dell'opera	NA
2.3.7	Fine vita	NA
2.4	SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI	
2.4.1	Criteri comuni a tutti i componenti edilizi	
2.4.1.1	Disassemblabilità	NA
2.4.1.2	Materia recuperata o riciclata	O*
2.4.1.3	Sostanze dannose per l'ozono	O
2.4.1.4	Sostanze ad alto potenziale di riscaldamento globale	O
2.4.1.5	Sostanze pericolose	O*
2.4.2	Criteri specifici per i componenti edilizi	
2.4.2.1	Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati	O*
2.4.2.2	Elementi prefabbricati in calcestruzzo	O*
2.4.2.3	Laterizi	O*
2.4.2.4	Sostenibilità e legalità del legno	NA
2.4.2.5	Ghisa, ferro, acciaio	O*
2.4.2.6	Componenti in materie plastiche	NA
2.4.2.7	Murature in pietrame e miste	NA
2.4.2.8	Tramezzature e controsoffitti	O*
2.4.2.9	Isolanti termici ed acustici	O*
2.4.2.10	Pavimenti e rivestimenti	O*
2.4.2.11	Pitture e vernici	O*
2.4.2.12	Impianti di illuminazione per interni ed esterni	O*
2.4.2.13	Impianti di riscaldamento e condizionamento	NA
2.4.2.14	Impianti idrico sanitari	O

2.5 SPECIFICHE TECNICHE DEL CANTIERE		
2.5.1	Demolizioni e rimozione dei materiali	O*
2.5.2	Materiali usati nel cantiere	O*
2.5.3	Prestazioni ambientali	O*
2.5.4	Personale di cantiere	O*
2.5.5	Scavi e rinterrati	O*
2.6 CRITERI DI AGGIUDICAZIONE (CRITERI PREMIANTI)		
2.6.1	Capacità tecnica dei progettisti	SVO
2.6.2	Miglioramento prestazionale del progetto	SVO
2.6.3	Sistema di monitoraggio dei consumi energetici	SVO
2.6.4	Materiali rinnovabili	SVO
2.6.5	Distanza di approvvigionamento dei prodotti da costruzione	SVO
2.7 CONDIZIONI DI ESECUZIONE (CLAUSOLE CONTRATTUALI)		
2.7.1	Varianti migliorative	O
2.7.2	Clausola sociale	O
2.7.3	Garanzie	O
2.7.5	Oli lubrificanti	
2.7.5.1	Oli biodegradabili	O*
2.7.5.2	Oli lubrificanti a base rigenerata	O*

(1) Requisiti non applicabili. L'intervento viene considerato nella sua totalità come un "gruppo di edifici"

1.5 OTTEMPERANZA ALLE OSSERVAZIONI DELLA CONFERENZA DEI SERVIZI CIPE E DEL VALIDATORE

Il Progetto Definitivo, presentato al CIPE nell'aprile del 2015 ha avuto l'approvazione corredata da 125 prescrizioni, riferimento per il presente progetto definitivo.

A tali prescrizioni si sommano le 66 osservazioni redatte dall'Ente Validatore nel settembre del 2017, anch'esse riferimento per il presente progetto definitivo

La specifica relazione

1.1	3	FER_BP_D	T0_GEN_GEN_R_003	Prescrizioni della Giunta della Regione Emilia-Romagna e del Rapporto Qualità - Relazione di ottemperanza
-----	---	----------	------------------	---

illustra nel dettaglio il recepimento, la non applicabilità o il non recepimento delle prescrizioni nel progetto definitivo, spiegando le modifiche apportate o perché non sia stato possibile recepirle.

1.6 PRINCIPALI VARIANTI APPORTATE AL PROGETTO DEFINITIVO DI RIFERIMENTO

La Revisione del Progetto Definitivo presenta diverse varianti al Progetto Definitivo di riferimento.

Le varianti apportate derivano, in parte dalla necessità di adeguare i contenuti del progetto alle prescrizioni, in parte da nuove esigenze intervenute nel corso dell'attuale revisione progettuale, legate alla necessità di risolvere alcune criticità emerse e non previste e/o non preventivabili nella precedente fase di progetto.

Nel seguito, si illustrano sinteticamente le principali varianti apportate, rimandando gli approfondimenti ai capitoli successivi della presente relazione e soprattutto agli elaborati specifici redatti.

1.6.1 Varianti Tratta T1

1.6.1.1 Variante Ponte Bentivogli

Trattandosi di un nodo nevralgico nella realizzazione del completamento dell'interramento della galleria Zanolini, si è ritenuto necessaria l'adozione di un approccio di analisi del rischio della soluzione di progetto definitivo, con implementazione di un *Registro dei Rischi*.

Relativamente alle indicazioni dettate in sede di Conferenza dei Servizi e di validazione del PD di riferimento si rivela una sola osservazione impattante l'adeguamento delle soluzioni progettuali della galleria a foro cieco:

Relativamente alla proposta deviazione della condotta fognaria esistente in Via Bentivogli, si rilevano alcune criticità correlate sia alla sua ridotta profondità dal piano di campagna che al suo sviluppo planimetrico, in relazione all'uso delle superfici e agli immobili che ne risulterebbero interessati. Si raccomanda quindi di adottare la soluzione di un consolidamento strutturale della condotta esistente, da lasciarsi nella stessa sede, tramite "relining", con "calze" in vetroresina.

Tale prescrizione, unitamente alla necessità di mitigare i rischi di danneggiamento del ponte in muratura (riconosciuta come unica opera di pregio architettonico interferente con i lavori previsti dal presente progetto) ha portato alla ridefinizione della soluzione del PD di riferimento.

Il PD di riferimento prevedeva sottofondazioni di due pile del ponte Bentivogli impostate su dei micropali pressoché tangenti alle pareti della galleria, in modo da trasferire il carico agli strati di terreno più profondi (Documento D0-L1-D-ST-OC-001). Inoltre, tali sottofondazioni prevedevano un puntone intermedio in cemento armato.

I rischi relativi alla soluzione di progetto definitivo sono ritenuti non accettabili e come tale si è proceduto all'implementazione di studi integrativi con la finalità di ridurre il livello di incertezza.

In seguito a tali studi integrativi è stata definita la soluzione di progetto del presente Adeguamento del Progetto Definitivo. In particolare:

- è stata abbassata la livelletta di progetto in modo tale da non compromettere il funzionamento dell'esistente condotta fognaria;
- la sezione tipo funzionale è stata adeguata in accordo alle recenti indicazioni normative di riferimento;
- sono stati scartati gli interventi invasivi nei confronti delle fondazioni del ponte Bentivogli quali la realizzazione dei micropali, prevedendo soluzioni alternative a minor impatto.

Nel corpo strutturale del ponte storico è stata introdotta una condotta ovoidale in muratura di tipo OVI 100x150 cm risalente anch'essa ai primi del 1900. Data la difficile realizzazione della deviazione prevista dal progetto definitivo oggetto di revisione ed in ottemperanza alle prescrizioni

della conferenza dei servizi, è stato scelto di modificare il tracciato altimetrico della nuova galleria ferroviaria così da poter mantenere la fognatura nella posizione esistente. Pur non risultando più fisicamente interferente con le lavorazioni previste per l'interramento della ferrovia esistente, queste potrebbero compromettere la fognatura in termini di tenuta e stabilità strutturale. Per prevenire possibili criticità riguardanti la fognatura, si prevede il *relining* del collettore esistente con una tubazione in PRFV così da garantire il ripristino delle caratteristiche di tenuta e strutturali della condotta stessa con ottime garanzie anche in termini di durabilità dell'opera.

1.6.1.2 Variante altimetrica Tratta T1

Le principali modifiche introdotte sulla geometria del tracciato sono conseguenti alla variante in corrispondenza di Via Bentivogli descritta nel punto precedente. Questo ha comportato, in corrispondenza della condotta, un abbassamento della livelletta ferroviaria di circa 1,3m rispetto al progetto originario. Per limitare l'estensione della variante sono state aumentate le pendenze delle livellette rispettivamente al 25‰ e 23‰ e diminuito i raggi dei raccordo altimetrici.

Nella seguente figura sono stati messi a confronto il progetto definitivo del 2014 (in colore blu) e il nuovo progetto aggiornato (in colore rosso), da cui si può desumere la variazione altimetrica apportata.

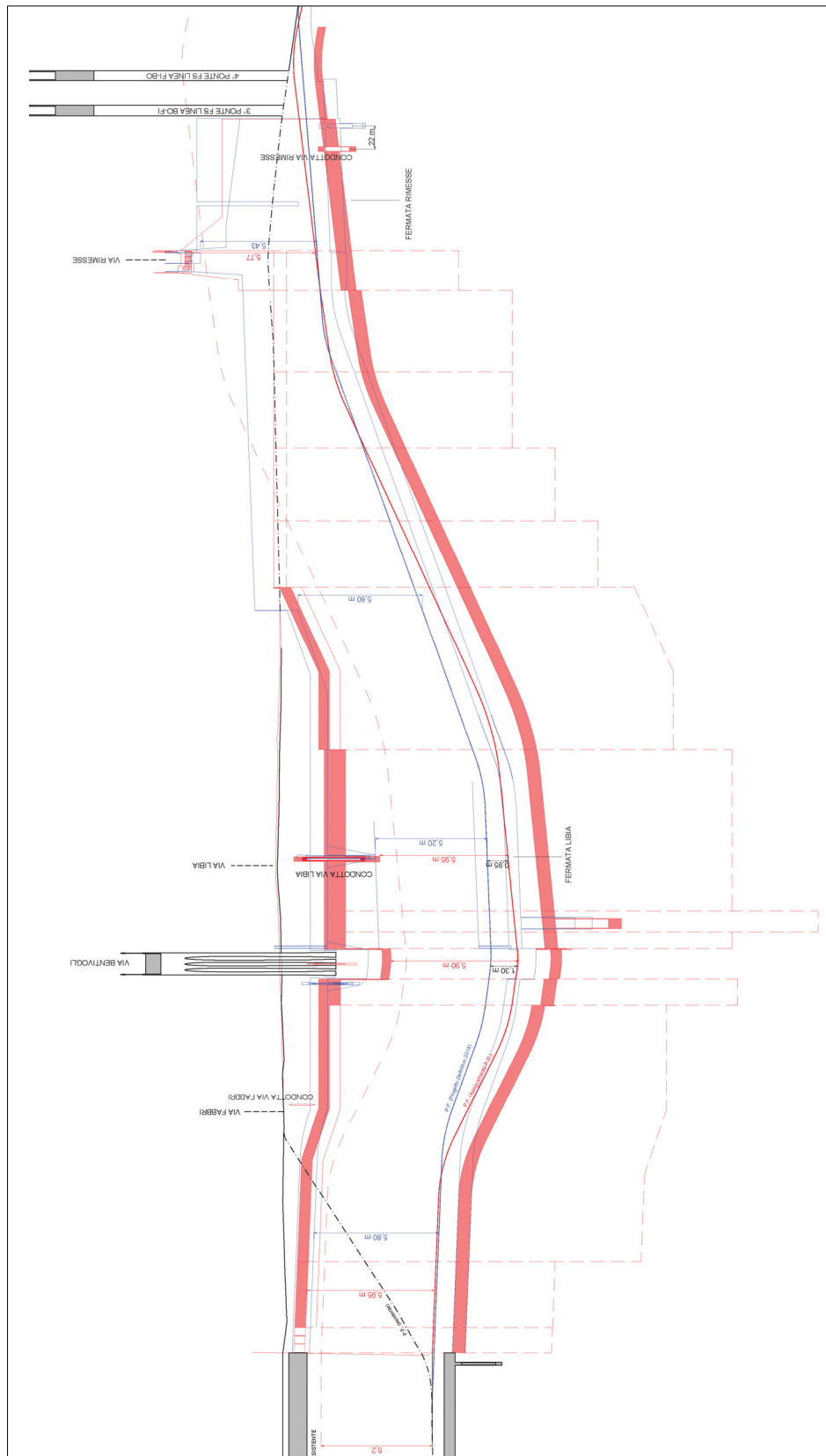


Figura 6: Tratta T1 - Confronto profilo del progetto 2014 (in blu) e progetto aggiornato (in rosso)

Dal punto di vista planimetrico non è stato invece necessario apportare modifiche.

1.6.1.3 Variante Fermata Via Libia

Il progetto della futura fermata Libia è stato aggiornato per far fronte a tre principali aspetti:

- Accessibilità da parte del personale tecnico, durante la fase 1 in cui la fermata riveste la funzione di sola area tecnica
- Gestione dell'accessibilità in modo tale da essere facilmente convertibile nella fase 2, quando la fermata diventerà operativa al servizio viaggiatori
- Garantire la sicurezza in galleria, in caso di esodo

Tali requisiti hanno trovato risposta in una riorganizzazione spaziale dei locali tecnici ed un aggiornamento della posizione dell'uscita di emergenza in direzione rimesse.

La riorganizzazione spaziale degli ambienti permette di razionalizzare le aree tecniche, in considerazione anche della distribuzione impiantistica, nonché garantisce l'accessibilità del personale addetto alla fornitura di energia ai quali deve essere garantita la piena accessibilità ai propri locali e deve essere interdetta la possibilità di accedere ai locali tecnici ferroviari.

Ulteriore elemento migliorativo è riscontrabile nella nuova localizzazione della griglia calaggio materiali. Precedentemente localizzata in corrispondenza dell'asse viario di via Libia, con oggettivi vincoli ed impatti sulla viabilità in caso di manutenzioni straordinarie, ora è posizionata nell'area di parcheggio, scongiurando eventuali e futuri disagi per la circolazione stradale.

Le accessibilità alla fermata, nell'attuale aggiornamento progettuale, continuano a garantire le diverse esigenze di ingresso ed uscita, ma con il vantaggio che potranno essere agevolmente riconvertite ad ingressi per i passeggeri (durante la fase 2 di messa in esercizio della fermata) senza dover operare stravolgimenti funzionali:

- L'accesso 1 (lato via Bentivogli) include la predisposizione per l'installazione futura di un ascensore
- L'accesso 2 (lato via via Scipione Dal Ferro) è stato ruotato, garantendo un diretto accesso al marciapiede di linea. Pertanto, se durante la fase 1 sarà una normale via di esodo, dotata di area filtro, durante l'apertura al pubblico (fase 2) basterà demolire la zona filtro e l'ingresso diventerà un secondo regolare accesso per i passeggeri. Precedentemente, infatti, tale ingresso era solamente collegato alla galleria di linea (area interdetta al transito dei passeggeri)

1.6.1.4 Variante Fermata via Rimesse

Le principali modifiche che hanno interessato la fermata sono riconducibili al miglioramento dell'accesso 3:

- Aggiunta di una rampa disabili per migliorare il superamento delle barriere architettoniche

- Previsione per una futura interconnessione, razionale ed intuitiva, per i passeggeri da/per la fermata di Vignola (RFI).

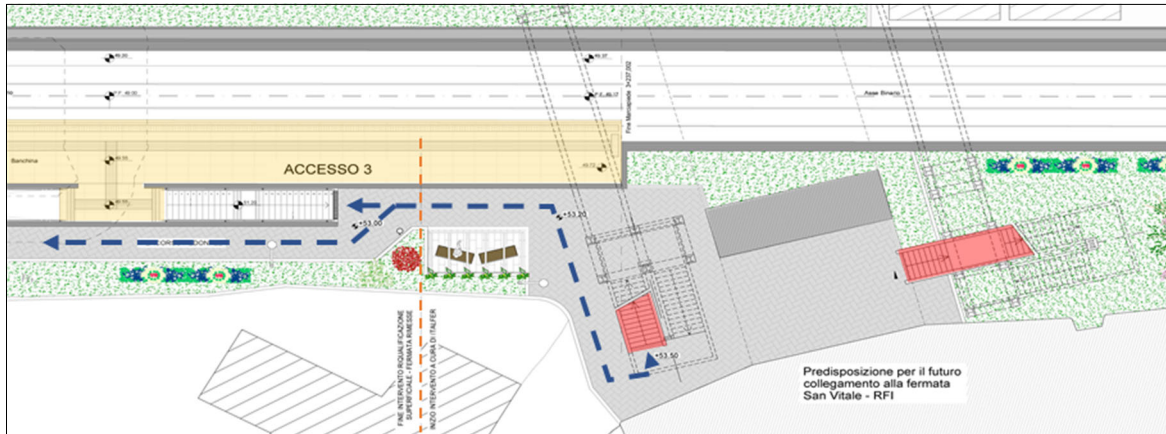


Figura 7: Accesso 3 ed interscambio con la Fermata San Vitale di RFI

1.6.1.5 Varianti deviazioni fognarie

La principale variante relativa all'adeguamento delle reti fognarie lungo la Tratta T1 è quella relativa all'adeguamento della fognatura di via Bentivogli, già trattata nel paragrafo 1.6.1.1. Altre modifiche apportate al progetto di risoluzione delle interferenze sono:

- La definizione della deviazione in affiancamento all'esistente della fognatura di via Paolo Fabbri, non censita nel precedente progetto definitivo;
- La modifica del tracciato della condotta di progetto a sud della ferrovia esistente, nel tratto compreso tra le fermate di via Libia e via Rimesse, per la presenza alla PK 2+600 di un fabbricato prossimo ai binari e non presente nel rilievo del precedente progetto.
- L'estensione dell'intervento di adeguamento della fognatura secondaria di via Rimesse, prolungando l'intervento di progetto al fine di prevenire problemi di stabilità della condotta dovuti al ricarico provocato dalla realizzazione del nuovo cavalcavia.
- Lo Spostamento planimetrico dell'attraversamento ferroviario della deviazione della fognatura principale di via Rimesse. Questo viene anticipato alla PK 3+205 per ridurre l'interferenza tra un fabbricato esistente e gli scavi necessari alla realizzazione dell'intervento di progetto.

1.6.1.6 Variante inserimento della fodera interna in c.a.

Rispetto alla configurazione progettuale prevista nel Progetto Definitivo di riferimento si è optato per inserire lungo tutta la linea (tratta in Galleria Artificiale e tratta in Trincea) e in corrispondenza delle stazioni di una fodera interna in c.a. di spessore resistente 20-30 cm.

Tale variazione ha consentito di garantire:

- maggior impermeabilità, in conseguenza di una eventuale perdita di tenuta dei giunti tra diaframmi

- maggior durabilità delle strutture, in quanto la sezione resistente in esercizio presenta un maggior spessore e uno strato resistente “continuo” lato linea
- maggior resistenza sia in condizioni SLE che SLU e quindi maggior robustezza
- miglior lavorabilità durante la costruzione dei diaframmi in quanto si è potuta ridurre l'incidenza di acciaio

1.6.2 Varianti Tratta T2

1.6.2.1 Variante altimetrica Tratta T2

La principale variante di tracciato rispetto al progetto definitivo è legata alla necessità di mantenere la continuità viaria di via Cellini; questo ha comportato lo spostamento dell'inizio dell'intervento di progetto di circa 160m verso la fermata S. Rita. Per compattare al massimo l'estensione della variante ed evitare di interessare la fermata stessa è stata aumentata la pendenza della livelletta al 25‰ e diminuito i raggi dei raccordo altimetrici.

Nella seguente figura sono stati messi a confronto il progetto definitivo del 2014 (in colore blu) e il nuovo progetto aggiornato (in colore rosso), da cui si può desumere l'entità della variazione altimetrica.

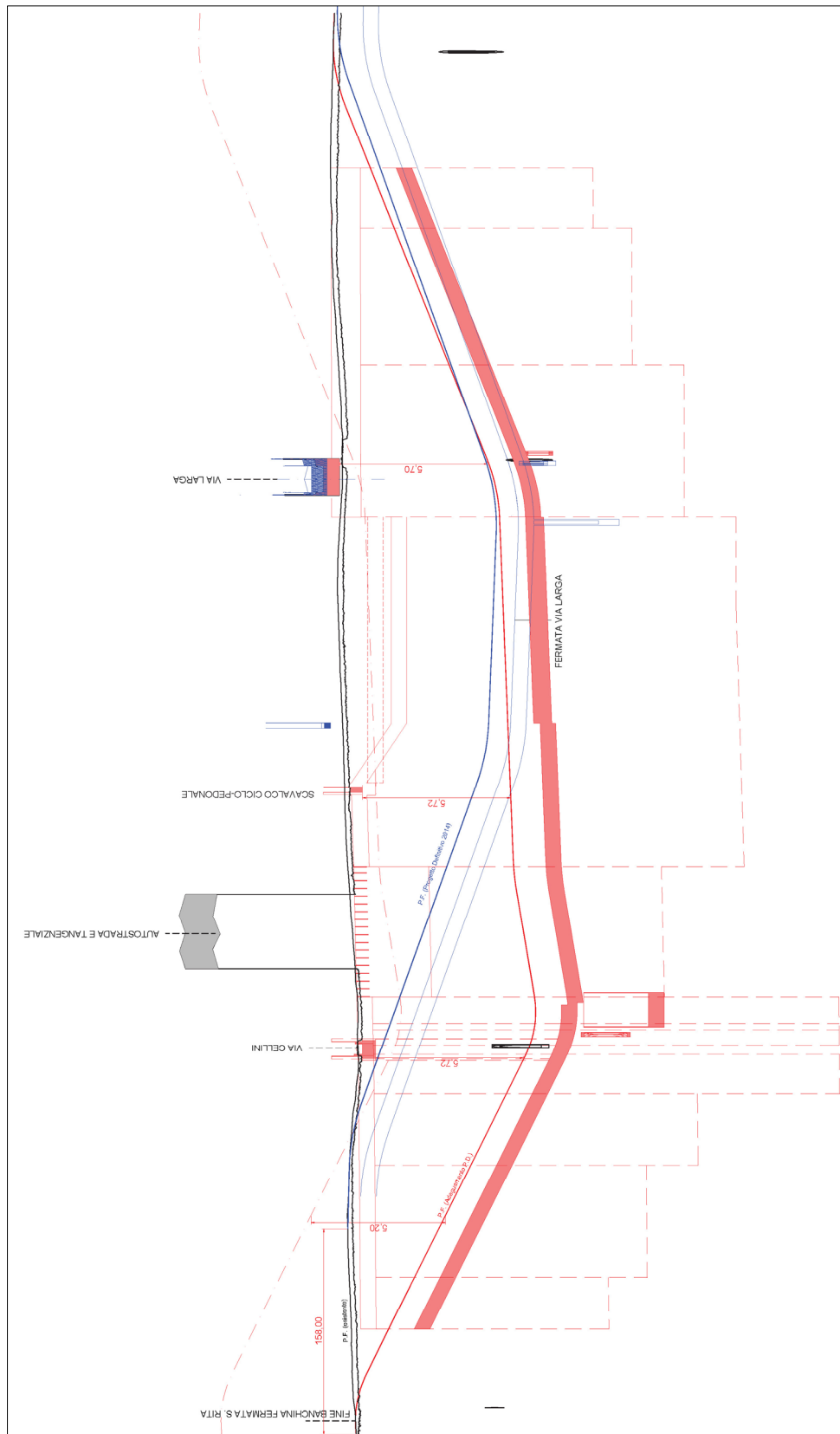


Figura 8: Tratta T2 - Confronto profilo del progetto 2014 (in blu) e progetto aggiornato (in rosso)

1.6.2.2 *Varianti deviazioni fognarie*

La principale variante rispetto al progetto definitivo oggetto di revisione riguarda una condotta di fognatura mista di tipo Vigentino 200x160 cm che attraversa la ferrovia in corrispondenza del passaggio a livello di via Cellini. In corrispondenza dell'attraversamento ferroviario questa condotta risulta avere il piano di scorrimento a 6.90 m di profondità dal piano stradale attuale, pertanto risulta interferente con le opere di progetto. Poiché la fognatura è inserita in un quartiere denso di condomini multipiano verso est e confinato ad ovest dal corpo del rilevato autostradale della A14, risulta impossibile prevedere una deviazione planimetrica della condotta in grado di risolvere l'interferenza con le opere di progetto. Di conseguenza l'unica soluzione percorribile per l'interramento ferroviario risulta quella della realizzazione di una botte a sifone che attraversi inferiormente la linea ferroviaria nella configurazione finale. Trattandosi di una fognatura mista, la presenza di un ribassamento localizzato della rete da luogo a possibili criticità durante le fasi di magra in cui il sifone potrebbe venire ostruito dai corpi solidi degli scarichi di fognatura nera. Per limitare al minimo i fenomeni d'ostruzione del sifone, è stato scelto d'introdurre nel progetto un impianto di sollevamento meccanico dimensionato per le sole portate di acque nere, per assicurare un esercizio quanto più regolare possibile della fognatura anche in assenza di consistenti portate meteoriche. Tale soluzione dovrà necessariamente essere verificata ed adattata in fase di progettazione esecutiva, a valle di un'approfondita campagna di misura delle portate transitanti nelle condotte oggetto d'intervento

Oltre alla nuova deviazione della condotta di via Cellini, lungo la Tratta T2 si segnala anche una modifica dell'intervento di adeguamento della fognatura di via Larga: il nuovo attraversamento si prevede ora in affiancamento all'esistente per garantire la continuità del servizio.

1.6.2.3 *Uscita di Emergenza AU5*

L'adeguamento della livelletta ferroviaria ha richiesto una estensione di tratta in trincea, tra la fermata S.Rita e via Cellini, di circa 250m.

Seppur non strettamente necessario, si è considerato di aumentare il livello di sicurezza in linea, inserendo una accesso/uscita (AU5) in prossimità della via Cellini garantendo un ulteriore collegamento tra la via di corsa ed il piano strada.

Questa soluzione garantisce l'accessibilità e/o l'esodo dalla passerella di trincea, con percorsi pedonali massimi di circa 150m, cioè due uscite sono tra loro distanti massimo 300m circa.

1.6.2.4 *Variante Attraversamento via Cellini*

La principale variante introdotta in questa area è direttamente relazionata alla volontà della Città di Bologna di voler mantenere via Cellini aperta al traffico veicolare, pedonale e ciclabile.

La soluzione sviluppata nel Progetto Definitivo di riferimento prevedeva la chiusura completa della via, generando diverse problematiche:

- Chiusura della viabilità passante con l'aggravio di traffico veicolare su via Massarenti.
- Interdizione dei mezzi di soccorso dei vigili del fuoco ai fabbricati prospicienti la linea.

- Attraversamento pedonale mediante una passerella metallica di scavalco della linea. Soluzione che non fornisce risposta al tema del superamento delle barriere architettoniche.



Figura 9: via Cellini – problematiche viarie del PD di riferimento

- Necessità di espropriare aree private per ricavare una viabilità ciclo-pedonale in affiancamento alla ferrovia.
- In alternativa alla viabilità ciclopedonale, la soluzione di una viabilità veicolare che si sarebbe tradotta in una nuova intersezione viaria, a ridosso dell'autostrada A14, con costi ed impatti ambientali.

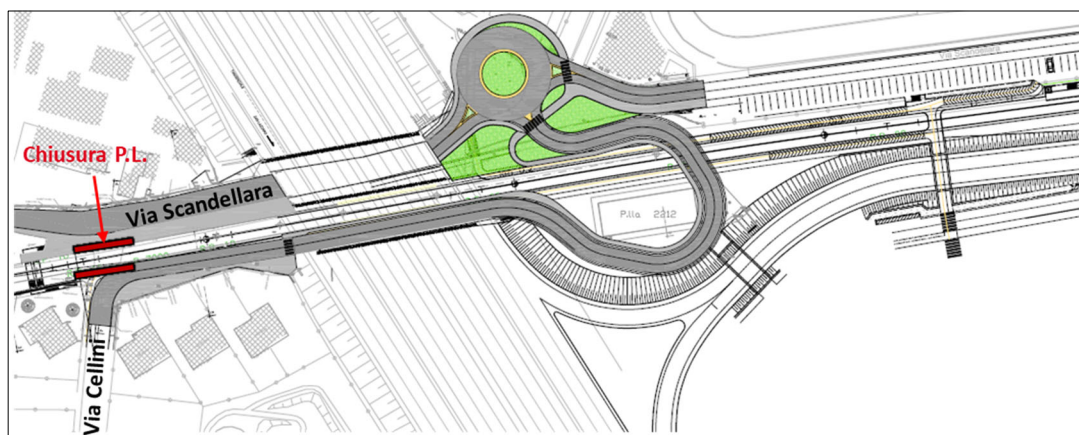


Figura 10: via Cellini – proposta di ricucitura urbana del PD di riferimento

Il nuovo tracciato altimetrico, previsto con la revisione del Progetto Definitivo ed illustrato nel precedente capitolo, permette di rispondere in modo esaustivo e completo a tutte le criticità: viene garantita la permeabilità urbana e pertanto anche l'accessibilità ai mezzi di soccorso, può essere potenziato il circuito delle piste ciclabili della città e si evitano espropri di aree private.

1.6.2.5 Variante parte sotto attraversamento A14

In corrispondenza del Viadotto Autostradale A14 è stato necessario studiare un sistema che:

1. preservasse la configurazione esistente dell'opera;
2. garantisse un impatto minimo in termini di cedimenti indotti durante le fasi di costruzione dell'opera;
3. garantisse la possibilità di un futuro ampliamento della carreggiata autostradale sottopassata;
4. fosse compatibile con i ridotti spazi di lavoro disponibili;
5. fosse compatibile col nuovo andamento plano-altimetrico della linea SFM2.

La soluzione che ha consentito di rispettare i requisiti sopra elencati, è quella di realizzare un sistema di sostegno che prevede l'utilizzo di pali f800 a interasse 1 m contrastato in testa tramite puntoni in c.a. definitivi sezione 50x50 cm² e interasse massimo 6m.

I pali hanno una lunghezza complessiva di circa 12m; il fondo scavo si trova a ≈8m da piano campagna.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 20-30 cm.

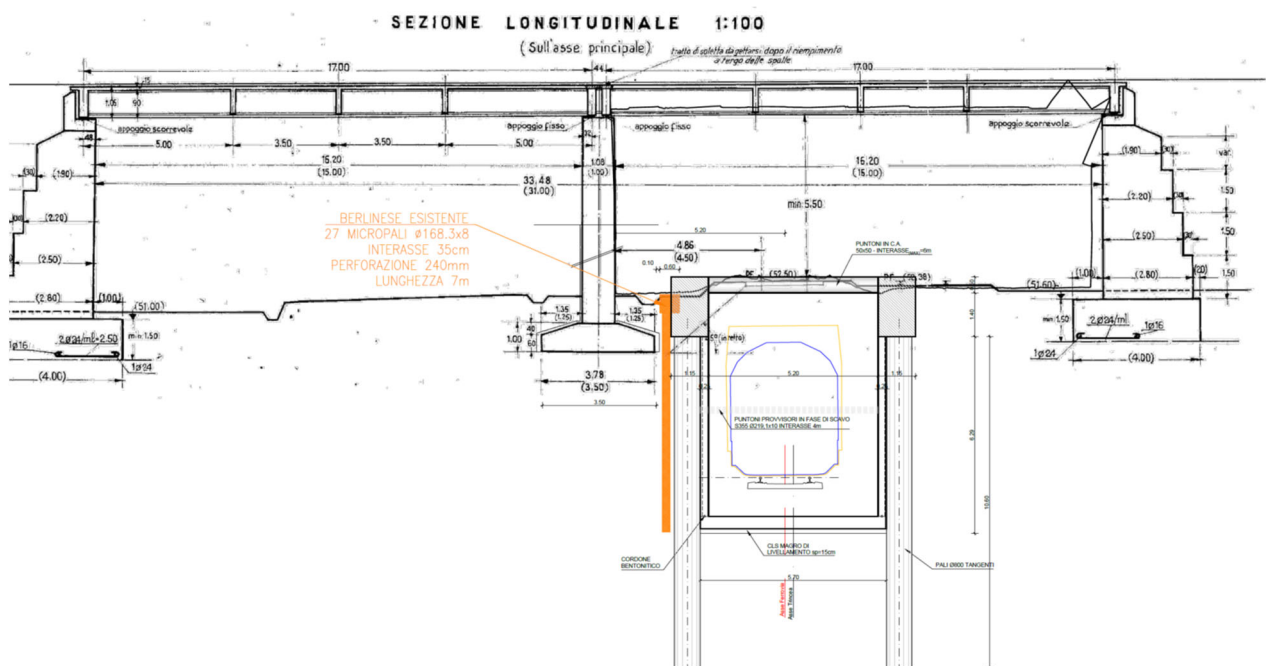


Figura 11: Scavo con diaframmi – sezione TIPO A14

1.6.2.6 Variante inserimento della fodera interna in c.a.

Come già indicato per la tratta T1 (vedi §1.6.1.6), rispetto alla configurazione progettuale prevista nel Progetto Definitivo di riferimento si è optato per inserire lungo tutta la linea e in corrispondenza delle stazioni di una fodera interna in c.a. di spessore resistente 20-30 cm.

Tale variazione ha consentito di garantire:

1. maggior impermeabilità, in conseguenza di una eventuale perdita di tenuta dei giunti tra diaframmi
2. maggior durabilità delle strutture, in quanto la sezione resistente in esercizio presenta un maggior spessore e uno strato resistente "continuo" lato linea
3. maggior resistenza sia in condizioni SLE che SLU e quindi maggior robustezza
4. miglior lavorabilità durante la costruzione dei diaframmi in quanto si è potuta ridurre l'incidenza di acciaio

1.7 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

La redazione della revisione del Progetto Definitivo è stata effettuata nel pieno rispetto delle seguenti normative:

- D.lgs. 50/2016: Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e successive modifiche ed integrazioni "Codice dei Contratti Pubblici";
- D.P.R. n. 207/2010 e s.m.i. o "Regolamento": il Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i. - Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. n. 163/2006 pubblici (per le parti non abrogate)
- Capitolato generale d'Appalto: il Decreto del Ministro dei lavori pubblici 19 aprile 2000, n. 145 (per la sola parte tuttora vigente);
- Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI)
- DM 21 ottobre 2015. Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane (GU n.253 del 30/10/2015);
- Sicurezza nelle gallerie ferroviarie (Decreto Interministeriale 28/10/2005);
- Linee Guida per la progettazione di interventi su strade, piazze ed infrastrutture ad esse connesse", 2011, Comunale di Bologna – Settore Lavori Pubblici.
- Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato, 2016 - Dipartimento Riqualificazione Urbana, Comune di Bologna

e delle normative specialistiche vigenti ed in particolare per quanto riguarda le principali norme tecniche di:

Sottoservizi

- D.M. 04/04/2014: Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto;

- Art. 83 [Lavori in prossimità di parti attive] del D.L. n° 81 09/05/2008 Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Idraulica

- Delibera 1/3 del 05/03/2014 dell'Assessorato Sicurezza Territoriale, Difesa Suolo e Costa, Protezione Civile della Regione Emilia-Romagna. Linee guida per la progettazione de sistemi di raccolta delle acque piovane per il controllo degli apporti nelle reti idrografiche di pianura.
- Gruppo HERA S.p.A., Linee guida per la progettazione di Reti Fognarie, Specifica Tecnica, Rev. 3.0, 2010. (In accordo a quanto concordato durante l'incontro con il personale tecnico di HERA, si fa riferimento alla specifica tecnica dell'ente nella versione 3.0, per la presenza di refusi nel calcolo delle precipitazioni nella documentazione successiva).

Ambiente

- D.M. 5/02/1998 e ss. mm. ii.- "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22"
- DM 11.10.2017 Criteri ambientali minimi (CAM) per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici
- L. 221/2015, Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali all' Art. 18 (Criteri Ambientali Minimi)
- D.lgs. 50/2016, "Codice degli appalti" all' Art. 34 "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale"
- Legge 118/71 e DPR applicativo 503/96 in materia di eliminazione delle barriere architettoniche;
- DM 236/89. Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
- D. Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36 recante "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti" e s.m.i.
- D.M. 27/09/2010 – "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica"
- D.P.R. 120 del 13 giugno 2017 – "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo"
- UNI-CNR 10006/63 "Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre"
- UNI-EN 13285

- UNI-EN 13242
- UNI-EN-ISO 144688-1
- D.P.C.M. del 27 dicembre 1988. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art.6 L.8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art.3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n.377;
- D.lgs. n.42 del 22.01.2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e s.m.i.;
- D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152. "Norme in materia ambientale" - pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96 e ss.mm.ii.;
- D.lgs. 16 marzo 2009, n. 30 Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- 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;
- D.lgs. 24 dicembre 2012, n. 250. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D.M. 5 maggio 2015. Metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155;
- D.M. 26 gennaio 2017. Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle 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;
- D.P.C.M. 1° marzo 1991. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447. Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997. Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- Decreto Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998. Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459. Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario;
- Decreto Ministeriale 29 novembre 2000: "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore" e sue successive modificazioni e integrazioni.

- D.P.R. 30 marzo 2004, n.142. Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.
- Decreto legislativo 19 agosto 2005, n.194. Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- Decreto legislativo 17 febbraio 2017, n. 42. Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (17G00055) (GU Serie Generale n.79 del 4-4-2017)
- Delibera di Giunta Regionale n. 673/04: Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della LR 9/05/01, n.15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".
- Legge Regionale 9 maggio 2001, n. 15 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".
- UNI 9614 (edizione 2017) – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.
- UNI 9916 (edizione 2014) – Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

Strutture e Geotecnica

Norme relative al calcolo strutturale, geotecnico e sismico

- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni";
- C.M. 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (Gazzetta ufficiale 11/02/2019 n. 35)";

Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale

- UNI EN 1990:2006 "Criteri generali di progettazione strutturale";

Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture

- UNI EN 1991-1-1:2004 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
- UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco
- UNI EN 1991-1-3:2015 Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve
- UNI EN 1991-1-4:2010 Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento
- UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche
- UNI EN 1991-1-6:2005 Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione
- UNI EN 1991-1-7:2014 Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali

- UNI EN 1991-2:2005 Parte 2: Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1991-3:2006 Parte 3: Azioni indotte da gru e da macchinari

Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo

- UNI EN 1992-1-1:2015 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2:2006 Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi

Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio

- UNI EN 1993-1-1:2014 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-5:2017 Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
- UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
- UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica
- UNI EN 1993-2:2007 Parte 2: Ponti di acciaio
- UNI EN 1993-5:2007 Parte 5: Pali e palancole

Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica

- UNI EN 1997-1:2013 Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo

Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

- UNI EN 1998-1:2016 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- UNI EN 1998-2:2011 Parte 2: Ponti
- UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

Norme relative ai materiali strutturali

- UNI EN 206-1:2016 «Calcestruzzo, Parte 1 Specificazione, prestazione, produzione e conformità»;
- UNI 11104:2017 «Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 206-1»;
- UNI EN 197-1-2011 «Cemento: Parte 1 - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni»;
- UNI EN 10025-1:2005 «Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali», Parte 1 «Condizioni tecniche generali di fornitura»;
- UNI EN 10025-2:2005 «Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali», Parte 2 «Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali».

Norme relative alla resistenza al fuoco delle strutture

- UNI EN 1992-1-2:2019 «Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio».

- UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
- UNI EN 1994-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
- UNI EN 1996-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
- D.M. del 16 febbraio 2007 «Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione».

Altre norme/direttive di carattere specifico

- D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e successive istruzioni (superato dalla normativa DM17/1/2018 e circolare esplicativa);
- Legge Quadro in materia di Lavori Pubblici 11 febbraio 1994 n. 109 e s.m.i.;
- D.P.R. 21 dicembre 1999 n. 554 "Regolamento di Attuazione della legge quadro in materia di Lavori Pubblici 11 febbraio 1994 n. 109 e s.m.i.";
- Legge 21 dicembre 2001, n. 443 "Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive" pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 299 del 27 dicembre 2001, Suppl. Ordinario n.279;
- Dlgs 190/2002 - "Attuazione della legge 21 dicembre 2001, n. 443, per la realizzazione delle infrastrutture e degli insediamenti produttivi strategici e di interesse nazionale" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 199 del 26 agosto 2002 – Supplemento Ordinario n. 174;
- C.M.L.P. n. 2535 e applicazione delle norme 25/11/1962 n. 1684, legge 2 febbraio 1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- O.P.C.M. n. 2788 (12/06/1998) "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale";
- O.P.C.M. n. 3274 (20/03/2003) "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- D.L. 5 Febbraio 1997, N.22 – Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio. (G.U. 15-2-1997, n.38-suppl) modificato ed integrato ai sensi del D.L. 8 Novembre 1997, N.389 (G.U. 8-11-1997, n.261);
- D. L. 5 Febbraio 1998 – Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt.31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n.22 (G.U. 16-4-1998, n.88 – suppl.).

Raccomandazioni e standard specifici per il calcolo geotecnico

- AGI giugno 1975 «Raccomandazioni nella programmazione delle indagini geotecniche».
- Raccomandazioni AICAP maggio 1993 «Ancoraggi nei terreni e nelle rocce».

- Recommendations T.A. 95 Comité Français de la Mécanique des Sol et des Travaux de Fondations «Tirants d’ancrage – Recommandations concernant la conception, le calcul, l’exécution et le contrôle».
- AGI dicembre 1984 «Raccomandazioni sui pali di fondazione».
- EN 12715 «Execution of special geotechnical works - grouting».
- EN 12716 «Execution of special geotechnical works – jet grouting».
- Raccomandazioni AFTES
- ACI Standard ACI/89 «Building code requirements for reinforced concrete».

Per quanto riguarda gli impianti civili e gli impianti di sistema, cioè gli impianti tipici ferroviari (armamento, trazione elettrica, segnalamento e sicurezza, telecomunicazione dedicata) si sono adottate le normative vigente di RFI, CEI ed EN.

Impianti civili non di sistema

- D.M. 11 gennaio 1998: “Norme di prevenzione incendi nelle metropolitane”.
- DPR n° 547 del 27 Aprile 1955: “Norma sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro”.
- Legge n° 186 del 1° Marzo 1968: “Disposizione concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”.
- Decreto Legislativo n° 626 del 19 Settembre 1994: “Norme generali per la prevenzione degli infortuni”.
- Decreto Legislativo n° 494 del 14 Agosto 1996: “Prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili: prime direttive per l’applicazione”.
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37. Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005. D.M. n. 37 del 22/01/2008, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici.
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 459 del 24 Luglio 1996: “Regolamento per l’attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relativi alle macchine”.
- Circolare Ministeriale n° 91 del 14 Settembre 1961: “Resistenza al fuoco”.
- Decreto Ministeriale n° 48 del 26 giugno 1984: “Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi”.
- Legge n. 791 del 18 Ottobre 1977: “Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n° 72/73 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”.
- Regolamento dei Prodotti da Costruzione (CPR) dell’Unione Europea 305/2011.
- Decreto Legislativo n° 476 del 4 Dicembre 1992: “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati

membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992”.

- CEI 20-22: “Prove d’incendio su cavi elettrici”.
- CEI 20-36: “Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici”.
- CEI 20-37: “Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione”.
- CEI 20-38: “Cavi isolati con gomma non propaganti l’incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi”.
- CEI 28-4: “Coordinamento isolamento - Parte 2: Guida di applicazione”.
- CEI EN 60071-1 (CEI 28-5): “Coordinamento dell’isolamento - parti 1: definizioni, principi e regole”.
- CEI 64-8: “Volume “Nuova Norma CEI 64-8 per impianti elettrici”.
- Impianti non di Sistema - Leggi e norme particolari
- CEI 11-1: “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell’energia elettrica - Impianti di terra”.
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.
- CEI 9-20: “Impianti di messa a terra per ferrovie metropolitane”.
- CEI EN 50122 (CEI 9-6): “Impianti di messa a terra relativi ai sistemi di trazione elettrica”.
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 2: prescrizioni particolari per i condotti sbarre”.
- CEI 7-6: “Norme per il controllo della zincatura a caldo per elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici.
- Norme CEI/CEI, EN applicabili per le singole apparecchiature e materiali.
- UNI EN 12453-2017 relativa alle nuove norme europee per le chiusure automatiche.
- Norma UNI 8097 “Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie”.

Impianti di sistema

Trazione Elettrica

- EN 50119 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi - Linee aeree di contatto per la trazione elettrica
- EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse. Parte I - Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra
- EN 50122-2 Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse. Parte II - Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua

- EN 50123-Serie Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filo tramviarie e metropolitane Impianti fissi - Apparecchiature a corrente continua.
- EN 50124-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotramviarie, metropolitane - Coordinamento degli isolamenti - Parte I: Requisiti di base - Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica
- EN 50152-2 Applicazioni ferroviarie – installazioni fisse - Prescrizioni particolari per apparecchiature a corrente alternata- Parte2: Sezionatori, sezionatori di terra e interruttori per corrente monofase con Um superiore a 1 kV
- EN 50163 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
- EN 60255-21 Relè elettrici - Parte 21 - Prove di vibrazione, urti, scosse e tenuta sismica applicabili ai relè di misura e ai dispositivi di protezione
- EN 60439-Serie Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- EN 60529 Grado di protezione degli involucri (Codice IP)
- EN 60664-1 Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione - Parte 1: Principi, prescrizioni e prove
- EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- EN 60870-2 Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo - Parte 2: condizioni di funzionamento
- EN 61000-4 Serie Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura
- EN 61810-1 Relè elementari elettromeccanici - Parte I: Prescrizioni generali
- Capitolato Tecnico TE RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A - Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione" complete di elenco disegni, allegato E 70598 e disegni in esso richiamati;
- Circolare F.S. S.OC.S/003878 del 23.07.90 Sagome e profili minimi degli ostacoli
- Circolare F.S.RE/ST.IE/1/97-605 Ed.1997 Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc
- Istruzione Tecnica TC.T./TC.C/ES.1-18-605 12/10/92 - Applicazione di connessioni elettriche alle rotaie e agli apparecchi del binario.
- Nota RFI-DT.ITI.EITE.0028898.12.E Fili sagomati in rame-argenta, rame-stagna e rame-magnesio per linee aeree di contatto a 3kVc.c.e 25kV c.a.
- Nota RFI-DPR\AOO\IP\2013\0001466 18/02/13 Emissione della specifica tecnica di fornitura per la realizzazione in cavo isolato del circuito di ritorno e del circuito di protezione e messa a terra degli impianti TE, con disposizioni per l'implementazione dei conduttori innovativi
- Nota RFI-DPR\AOOU\IP\2013\0003873 16/05/13 Emissione della specifica tecnica di fornitura per la realizzazione in conduttore nudo del circuito di ritorno e del circuito di

protezione e messa a terra degli impianti TE, con disposizioni per l'implementazione dei conduttori innovativi

- Nota RFI-DTC.STS\79\P\2014\0001558 23/9/14 Cavi in rame per l'alimentazione a 3 kV
- Nota RFI-DTC ST E SP IFS TE 101 Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc
- Nota RFI DPR\A0011\P\2013\0003018 17/04/13 Dispositivi di limitazione della tensione bidirezionali”
- RFI DMA IM TE SP IFS 001 B Limitatore di tensione per circuiti di terra...
- RFI DMA LG IFS 8 B, Ed. 09/2008 Segnaletica per linee di Trazione Elettrica”
- RFI DPR IM TE SP IFS 033 A Linee guida per la redazione degli elaborati progettuali T.E. 3kV
- RFI DPR IM STF IFS TE086 A Cavo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR Ø 19,62.
- RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A Sistema per il sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie
- RFI DTC STS ENE SO IFS TE 040 A Fili sagomati in rame-argento e rame-magnesio per linee aeree di contatto
- RFI DPRIM STF IFS TE 088 (2011) Quadro di sezionamento sotto carico per il sistema di trazione a 3 kV c.c.;

Tutte le norme T.E. applicabili per la fornitura dei materiali.

Segnalamento

Di seguito si riporta un elenco non esaustivo. In generale valgono tutti i capitolati, norme, istruzioni, prescrizioni, istruzioni tecniche e disegni FS per gli Impianti di sicurezza e Segnalamento nella loro edizione più recente.

- CEI 3-6 Sigle e segni grafici per piani schematici degli impianti di segnalamento ferroviario
- Regolamento Circolazione Treni (RCT);
- Regolamento Segnali (RS);
- Prefazione Generale all'Orario di Servizio (PGOS);
- Norme per l'ubicazione ed aspetto dei segnali (Ed. 1981) (NUAS) e successivi aggiornamenti.
- Disposizione per l'esercizio in Telecomando-Ed.1967 e successive modifiche;
- Lettera circolare I.E. 62/52/2592 del 25/01/1964 e disegni allegati (criteri di posa cavi I.S. e T.T.).
- Notizia Tecnica A0060 Ed.1989: Attrezzatura di sostegno dei segnali permanentemente luminosi; Specifica Tecnica I.S. 212 Ed.1999:

- Specifica Tecnica di fornitura per paline di sostegno segnali fissi luminosi in materiale P.R.F.V.;
- Schemi di principio relativi agli impianti ACE, ACEI, Blocco Automatico a correnti codificate, Blocco conta assi, Blocco Elettrico Manuale;
- Specifiche Tecniche Generali per impianti ACEI, ed. marzo 1996
- Capitolato Tecnico IS. 01 per l'esecuzione degli impianti di segnalamento, apparati centrali e blocco;
- Prescrizioni Tecniche per l'esecuzione degli impianti ACEI;
- Istruzioni tecniche IS 46 per le verifiche che debbono precedere l'attivazione degli impianti di segnalamento;
- Norma Tecnica I/TC n° 728 Messa a terra negli impianti di categoria O (zero) e I (prima), in particolare di Segnalamento e di Telecomunicazione, sulle linee di trazione elettrica a corrente continua a 3.000 V.
- Norme tecniche IS.717/92 relative alla modalità di esecuzione e certificazione di verifiche di impianti di segnalamento effettuate dall'Appaltatore, e successive modifiche e/o integrazioni.
- Norme tecniche IS.381 /82 relative alla modalità di progettazione, esecuzione e certificazione di verifiche di impianti di segnalamento effettuate dall'Appaltatore, e successive modifiche e/o integrazioni.
- Norma Tecnica IS 402 ediz. 2000 per la fornitura di apparecchiature elettroniche destinate agli impianti di sicurezza e segnalamento
- Disposizione n° 16 del 12-9-2003 del Gestore dell'Infrastruttura Ferroviaria Nazionale - Norme per il progetto di base, le verifiche, le consegne all'esercizio degli impianti di sicurezza e segnalamento, di controllo automatico della marcia dei treni, di telecomando, di controllo e di regolazione della circolazione e di smistamento a gravità.
- Disposizione per l'esercizio sulle linee a doppio binario banalizzate - Ed.2003 e successive modifiche
- Circolare DTCDNSIA0011 \P\2007\000733 d 4/12/2007 Sistemi integrati di Alimentazione e Protezione

Inoltre, si è tenuto conto delle seguenti normative ferroviarie:

- Manuale della Progettazione RFI (RFI DTC SI IFS 001 C)
- Istruzione n° 44 e F.S. 11 novembre 1996 Istruzioni tecniche per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari.
- Istruzione n° 44 b F.S. 16 dicembre 1997 Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica.
- Istruzione I/SC/PS-OM/2298 F.S. 13 gennaio 1997 Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo.

1.8 CARATTERISTICHE DEL MATERIALE ROTABILE

Sulla linea Bologna-Portomaggiore operano elettrotreni ETR 350 composti da 5 casse.

- Scartamento: 1.435mm
- Lunghezza massima in configurazione 5 casse: 90m
- Velocità massima: 160 Km/h
- Velocità commerciale max.: 90 Km/h
- Capacità massima a pieno carico: 617 passeggeri



Figura 12: Treno ETR350 in operazione sulla linea Bologna-Portomaggiore

2 INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO

2.1 RILIEVI TOPOGRAFICI

2.1.1 Generalità

La versione precedente del progetto definitivo riportava un rilievo topografico di tipo celerimetrico, superato nel tempo sia da tecnologie più accurate e innovative, sia dalle lievi modifiche delle sovrastrutture stradali, ferroviarie e urbanistiche presenti.

Per ottemperare ad alcune prescrizioni, che comportano diversi ingombri di alcune strutture, di alcuni cantieri e dell'estensione dell'intervento, è stato necessario ripetere le rilevazioni topografiche di dettaglio per tutta l'area interessata dall'intervento

2.1.2 Caratteristiche tecnologiche della strumentazione del veicolo ad alto rendimento

Vista la disponibilità di tecnologie più moderne per la rilevazione altimetrica, si è deciso di effettuare una rilevazione congiunta di tre tecnologie diverse

- Rilievo topografico con Total Station e GPS Base+Rover per operazioni d'inquadrimento piano-altimetrico ed integrazione puntuale
- rilievo aerofotogrammetrico con drone per l'acquisizione massiva del contesto
- rilievo MMS per la parte del sedime ferroviario attraverso sistema di Laser Scanner di tipo mobile.

L'inquadrimento è stato eseguito partendo dalla creazione di 10 punti distribuiti in maniera omogenea lungo il percorso.

Successivamente sia il rilievo aerofotogrammetrico con drone e nuvola di punti, sia il rilievo a nuvola di punti effettuato dal Laser Scanner sono stati materializzati nel sistema di coordinate utilizzando i punti individuati con Total Station.

Sono state eseguite comparazioni altimetriche rispetto al rilievo eseguito nella prima revisione del PD, evidenziando alcune incongruenze di tale rilievo rispetto ai sistemi di riferimento utilizzati per la sua connotazione topografica. Tali incongruenze sono state sanate dalla rilevazione di tutta l'area interessata.

2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

La città di Bologna sorge sui sedimenti alluvionali (conoidi), che raggiungono spessori massimi di 300-400 metri e sono costituiti da alternanze di sedimenti grossolani (ghiaie, sabbie) e fini (limi) per spessori il cui ordine di grandezza varia dalla decina al centinaio di metri.

I terreni interessati dalle indagini svolte lungo la linea in progetto appartengono ad un deposito quaternario di conoide fluviale, continentale, che in accordo alla sua stessa genesi si compone

da alternanze di livelli sabbioso ghiaiosi in matrice sabbioso limosa e livelli più fini, limoso argillosi e raramente argilloso limosi. Tutti i depositi dell'apparato di conoide si presentano normal-consolidati. Non sono presenti fenomeni di cementazione.

2.2.1 Unità geotecniche

Sulla base delle indagini in sito e prove di laboratorio citate precedentemente, sono state riconosciute due differenti unità geotecniche lungo il tracciato. La suddivisione è stata attuata differenziando i terreni non coesivi a granulometria prevalente grossolana dai terreni coesivi, o debolmente coesivi, a granulometria prevalente fine.

- **Unità A: ghiaie in matrice sabbiosa e limosa**
- **Unità B: limi più o meno argillosi, localmente sabbiosi**

Esula da questi criteri la caratterizzazione dell'orizzonte più superficiale, costituito da terreni di riporto, i quali, a causa del loro modesto spessore (0,4-2,9 m) e della loro grande eterogeneità geotecnica, sono caratterizzati caso per caso.

L'Unità geotecnica A (ghiaie in matrice sabbiosa e limosa) è caratterizzata da una distribuzione spaziale variabile sia in senso orizzontale che verticale. Granulometricamente è rappresentata prevalentemente da sabbie e ghiaie, con frazione limosa variabile, con locale presenza di ciottoli di dimensione 2-4 cm, raramente superiori a 10 cm. Non si riscontra cementazione, né livelli localizzati di cementazione. I materiali sono normal-consolidati.

L'Unità geotecnica B (limi più o meno argillosi, localmente sabbiosi) è caratterizzata i livelli limoso argillosi con una continuità laterale tra sondaggi contigui presenti lungo la linea.

Nella tabella seguente sono riportati i parametri per le varie unità geotecniche. Per ogni parametro è indicata una forchetta di valori tipici e, tra parentesi, ove possibile un valore consigliato.

Tabella 1. Parametri di resistenza e deformabilità per le unità geotecniche

Unità geotecniche	γ	c'	C_u	ϕ'	E'	E_{ed}	E_u
	kN/m ³	kPa	kPa	[gradi]	MPa	MPa	MPa
Unità A Ghiaie e sabbie	19-21 (20)	0	0	38-42 (38)	35-50 (varia con la profondità)	-	-
Unità B Limi e argille	18-20 (19)	6-15 (10)	50-80 (varia con la profondità)	21-34 (25)	-	3-5 (varia con la profondità)	z = 0 - 6.5m Eu = 8Mpa; z = 6.5 - 15m Eu = 30Mpa; z = 15 - 25m Eu = 50Mpa (varia con la profondità)

γ : peso di volume del terreno; c' : coesione di picco; c_u : coesione non drenata; ϕ' : angolo di resistenza al taglio; E' : modulo di elasticità; E_{ed} : modulo edometrico (drenato), E_u : modulo non drenato.

2.2.2 Inquadramento idrogeologico

L'intervento in progetto si situa nell'ambito di conoide alluvionale del torrente Sàvena, nel più superficiale complesso acquifero denominato A1. Nel settore in esame si distinguono due unità idrogeologiche, alle quali si attribuiscono permeabilità da molto bassa a bassa per i limi e argille più o meno sabbiosi e permeabilità media per le ghiaie e sabbie in matrice sabbiosa e limosa. La tabella seguente indica i parametri idrodinamici di riferimento.

Tabella 2. Permeabilità dei terreni interessati dalle opere in progetto

Unità	Classe	Cond. Idraulica orizzontale (K_h) (m/s)	Porosità efficace %	Rapporto tra permeabilità verticale e orizzontale (K_v/K_h) (-)
A - Limi e argille	K1 - permeabilità molto bassa	1E-07 ÷ 1E-09*	5 ÷ 8	1
B - Ghiaie e sabbie	K3 - permeabilità media	1E-05 ÷ 1E-06	23 ÷ 25	0.1 ÷ 0.01

Note: *: misurato in laboratorio e mediante prove Lefranc.

Nella Tratta 1 la falda è stata misturata nei piezometri esistenti alla profondità di 16,9 m da p.c. (piezometro T1-2) in data 17/05/2019, periodo che può considerarsi significativo di acque alte. Questa quota è ampiamente al di sotto del piano di scavo, ma interferisce con il piede delle paratie nel tratto più profondo della fermata Libia, in un tratto lungo circa 200 m e per un'altezza di circa 4 m della falda sopra il piede della paratia.

Anche nella Tratta 2 la falda è stata misturata in data 17/05/2019, alla profondità di 17,6 m da p.c. nel piezometro T2-1 e alla profondità di 15,9 m da p.c. nel piezometro T2-2. Questa quota è inferiore al piano di scavo, ma interferisce con il piede delle paratie nel tratto più profondo della fermata via Larga, in un tratto lungo circa 170 m e per un'altezza di circa 1 m della falda sopra il piede della paratia.

Per quanto riguarda il grado di aggressività dell'acqua sotterranea sul calcestruzzo, è stata condotta una verifica secondo i criteri indicati dalla Norma UNI-EN 206-1. Non si evidenzia pertanto un rischio di aggressività delle acque di falda nei confronti dei calcestruzzi.

2.2.3 Parametri di input sismico

Per la definizione dei parametri sismici da utilizzare nella progettazione, è stato fatto riferimento alla Relazione Geologico-Sismica *Approfondimenti di III livello* (allegata alla relazione geologica del presente progetto).

La seguente tabella riporta l'accelerazione di pico del terreno per diversi periodi di ritorno per la progettazione delle opere in sotterraneo.

Tabella 3. Accelerazione di pico del terreno

Periodo di ritorno [anni]	PGA [g]
475	0.166
1898	0.260

Al fine di tenere in considerazione gli aspetti di amplificazione locale, nella relazione geologica sono indicati i fattori amplificativi e lo spettro di accelerazione da utilizzare per la progettazione delle opere in superficie.

2.3 ARCHEOLOGIA

2.3.1 Inquadramento archeologico

Le attività di progettazione preliminare e la verifica preliminare dell'interesse archeologico sugli interventi di interrimento urbano delle tratte T01 (Zanolini – Rimesse) e T02 (zona via Larga) sono stati condotti nell'ottobre 2014. Nel 2015 la Soprintendenza aveva individuato dei settori specifici di potenziale rischio archeologico, idonei a sviluppare un piano di indagini archeologiche preliminari (Delibera App. 444_2015).

In base al completamento del quadro progettuale di riferimento e in osservanza delle normative aggiornate di riferimento per la redazione e la presentazione degli elaborati di verifica preventiva di interesse archeologico, è stata condotta la valutazione archeologica preliminare sull'aggiornamento del progetto definitivo per determinare il potenziale archeologico.

L'aggiornamento sugli elaborati pregressi relativi alle lavorazioni nell'area in oggetto è stato realizzato secondo le specifiche Prescrizioni indicate in Conferenza di Servizi dalla Soprintendenze Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per l'area metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, che sono state fornite dalla Committenza.

La raccolta dei dati e la loro elaborazione in cartografica georeferenziata su base GIS sono stati realizzati con riferimento alla vigente normativa e indicazioni in materia di verifica preventiva dell'interesse archeologico (Circolare 1/2016 ed allegati). Come da prassi, lo studio sul più ampio contesto di riferimento è stato rapportato all'analisi del potenziale archeologico nell'ambito direttamente interessato dalle attività in progetto, sviluppando in tal modo una valutazione differenziata del potenziale rischio archeologico nei settori di intervento.

La ricostruzione dell'assetto delle forme del territorio in antico e la ricostruzione dell'assetto del territorio e del popolamento in antico nel settore di studio derivano dall'analisi incrociata di:

- fonti bibliografiche, cartografiche, fotografiche (foto aeree e ortofoto),
- elaborati del Piano Strutturale Comunale (PSC) del Comune di Bologna
- livelli tematici dedicati nel Geoportale della Regione Emilia-Romagna.

- consultazione di più pubblicazioni, integrandole (ove necessario) con i dati d'archivio.

Le indagini archeologiche condotte negli ultimi decenni dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia-Romagna hanno permesso di ricostruire, attraverso le evidenze ancora conservate nel sottosuolo, l'evoluzione urbanistica della città di Bologna tra l'Età del Ferro e l'epoca rinascimentale. Le evidenze meglio documentabili si riferiscono alla città romana di cui è emerso, seppure con discontinuità, un tessuto urbano ben definito dalla fondazione della colonia, (189 a.C.), due anni precedente alla costruzione della via Aemilia.

L'analisi sui dati di scavo ha permesso la ricostruzione della morfologia del paleosuolo romano, che si rinviene generalmente tra 2 e 5 metri al di sotto della città di Bologna.

Il suolo più profondo dell'area bolognese ha un'età compresa tra il Neolitico (circa 5500-3400 a.C.) e l'Eneolitico (circa 3400-2300 a.C.) ed è documentato in un numero limitato di siti. Il suolo più recente si data tra l'età del Ferro (900-200 a.C.), e più raramente dalla tarda età del Bronzo (circa 2300-900 a.C.). L'età romana, sino all'epoca tarda (circa VI sec. d.C.) è ben documentata dai ritrovamenti; questo suolo (paleosuolo romano) si trova in genere a profondità comprese tra 2 e 5 m al di sotto della città odierna. In quest'epoca infatti si verificarono condizioni ambientali favorevoli allo sviluppo degli insediamenti. Il clima mite insieme all'opera di regimazione delle acque fecero sì che per un lungo periodo non si verificassero alluvionamenti importanti nella pianura bolognese. Furono questi gli elementi predisponenti la formazione del suolo romano, il cui seppellimento è invece il risultato della complessa interazione tra variazioni climatiche ed eventi storici.

La profondità cui si rinviene nel sottosuolo il paleosuolo romano dipende dallo spessore dei sedimenti che lo ricoprono ed è massima proprio in corrispondenza delle antiche incisioni fluviali dei corsi d'acqua provenienti dalla vicina catena appenninica e nelle aree attualmente occupate dal Reno e dal Savena.

La distribuzione delle ghiaie nel sottosuolo, che registra la posizione dei corsi d'acqua nel passato geologico, mostra come il Reno e il Savena si siano avvicinati più volte al centro storico della città senza però mai attraversarlo. Nell'area occupata dalla città romana, dove la presenza antropica è stata costante e continua fino ad oggi, i depositi alluvionali sono assenti e sul paleosuolo romano poggiano esclusivamente depositi antropici che testimoniano l'evoluzione nel tempo del tessuto urbano bolognese. Nella restante parte del centro storico, ad esclusione della zona nordoccidentale, coesistono nel sottosuolo prevalenti depositi antropici e sporadiche testimonianze di alluvionamenti.

Il seppellimento del paleosuolo romano è avvenuto, all'incirca tra il V e il IX sec. d.C., in un contesto di significativo deterioramento climatico che nella Pianura Padana aumentò la propensione dei corsi d'acqua all'esondazione. In questo periodo, una complessa successione di eventi storici porta ad un aumento generalizzato della vulnerabilità del territorio con disastrose esondazioni. Il succedersi di queste esondazioni determinò il forte accumulo di sedimento al di sopra del paleosuolo romano che risulta oggi sepolto da ingenti spessori (fino a 9 metri) di materiale di origine alluvionale.

Il quadro che emerge è quello di un contesto di forte interazione tra le componenti naturali del territorio e l'azione antropica.

Uno degli esempi più evidenti delle trasformazioni che in età romana hanno interessato il territorio, soprattutto il settore di pianura, è la centuriazione. La sua realizzazione è ancora percepibile nelle aree in cui il paleosuolo romano giace a poca profondità dal piano topografico attuale; in queste aree ancora oggi la viabilità e l'organizzazione del territorio mantengono l'orientamento centuriale.

2.3.2 Indagine archeologica

La cartografia tematica redatta mostra le presenze archeologiche note per il settore di studio: contesti di scavo e rinvenimento di materiale archeologico. Si sono individuati 30 siti principali, che evidenziano la frequentazione dall'epoca pre-protostorica e l'insediamento in età preromana (protostorica/villanoviana, etrusca, arcaica) e romana, ed oltre sino alla fase medievale. Per la maggior parte dei siti noti, si tratta di contesti suburbani di età protostorica/villanoviana e romana, documentati da stratigrafie, frammenti ceramici, tombe e resti di strutture. A questi si aggiunge la presenza di infrastrutture e allineamenti riconducibili al reticolo urbanistico e stradale oltre che alla cinta muraria nelle fasi più tarde.

Per l'ambito in esame non sono emersi ambiti vincolati o zone di tutela; dalla mappatura dei vincoli del Comune di Bologna comunque risulta che il settore di intervento ricade tra aree caratterizzate da livelli di alto, medio e basso potenziale archeologico.

E' emersa la stretta prossimità ad alcuni contesti rispetto al sito di realizzazione dell'opera, per distanze lineari inferiori a 100 m e in alcuni casi anche inferiori a 50 m. L'asse dei tracciati di progetto è intersecato in più punti dall'attraversamento delle proiezioni degli allineamenti della rete infrastrutturale antica.

Nello specifico, l'attività foto-interpretativa condotta su fotografie aeree e ortofoto nell'area di studio, fortemente antropizzata e urbanizzata, in questo settore non ha restituito elementi riferibili ad attività antropiche antiche (es. centuriazione, viabilità, divisioni agrarie e canalizzazioni).

L'attività di survey archeologico è stata effettuata coprendo una fascia di ampiezza variabile su ciascun versante (a seconda delle condizioni di accessibilità) compresa tra circa 100 e 250 m lungo l'asse di sviluppo dell'intervento di progetto con il supporto di dispositivo GPS.

Sono stati definiti degli ambiti di ricognizione (Unità di Ricognizione, UR). Ciascuna Unità identifica una porzione di territorio, caratterizzata dai criteri di continuità ed uniformità rispetto alle caratteristiche di composizione del suolo, utilizzo del terreno e condizioni di accessibilità.

Le attività di ricognizione sul terreno hanno avuto esito negativo circa l'identificazione in superficie della presenza di materiale archeologico, ma sono state utili alla migliore comprensione della topografia moderna in rapporto alla mappatura delle presenze archeologiche note e all'assetto del territorio in antico, oltre che per documentare dello stato dei luoghi in cui si realizzerà l'intervento.

La Carta di valutazione del potenziale archeologico è il risultato dell'integrazione tra i differenti approcci condotti nell'area di intervento per la conoscenza del substrato storico-archeologico e paleo-ambientale (studio archivistico-bibliografico, ricognizione archeologica di superficie, fotointerpretazione).

Considerando l'insieme delle testimonianze archeologiche raccolte entro un inquadramento più ampio, è stato possibile formulare una definizione in termini assoluti del potenziale archeologico, incentrato sulle dinamiche di popolamento antico nel comparto orientale di Bologna (centro urbano e ambiti limitrofi). I dati nel loro insieme hanno sottolineato una continuità insediativa stabilizzata a partire dalla fase preromana (abitato e necropoli) e poi romana, senza escludere frequentazioni anche nelle epoche precedenti. Le scelte insediative sono concentrate in posizioni favorite dalla viabilità e dalla morfologia dei luoghi; nel settore di specifico interesse per la realizzazione dell'intervento, il dato archeologico ha evidenziato l'importanza del paleoambiente, con particolare attenzione all'evoluzione del corso antico del Savena.

Sebbene gli indizi siano abbastanza discontinui, dal momento che si tratta oggi di un territorio ad elevata urbanizzazione, l'insieme degli elementi di studio considerati non hanno permesso di escludere la sopravvivenza di contesti diffusi, resti di infrastrutture, nuclei di sepolture insediamenti o paleosuoli sviluppati in antico nella periferica del sito di Bologna. Va sottolineato che nel settore in esame possono essere consistenti i depositi di accumulo alluvionale/esondativo e sedimentari (di origine fluviale), che dunque potrebbero avere un andamento irregolare a seconda della morfologia dei luoghi e degli spessori residui anche in contesti urbanizzati.

In base allo stato attuale delle conoscenze, i dati nel loro insieme denotano il potenziale archeologico, indiziato da elementi topografici, da evidenze archeologiche e contesti di interesse storico e monumentale nelle sue prossimità.

Si è attribuito nel complesso una classificazione di potenziale/rischio differenziata tra i due settori di intervento: ALTO e MEDIO-ALTO prevalente per il tracciato T01; differenziato tra ALTO e MEDIO-BASSO per il tracciato T02.

La valutazione del potenziale rischio archeologico eseguita è integrata da un Piano di Indagini preliminari concordato con il funzionario archeologo referente della Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara.

Tale piano propone la realizzazione di:

1. carotaggi preventivi per individuare i siti sensibili, da eseguirsi in questa fase di aggiornamento del progetto definitivo di almeno 10 m di profondità. L'interasse viene definito in relazione alla potenzialità del rischio (dai 100 m dove il rischio viene valutato basso, ai 50 m dove il rischio viene invece definito come alto), ed in relazione anche alla disponibilità delle aree.
2. sondaggi nei punti dove i carotaggi danno riscontri di possibili rinvenimenti, con indicazione specifica di procedere mediante trincee gradonate, nei punti dove i carotaggi di cui al punto 1 danno riscontri di possibili rinvenimenti di elementi strutturali archeologici;
3. allargamenti estesi a finestre delle trincee esplorative dei siti individuati per raccogliere elementi conoscitivi, per progettare gli scavi archeologici con assistenza di personale specializzato da effettuarsi durante l'esecuzione dei lavori.

I sondaggi mediante carotaggio sono posizionati secondo le distanze:

- settori di alto potenziale/rischio: interasse circa 50 m;
- settori di medio-alto potenziale/rischio: interasse circa 80 m;
- settori di medio-basso potenziale/rischio: interasse circa 100 m.

In totale, per entrambe le tratte T1 e T2, sono stati individuati 31 punti per i carotaggi preventivi.

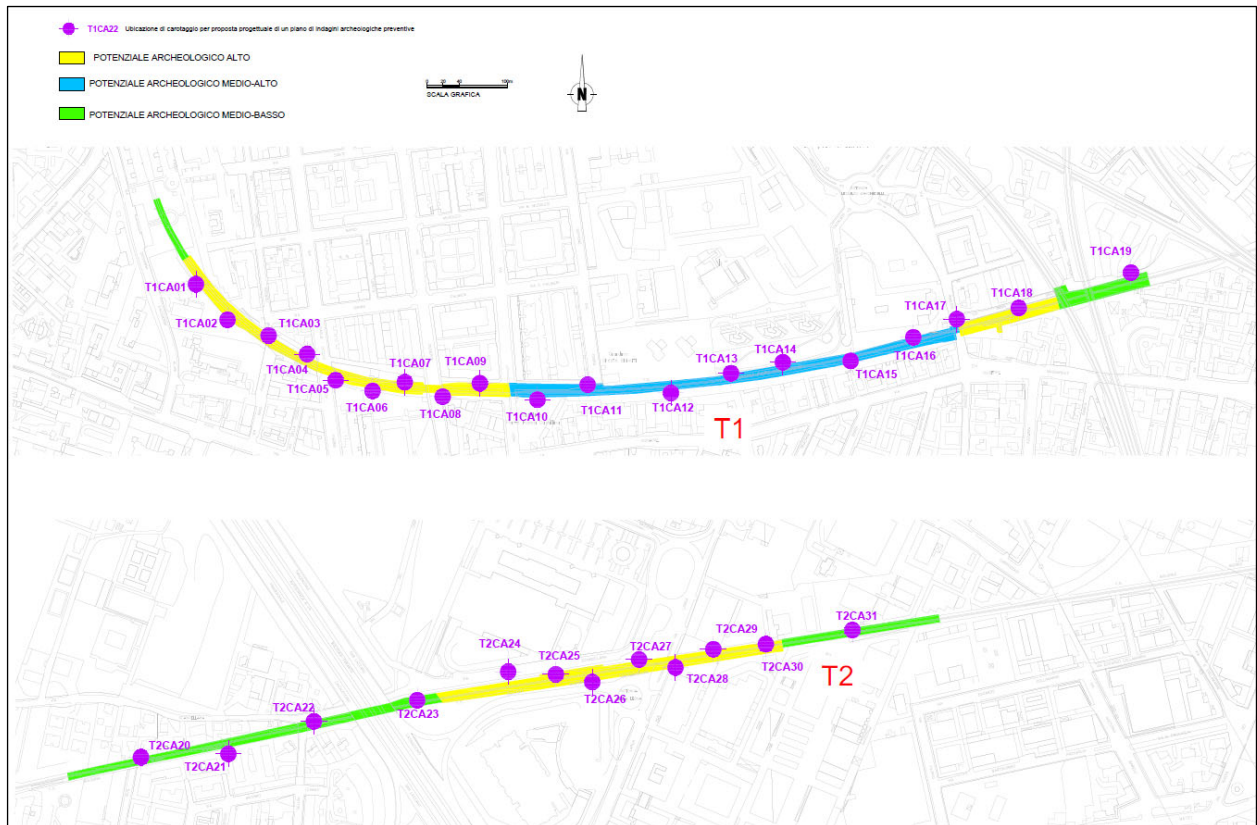


Figura 13: Punti individuati dal piano delle indagini archeologiche

2.4 ESPROPRI E ASSERVIMENTI

Il contesto urbano in cui si sviluppa il progetto ha comportato alcuni approfondimenti delle indagini catastali successive a quanto già eseguito nella prima edizione del progetto. Gran parte delle aree interessate dall'intervento sono di proprietà demaniale o comunque facenti capo a soggetti pubblici, per i quali saranno previste convenzioni riguardo le occupazioni permanenti e temporanee per la realizzazione dell'opera.

Rispetto alla precedente fase di progettazione sono state individuate alcune particelle precedentemente non coinvolte dalle fasi di realizzazione dei lavori e di ripristino successive. Tali particelle sono state quindi censite per mezzo di visure al Catasto comunale di Bologna.

Tipologia di soggetti coinvolti

Come anticipato in precedenza, la maggior parte dei proprietari di aree interessate dall'intervento sono di proprietà pubblica. Gli enti più coinvolti sono:

- R.F.I. S.p.A.
- Comune di Bologna
- Demanio Comunale
- Demanio dello Stato
- Ferrovie Emilia-Romagna s.r.l.

Nella fattispecie del Demanio dello Stato, diversamente che dagli altri Enti pubblici, sarà necessario prevedere un indennizzo di occupazione permanente o temporanea, trattandolo come proprietà privata.

In tutti gli altri casi il convenzionamento tra Ente Ferrovie Emilia-Romagna S.r.l. e gli altri soggetti pubblici sarà la via amministrativa più breve e funzionale da percorrere. Per la quantificazione e la definizione dei dettagli relativi all'elenco ditte e all'ubicazione delle diverse tipologie di occupazione si rimanda alla documentazione grafica di Progetto e all'elenco ditte ad essa allegato.

2.5 INDAGINE SUI FABBRICATI SENSIBILI

La finalità dell'indagine svolta è stata quella di acquisire le informazioni necessarie relative agli edifici interessati dall'interramento del tracciato della linea ferroviaria, allo scopo di identificarne le caratteristiche tipologiche e costruttive e fornire i dati necessari al calcolo dell'indice di vulnerabilità.

L'indagine è stata estesa a 11 edifici e 4 altre strutture interferenti (opere infrastrutturali) e si è articolata nelle seguenti fasi operative:

- Fase A: individuazione degli edifici da analizzare sulla base dei cedimenti attesi. Consiste nell'individuazione preventiva degli edifici da analizzare tramite il censimento e la classificazione di quelli ubicati all'interno dell'area di influenza della tratta in oggetto.
- Fase B: sopralluoghi in sito per la definizione delle caratteristiche degli edifici. Consiste nel sopralluogo diretto in sito all'esterno dell'edificio e quando accessibile all'interno, limitatamente alle parti comuni.
- Fase C: generazione delle schede di rilevamento. Successivamente al rilievo sul campo ed alla raccolta di tutte le informazioni sono state redatte le schede tecniche, complete di documentazione fotografica e, laddove disponibile, progettuale.

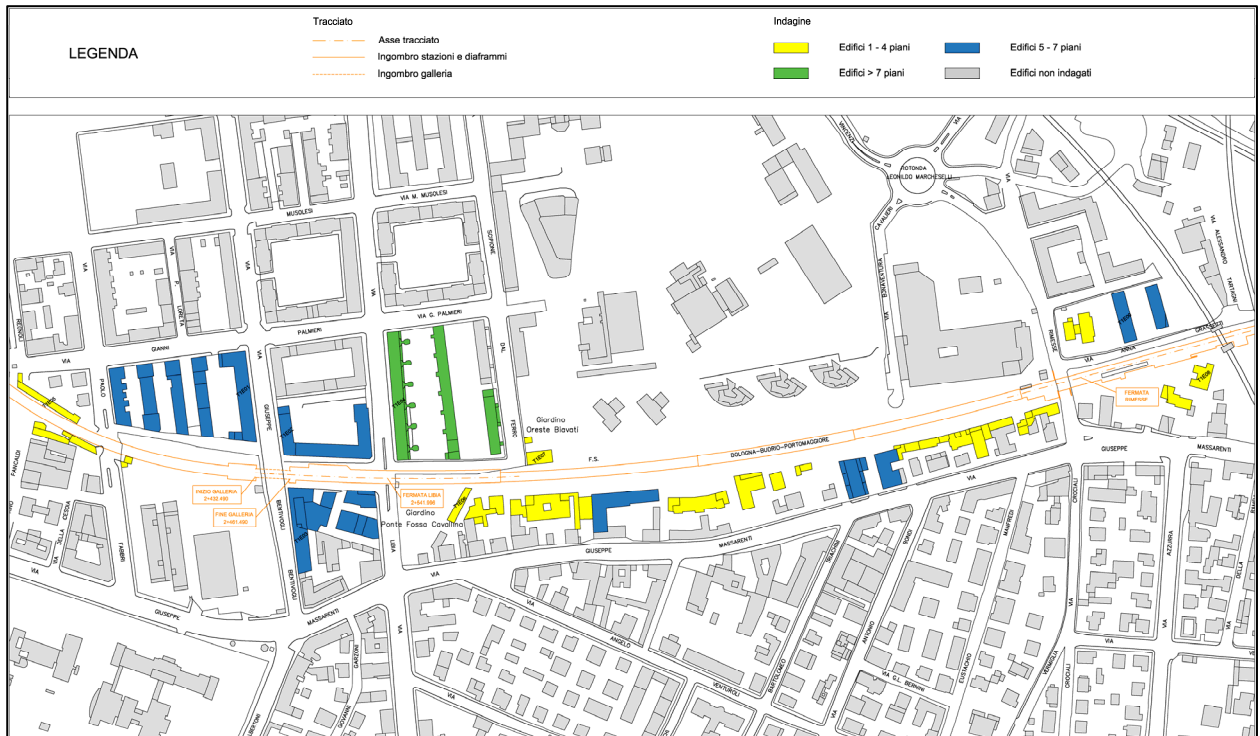


Figura 14: Indagini sui fabbricati - esempio di planimetria tematica

2.5.1 Determinazione degli Indici di Vulnerabilità

Successivamente alla redazione delle schede tecniche, è stato calcolato l'indice di vulnerabilità sulla base di una serie di coefficienti pesati determinabili all'interno delle schede stesse. Tale indice rappresenta una caratteristica intrinseca ed esprime la misura di quanto l'edificio si allontani dalle condizioni di perfetta conservazione e, di conseguenza, quanto esso sia vulnerabile. Maggiore risulta la vulnerabilità dell'edificio, minore è la sua capacità di tollerare ulteriori deformazioni indotte da eventi esterni. La classificazione degli edifici per Indice di Vulnerabilità è indicata in Tabella 3.

Tabella 3: Indice di Vulnerabilità e relativa classificazione

I_v				
0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10
IRRILEVANTE	BASSO	MEDIO	ALTO	ELEVATO

Sulla base della cartografia e dei sopralluoghi condotti, sono stati censiti 15 fabbricati ricadenti nella zona di influenza, intendendo come "fabbricato" ciascuna unità costruttiva strutturalmente completa, continua e indipendente. In questi 15 fabbricati, sono state considerate anche le opere infrastrutturali attraversate (4). Gli edifici codificati sono stati assunti come rappresentativi di tutti gli altri con caratteristiche simili lungo le tratte oggetto di intervento ed indicati in apposite mappe tematiche (Figura 14).

2.6 SERVIZI E IMPIANTI INTERFERENTI

La ricognizione delle reti tecnologiche è stata fatta interpellando Enti Gestori e/o Proprietari delle reti idriche, fognarie e di gas metano, allo scopo di ricostruire una mappatura aggiornata e attendibile delle interferenze e quindi impostare i progetti di adeguamento.

Per quanto riguarda le reti elettriche e di telecomunicazioni, ci si è attenuti a quanto già indagato e rappresentato nella precedente fase di progettazione (progetto definitivo), intervenendo solo ove strettamente necessario in base all'adeguamento del progetto definitivo.

In questa fase si è pertanto provveduto a predisporre, per le aree a rischio di interferenza, delle planimetrie di sintesi, nelle quali sono rappresentate tutte le canalizzazioni presenti nel sottosuolo.

Si precisa che le informazioni non ottenute da rilievi effettuati direttamente sul campo sono affetti da un certo grado di approssimazione per quanto concerne la collocazione planimetrica e la profondità delle reti. In fase di progetto esecutivo sarà pertanto necessario procedere preliminarmente a rilievi diretti delle canalizzazioni mediante opportuna strumentazione.

Andranno del pari rilevate direttamente la posizione e le dimensioni di tutti i condotti non pubblici interessati dallo scavo.

Prima di eseguire una qualunque operazione di scavo tutte le interferenze dovranno essere verificate da ciascun ente gestore in sede di sopralluogo, così da appurarne l'esatta natura e posizione.

Per entrambe le tratte si possono identificare i seguenti sottoservizi interferenti:

ACQUEDOTTO, FOGNATURA, GAS E METANODOTTI. I servizi di acquedotto, fognatura e gas presenti nell'area di intervento sono gestiti da **HERA S.p.A.**. Nel caso specifico sono state linee di fognatura mista, individuate reti di distribuzione di acquedotto e gasdotto di bassa pressione. Per quanto riguarda la rete fognaria, in seguito all'incontro con il personale tecnico di HERA ed a un sopralluogo congiunto con il responsabile del comune di Bologna, è stato possibile ricostruire qualitativamente le quote di scorrimento delle principali fognature presenti nelle aree d'intervento. Per ognuna di queste è stata progettata una soluzione dell'interferenza con le opere d progetto, in grado di garantire il funzionamento della rete senza sospensioni del servizio. In generale le fasi di realizzazione delle nuove deviazioni prevedono la predisposizione di tutte le opere di deviazione prima dell'intercettazione della fognatura alla quale viene realizzato l'allacciamento, così da poter deviare il deflusso direttamente nell'infrastruttura definitiva.

TELECOMUNICAZIONE. Riguardo alla rete di telecomunicazioni, si evidenziano diverse zone di interferenza tra la viabilità di progetto e l'infrastruttura di **TIM - TELECOM ITALIA**. In particolare, si tratta di linee interrate contenenti apparati telefonici e di fibra ottica, comprensivi di allacci alle abitazioni circostanti.

Reti ELETTRICHE. Per quanto riguarda le linee elettriche, vengono segnalate diverse zone di interferenza con la viabilità di progetto, in quanto sono presenti nell'area numerose linee aeree e interrate, complete dei relativi allacci con le abitazioni circostanti.

3 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO

Per il tracciamento plano-altimetrico si è fatto riferimento al "REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema <infrastruttura> del sistema ferroviario dell'Unione europea.

Le principali caratteristiche geometriche della linea sono:

Raggio di curvatura

I raggi minimi adottati nel Progetto sono:

- R = 355,00m per la tratta T1 (in corrispondenza all'attacco della linea preesistente).
- R = 2700,00m per la tratta T2.

Pendenza massima in linea

La pendenza massima adottata nel Progetto è di:

- P = 2.5 ‰ per entrambe le tratte

Raggi altimetrici

I raggi minimo adottati nel Progetto sono:

- R = m 1450 per entrambe le tratte

Sopraelevazione del binario in curva

La sopraelevazione massima adottata in curva corrisponde a:

- 80 mm (Tratta T1)
- 0 mm (Tratta T2)

ed è realizzata ruotando il binario attorno alla rotaia interna.

Velocità di Progetto

La velocità massima adottata $V_A = 75$ km/h

Curve di transizione

- Clotoide

franchi altimetrici e linea di contatto

La linea di contatto è posto a 5.20m dal piano del ferro mentre i franchi altimetrico minimo tra piano del ferro e intradosso delle strutture è:

- $H_{min} = 5.70$ m per entrambe le tratte

3.1 TRACCIATO PLANO ALTIMETRICO

3.1.1 Tratta T1 (Zanolini – Rimesse)

Il tracciato della tratta T1 inizia all'interno della galleria già realizzata per l'interramento della fermata Zanolini, alla prg. 2+029,66.

Al termine dei lavori, il tracciato planimetrico della nuova linea risulterà sostanzialmente analogo a quello della esistente linea in superficie.

Poiché dalla fine della galleria Zanolini sin quasi all'intersezione con via Bentivogli erano già state realizzate delle paratie laterali, delle quali si è provveduto ad individuarne l'esatta posizione planimetrica attraverso un rilievo topografico di dettaglio, è stato mantenuto il medesimo tracciato posizionando l'asse del nuovo binario all'interno delle paratie esistenti.

Il tracciato si posiziona quindi in asse all'attuale fornace esistente sotto il ponte di via Bentivogli, dove sarà realizzata la galleria naturale.

All'uscita dalla galleria naturale, trova collocazione l'allargamento delle strutture per predisporre i locali tecnici necessari alla gestione degli impianti meccanici, elettrici di sicurezza della galleria stessa ed ospitare una futura fermata di via Libia; la linea prosegue poi con una ampia curva ($R = 1.795,00$ m) in direzione di via Rimesse e, superata tale intersezione, si riconnetta al tracciato esistente poco dopo i due ponti delle linee RFI, alla prg. 3+354.60, con uno sviluppo complessivo dell'intervento pari a circa m 1.325.

Lo sviluppo planimetrico del tracciato è essenzialmente costituito da curve di raggi variabili (con un minimo di $R = 355,00$ m), collegati da clotoidi, uno sviluppo curvilineo di ampio raggio per la maggior parte del tracciato, ed un tratto rettilineo terminale, di circa 286 m.

Dal punto di vista altimetrico, la livelletta iniziale si sviluppa, fin quasi all'intersezione con via Fabbri sostanzialmente in prosecuzione di quella esistente nella galleria già realizzata, con la pendenza del 2‰.

Successivamente la livelletta si abbassa, con la pendenza del 25‰, per consentire il superamento dell'intersezione con il ponte di via Bentivogli e la relativa condotta fognaria, da qui la livelletta risale con una pendenza del 2‰ per rispettare i vincolo di quota determinati dal collettore fognario esistente lungo via Libia e consentire la collocazione della futura fermata Libia; superata la fermata la linea inizia la risalita in superficie con una pendenza costante del 23‰, per poi raccordarsi altimetricamente con il binario esistente.

Lungo tale tratta di risalita trova collocazione la fermata di Rimesse, in corrispondenza della quale la livelletta è pari al 6‰.

Si ritiene opportuno evidenziare che la pendenza della livelletta in questa tratta terminale, che determina la collocazione della fermata Rimesse in una zona in trincea aperta, è il compromesso tra alcune esigenze tra loro contrastanti; si è cercato infatti di trovare un equilibrio tra la necessità di garantire l'attraversamento della linea da parte del collettore fognario, attualmente posto in via Rimesse, che avrebbe suggerito una quota del piano ferro "alta", e la necessità di non appesantire

troppo l'impatto determinato dal nuovo manufatto di scavalco della viabilità di via Rimesse nei riguardi del tessuto urbano circostante.

In aggiunta la pendenza del 6 ‰ permette di portare la luce netta minima all'intradosso dello scavalco di via Rimesse alla quota di 5,77 m.

Tali contrastanti esigenze sono state ulteriormente condizionate dall'opportunità di non approfondire la quota della nuova linea nella zona di allaccio con il binario esistente, che avviene poco dopo i forni degli esistenti ponti ferroviari FS. E' evidente che una livelletta sufficientemente "alta" in tale zona riduce la necessità di particolari interventi atti a garantire la staticità delle fondazioni dei ponti stessi.

3.1.2 Tratta T2 (S. Rita – Via Larga)

Il tracciato della tratta 2 inizia subito dopo la banchina della fermata S. Rita alla prog. km 4+000,00 e termina alla prog. km 5+100,00.

Al termine dei lavori, il tracciato planimetrico della nuova linea risulterà sostanzialmente analogo a quello della esistente linea in superficie. Le caratteristiche più importanti del nuovo tracciato risiedono nell'andamento altimetrico, studiato per poter risolvere le interferenze con gli attraversamenti di via Cellini e di via Larga.

Dal punto di vista altimetrico, la livelletta iniziale, dopo un breve tratto con pendenza del 3,2‰ in corrispondenza della fermata S. Rita e un raccordo circolare di raggio 1450 m, assume la pendenza del 25‰ raggiungendo un dislivello di 6,3 m rispetto all'attuale piano viario di via Cellini, la cui continuità sarà garantita mediante un nuovo impalcato stradale. Come evidenziato anche in precedenza, l'abbassamento della ferrovia in corrispondenza di via Cellini determina un'interferenza con la condotta fognaria esistente, la cui risoluzione richiede una nuova opera idraulica con funzionamento a sifone.

Dopo via Cellini la livelletta risale con una pendenza del 8,5‰ lungo la quale incontra l'attuale ponte della autostrada A14 e le tangenziali ; questo tratto risulta particolarmente delicato per la vicinanza delle nuove opere ferroviarie rispetto alle fondazioni dell'attuale ponte.

Superata l'autostrada, la livelletta prosegue con pendenza del 2‰ per consentire di ricollocare in trincea l'attuale fermata di via Larga.

Nel tratto successivo alle banchine il profilo ricomincia a guadagnare quota con una pendenza del 20‰ per raccordarsi con il piano campagna esistente. Il raccordo tra le livellette +2‰ e +20‰ avviene tramite un cerchio di raggio 2500 m e di 45 m di sviluppo; in questo tratto la linea sottopassa lo scavalco di via Larga, realizzato per risolvere l'attraversamento viario della linea. La posizione altimetrica in corrispondenza di via Larga è strettamente vincolata sia dalla presenza di una condotta fognaria interferente con la linea, sia dall'impalcato dello scavalco di via Larga che non può essere alzato troppo per non dover intervenire anche sull'attuale rotatoria e sugli accessi limitrofi.

Per poter risolvere l'interferenza con la condotta fognaria il progetto prevede di realizzare due pozzi a monte e a valle della futura galleria a cielo aperto, per intercettare il collettore di 150 cm

di diametro e sostituirlo in seguito alla realizzazione delle paratie con uno scatolare di maggior superficie e minor altezza, al di sopra del quale si sviluppa il corpo stradale ferroviario.

L'intervento prevede anche la realizzazione di uno scavalco viario sul sedime dell'attuale via Larga dotato di doppia corsia di marcia e pista ciclopedonale. Si ipotizza di utilizzare anche in fase di cantiere il futuro scavalco di via Larga per permettere l'attraversamento dei veicoli.

3.2 SEZIONE TRASVERSALE

Il progetto prevede una sovrastruttura ferroviaria di tipo tradizionale composto da traversine e ballast con le seguenti caratteristiche geometriche:

- in corrispondenza alla verticale delle rotaie lo spessore minimo del ballast sotto la traversa è di 20 cm;
- il piano di posa del ballast è profilato con pendenza trasversale a unica falda del 3% per convogliare le acque meteoriche nella direzione della canaletta/tubazione posta sul lato sinistro, ad eccezione della fermata Rimesse dove la sagoma è a tetto essendo previsto il drenaggio su ambo i lati;
- tra il ballast e la soletta strutturale è presente uno strato in cls magro di spessore variabile (min. 30-60cm) in funzione del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma.

Lungo tutto il tracciato (sia T01 che T02) sul lato destro del binario è presente un marciapiede di larghezza pari a 1.00m, rialzato di +0.55m rispetto al piano del ferro, avente anche funzione di via di esodo in caso di emergenza.

Sul lato sx è invece previsto uno stradello di servizio non transitabile sotto il quale è stato collocato la tubazione o la canaletta per il drenaggio delle acque. La larghezza dello stradello è pari a 1.00m all'interno delle strutture mentre è stato ridotto a 0.70m nei tratti in trincea aperta e nel tratto sotto l'autostrada A14.

La larghezza utile interna alle strutture è pari a 5.70m, ad eccezione di un breve tratto sotto l'autostrada A14, dove è stato ridotto a 5.20m allo scopo di minimizzare l'interferenza con le fondazioni dei viadotti autostradali.

La linea di contatto è posta a 5.20m rispetto al p.f. Il franco altimetrico garantito tra linea di contatto ed intradosso della soletta di copertura è in genere superiore a 0.75m, eccezionalmente tale misura è stata ridotta a 0.50m in corrispondenza di punti singolari maggiormente vincolanti.

Con riferimento alla norma UNI EN 15273-3, come indicato da FER, le sagome limite (Gabarit) utilizzate per definire il profilo di riferimento, e quindi lo spazio di transito che deve essere lasciato libero da elementi infrastrutturali, sono le seguenti:

- G1 per la sagoma alta;
- GI2 per la sagoma bassa.

4 ARMAMENTO FERROVIARIO

L'armamento è composto dai seguenti elementi strutturali:

ROTAIE

Sono previste conformi alla tipologia 60E1, le due rotaie sono fissate sulle traverse con l'ausilio degli attacchi elastici di tipo Vossloh. Lo scartamento della linea è di 1435 mm. La rotaia è montata con l'asse verticale inclinato di 1/20 verso l'interno.

Il binario con i relativi organi dovranno garantire la resistenza ai carichi previsti dalla EN 14363:2019.

TRAVERSE

Per tutti i tratti oggetto dell'intervento è prevista la posa di nuove traverse monoblocco in C.A.V.P di tipo RFI 230 di cui alla voce MaceP 722/7320.

ORGANI D'ATTACCO

Per tutta la tratta oggetto dell'intervento è previsto l'utilizzo di attacchi elastici tipo Vossloh, già compresi nella fornitura e posa delle traverse (voce 722/7320 del MaCeP).

BALLAST

Il pietrisco impiegato è di prima categoria e risponde ai requisiti indicati nel capitolato d'appalto delle opere civili RFI codifica RFI DTC SI GE SP IFS 002 A.

5 PROGETTO FUNZIONALE-ARCHITETTONICO

5.1 GALLERIA DI LINEA

5.1.1 Tratta in Galleria Artificiale – Zona Zanolini con paratie esistenti

Dall'attuale galleria Zanolini fino quasi all'intersezione con via Bentivogli erano già state realizzate delle paratie laterali, che vengono mantenuti nel progetto ed integrati con dei nuovi diaframmi esterni agli stessi.

In questa zona è stato quindi previsto un primo tratto di galleria aperta lunga 23 m compresa tra la progressiva km 2+084 e km 2+107 per creare discontinuità tra la galleria esistente e quella di progetto, avente la seguente sezione.

Dopodiché inizia la galleria artificiale che dalla progressiva km 2+107 fino al km 2+410 è caratterizzata dalla seguente sezione funzionale, avente una larghezza interna di circa 5,60 - 5,70m (distanza rilevata tra le paratie esistenti) e un franco minimo tra piano del ferro ed intradosso della struttura di 5.95m (linea di contatto posta a 5.20m e 0.75 m per la T.E.)

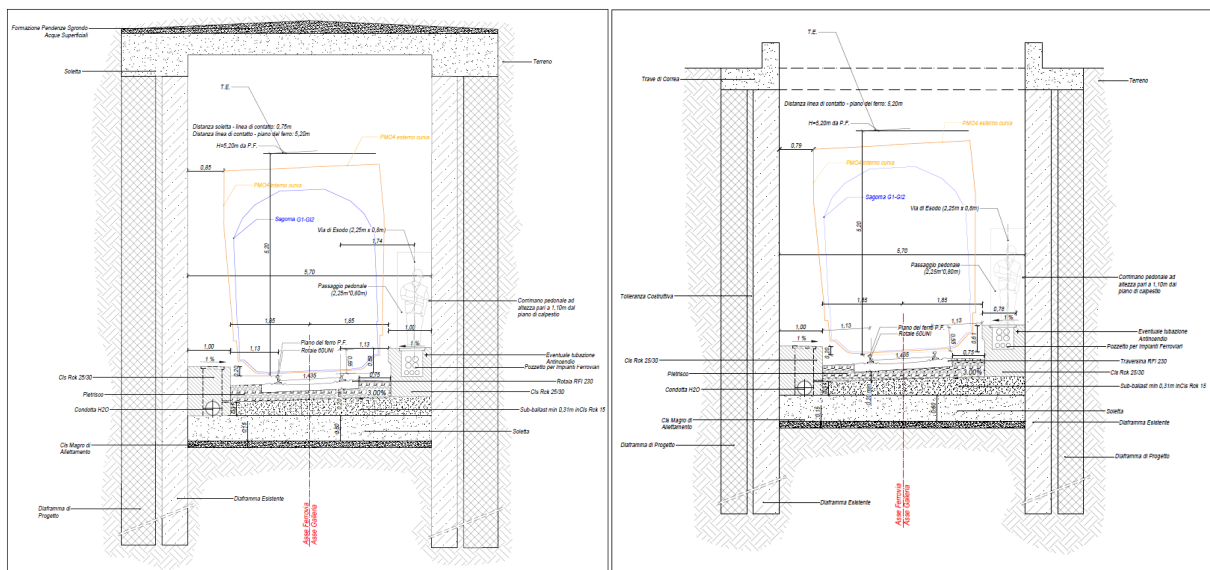


Figura 15: Sezioni tipo funzionale della galleria artificiale con paratie esistenti - Tratta T1

Al termine del tratto con presenza delle paratie esistenti, sarà realizzato (tra km 2+410 e km 2+432) un breve tratto di galleria artificiale di dimensioni allargate necessaria per la realizzazione della successiva galleria naturale, descritta nel successivo paragrafo.

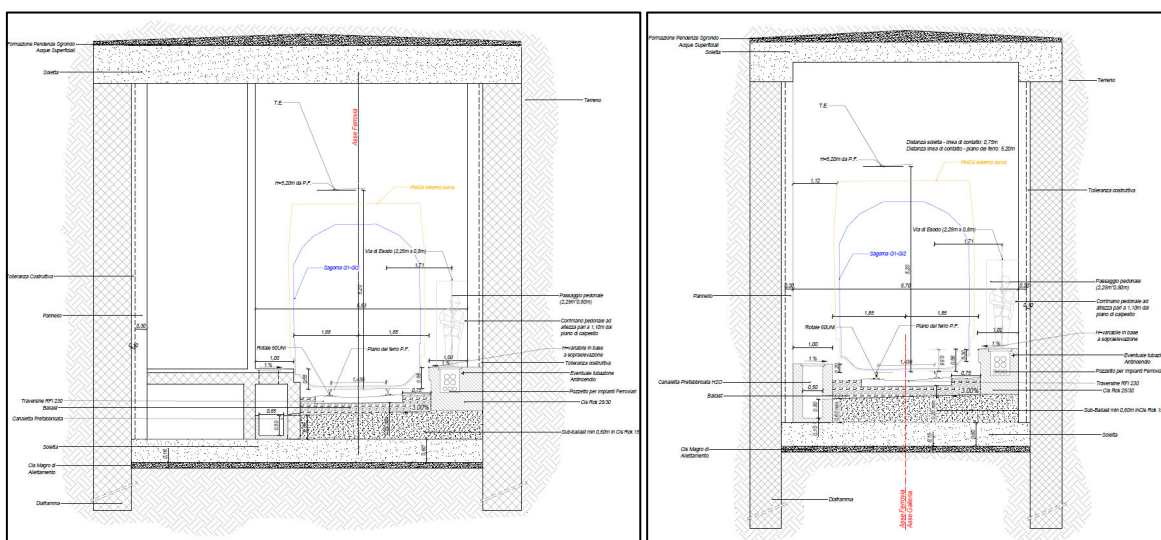
Lungo il lato sud della linea ferroviaria è stato previsto un marciapiede largo 1 m, rialzato a +55 cm dal binario e distante 1.85m dalla rotaia più vicina, avente sia funzione di via di esodo in caso di emergenza sia come corridoio per ispezione/manutenzione. Allo scopo di consentire la massima sicurezza del personale che utilizzerà tale marciapiede sono state ricavate ogni 25 m delle nicchie lunghe circa 2.40 m e larghe 1.20m.

- Opere di sostegno di prima fase e definitive necessarie per la realizzazione dell'opera
- Le indicazioni dettate in sede di Conferenza dei Servizi e di validazione del PD

La valutazione di tutti questi vincoli ha imposto l'abbassamento della livelletta di progetto, come precedentemente illustrato.

5.1.3 Tratta in Galleria Artificiale

Dopo la galleria naturale, la sezione prosegue in galleria artificiale con un allargamento sul lato nord per realizzare le opere grezze della fermata Libia. La sezione funzionale è riportata nella seguente figura.



**Figura 17: A sinistra: Sezione tipo funzionale della galleria artificiale, zona fermata Libia (T1)
A destra: Sezione tipo funzionale della galleria artificiale (T1)**

Alla progressiva km 2+648 la larghezza della galleria artificiale si riporta a 5.70m, da qui inizia anche la rampa di risalita in direzione Portomaggiore. Tale configurazione arriva fino alla progr. 2+799, dove termina il tratto coperto.

Anche su questo tratto è stato previsto il marciapiede e nicchie ogni 25 m.

Le caratteristiche degli elementi laterali (marciapiedi e stradello) sono analoghe a quelle della sezione tra paratie, mentre lo spessore del cls tra ballast e soletta di fondo è stato aumentato a 60 cm per consentire l'inserimento di una canaletta idraulica avente una sezione utile di 50x50cm.

5.1.4 Uscite di emergenza

Situate nelle zone di inter-tratta tra fermate successive, la linea ferroviaria in progetto prevede 5 uscite di emergenza che assolvono la duplice funzione di via di esodo dei passeggeri e via di accesso alla linea da parte dei Vigili del Fuoco. Sebbene i requisiti richiesti dalla normativa di riferimento in materia di sicurezza nelle gallerie ferroviarie (DM 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" e Regolamento 1303/2014/UE, STI concernente la "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie") non ne imponessero la predisposizione, tali uscite di emergenza sono state previste

sin dalla redazione del progetto definitivo di riferimento e confermate nella sua revisione, al fine di incrementare il fattore di sicurezza della linea in sotterraneo e in trincea.

Sono localizzate in corrispondenza seguenti progressive:

TRATTA T1: GALLERIA ZANOLINI (PK 2+029,65) - LA FERMATA RIMESSE (PK 3+354,59)	
Accesso/Uscita di emergenza AU1	Pk 2+169.115m
Accesso/Uscita di emergenza AU2	Pk 2+326.981m
Accesso/Uscita di emergenza AU3 (F.Libia)	Pk 2+621.996
Accesso/Uscita di emergenza AU4	Pk 2+954.502m
TRATTA T2: FERMATA VIA LARGA (TRA PK 4+000,00 E PK 5+100,00)	
Accesso/Uscita di emergenza AU5	Pk 4+255.000m

Tale disposizione, includendo i marciapiedi di fermata e le tratte di linea superficiale, permette di garantire percorrenze pedonali medie lungo linea di circa 300m.

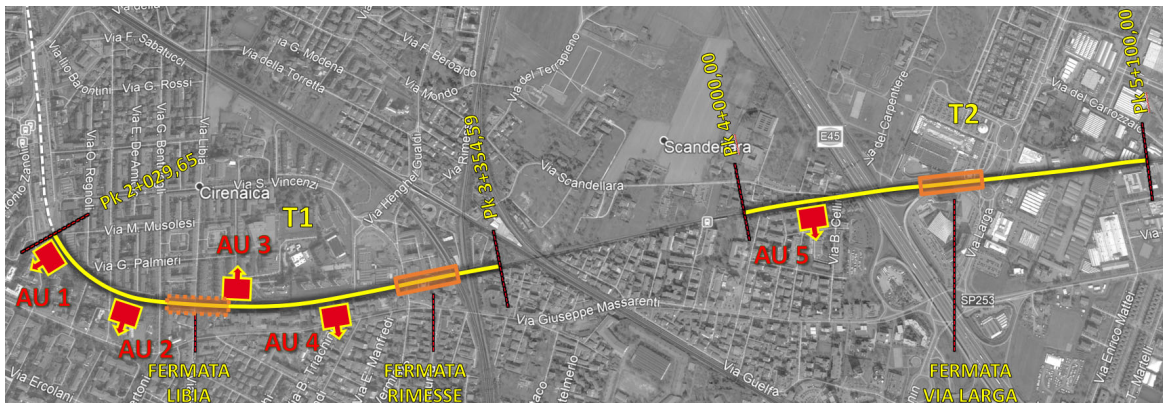


Figura 18: Localizzazione degli Accessi/Uscite di emergenza



Figura 19: Schema delle distanze tra uscite/accessi di emergenza lungo linea

Le uscite di emergenze si distinguono principalmente in due diverse tipologie funzionali: una a servizio dei tratti in galleria artificiale l'altra a servizio dei tratti in trincea

Accessi/Uscite di emergenza in galleria artificiale

Queste uscite, essendo in sotterraneo, sono dotate di una zona filtro a prova di fumo, tale da separare la galleria di linea dalla scala di emergenza comunicante direttamente con l'esterno.

Accesso/Uscita di emergenza in trincea

Queste uscite si compongono di una semplice scala di emergenza che collega il camminamento in trincea con l'esterno, permettendo un accesso/uscita dalla linea più agevole e diffuso, rispetto al solo vincolo di collegamento mediante i marciapiedi di fermata

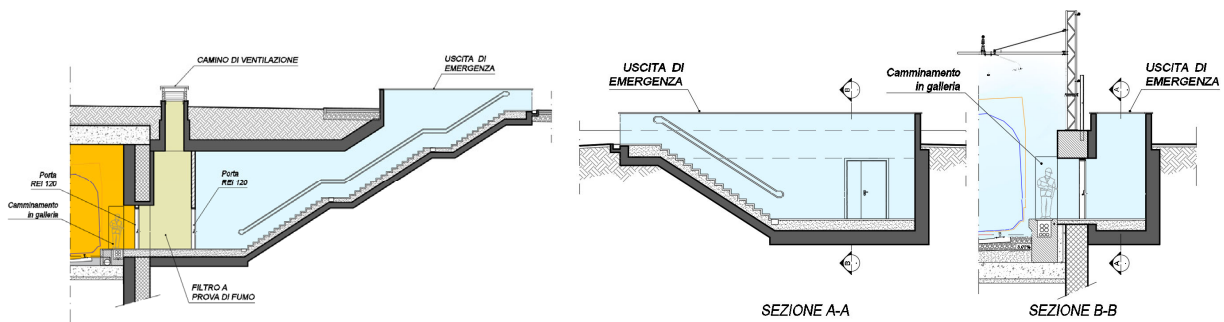


Figura 20: Schema di un Accesso/Uscita di emergenza in galleria artificiale (dx) ed in trincea (sx)

5.1.5 Tratta in Trincea

Lungo i tratti in rampa è stata prevista sia per la tratta T1 che per la tratta T2, una sezione in trincea confinata lateralmente da diaframmi rivestiti per contenere la sezione di scavo e conseguentemente l'ingombro delle nuove opere. Le caratteristiche funzionali della sezione sono le medesime di quella dei tratti coperti.

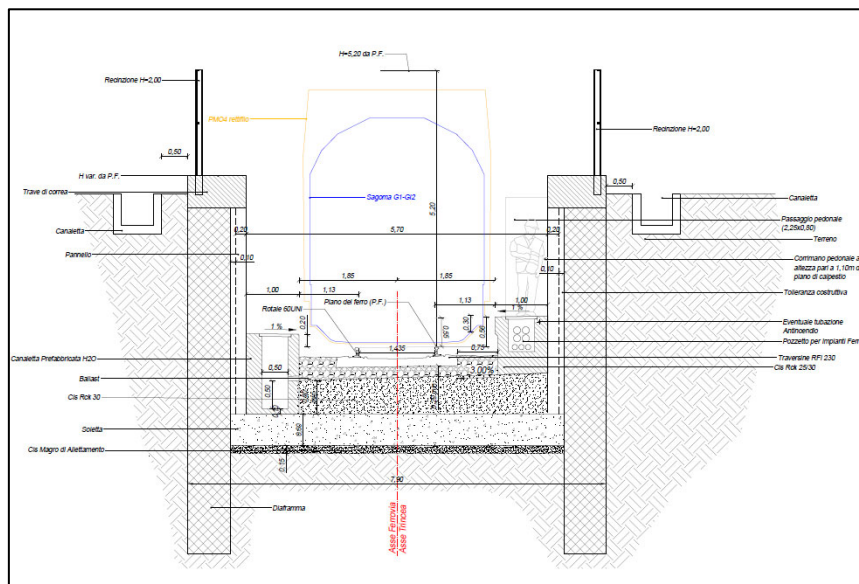


Figura 21: Sezione tipo funzionale in trincea "chiusa" – Tratte T1 e T2

Una volta che le rampe arrivano in prossimità della superficie, i diaframmi non risultano più necessari per il contenimento degli scavi, per cui è stata adottata la seguente sezione funzionale.

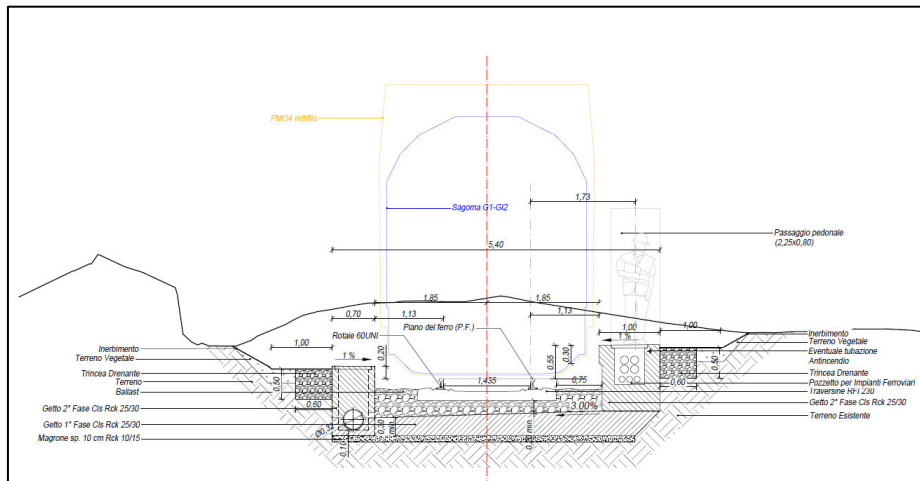


Figura 22: Sezione tipo funzionale in trincea “aperta” – Tratte T1 e T2

Anche in questa sezione è stata mantenuta la continuità del marciapiede, sempre di larghezza 100 cm, e dello stradello non transitabile di larghezza 70 cm, che è la misura strettamente necessaria per ospitare i pozzetti idraulici. All'esterno delle opere è prevista una banca larga 100cm, dove è prevista una trincea drenante per raccogliere le eventuali acque provenienti dall'esterno della ferrovia. Il raccordo con il terreno esistente avviene mediante scarpate di pendenza 1/1 e inerbite.

5.1.6 Sottoattraversamento Autostrada A14

Una particolarità dal punto di vista della sezione funzionale è costituita dal tratto di sottoattraversamento della autostrada A14 e delle tangenziali limitrofe, posto tra le progressive km 4+337 e km 4.438. Infatti, lo spazio ridotto tra l'asse ferroviario e le pile del viadotto autostradale esistente ha richiesto un leggero restringimento della sezione che passa da 5.70m a 5.20m; ciò tuttavia non comporta particolari problemi di franco rispetto alle sagome limite (Gabarit) previste in progetto trattandosi anche di un tratto privo di sopraelevazioni. Tale riduzione della sezione è stata ottenuta modificando solo gli elementi a nord della ferrovia: lo spazio destinato al drenaggio delle acque di piattaforma è stato ristretto a 70 cm e la distanza tra rotaia e canaletta è pari a 1.65m.

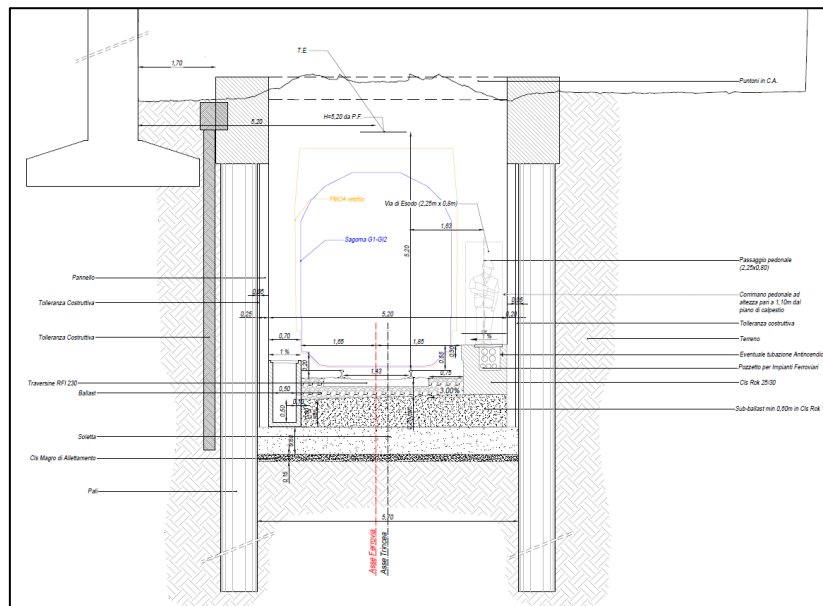


Figura 23: Sezione tipo funzionale sotto autostrada A14 – Tratte T2

Sul lato sud della linea ferrovia è stato mantenuto il marciapiede largo 1 m, rialzato a +55 cm dal binario e distante 1.85m dalla rotaia più vicina.

Infine, si evidenzia che l'estensione di questa sezione funzionale è superiore a quella strettamente necessaria per l'attuale conformazione delle opere autostradali; tuttavia è già previsto un ampliamento dell'autostrada e questo assetto delle opere ne consentirà la piena compatibilità sia che i lavori di ampliamento autostradale precedano i lavori di interrimento della ferrovia sia che siano successivi.

5.2 FERMATE DI LINEA

L'intervento di interrimento interessa la riprogettazione delle due fermate oggi in funzione lungo la linea:

- via Rimesse (T1)
- via Larga (T2)

In aggiunta viene predisposta la struttura per l'inserimento di una terza fermata, via Libia, completamente in galleria ed in prossimità dell'omonima via.

Tutte le fermate sono accumulate dagli stessi principi i funzionali:

- Marciapiede di fermata L = 160m
- larghezza l = 3.80m
- Accessibilità per persone con ridotta mobilità
- Pensilina: ad eccezione di via Libia, le altre fermate sono caratterizzate da circa 70-80 m pensilina a copertura dei marciapiedi, per aumentare il comfort dei viaggiatori durante l'attesa del treno

- Area tecnica: ricavate nei sottoscala di accesso, in cui sono presenti gli impianti propedeutici al funzionamento della fermata.



Figura 24: Fermata Rimesse, in trincea

Fermata Via Rimesse

La fermata Rimesse è in trincea a marciapiede laterale ed ha una profondità di circa 3,5m dal piano campagna ed una pendenza di linea dello 0,6% .

È localizzata tra via Rimesse ed il cavalcaferrovia della linea Bologna-Firenze (RFI). Si inserisce al di sotto del nuovo cavalcaferrovia di Rimesse, con il quale condivide parte dell'accessibilità al marciapiede di fermata. Gli altri due accessi sono invece realizzati all'interno del parco: il primo baricentrico rispetto al marciapiede di stazione (circa sulla stessa impronta dell'esistente), il secondo all'estremità opposta del marciapiede lato est. Questo accesso svolgerà anche la funzione di trasbordo con la fermata San Vitale di RFI.

Fermata Via Larga

La fermata si sviluppa parallelamente alla via Scandellara, marciapiede laterale ed ha una profondità di circa 4,5m dal piano campagna ed una pendenza dello 0,2%. L'accessibilità è garantita attraverso 2 corpi scale ed un ascensore.

La fermata rientra all'interno di un nuovo circuito ciclo-pedonale, dotato di collegamenti in sede riservata che corre da via Cellini fino all'area industriale dopo via Larga, nonché propone un collegamento sotto il raccordo autostradale che permette il comodo e sicuro raggiungimento del centro Unipol.

Fermata Via Libia

Questa fermata è interamente in galleria e si sviluppa a ridosso dell'omonima via. In fase iniziale, di riapertura della linea, sarà adibita a semplice area tecnica a servizio degli impianti ferroviari. Solo successivamente, a seguito di lavori di adeguamento e completamento, potrà essere aperta ai passeggeri.

La fermata avrà un marciapiede laterale ed ha una profondità di circa 9,5m dal piano campagna ed una pendenza dello 0,5%. L'accessibilità sarà garantita attraverso 2 corpi scale ed un ascensore.

Sin da subito le opere al rustico e l'impostazione funzionale permettono di ottemperare ai dimensionamenti minimi per garantire la piena fruibilità della fermata sia in condizioni di normale esercizio, sia in caso di situazioni di emergenza.

Per raggiungere questo obiettivo bisogna principalmente rilocalizzare parte dell'area tecnologica, attualmente presente sull'impronta del marciapiede di linea.

5.3 SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE



Come richiesto delle normative vigenti, gli spazi pubblici e le fermate oggetto di intervento, sono progettate per permettere una accessibilità sicura e confortevoli a tutti i viaggiatori, compresi coloro che hanno forme di disabilità fisico/motorie.

Le fermate sono progettate secondo gli standard vigenti ed in ultimo dalle Specifiche Tecniche per l'Interoperabilità (STI) del sistema ferroviario UE relative all'accessibilità per le persone con disabilità e a ridotta mobilità (1300/2014/UE). In tal senso si rimanda al documento specifico *FER_BP_D_TO_GEN_GEN_R_004 Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI) applicabili - Relazione di ottemperanza*.

Nelle fermate oggetto di interrimento, non sono presenti servizi a supporto dei viaggiatori, quali sportelli di biglietteria, servizi igienici pubblici, sale di aspetto, etc., pertanto le principali soluzioni adottate per il superamento delle barriere architettoniche sono rappresentate dai collegamenti verticali che mettono in comunicazione il piano strada con il piano banchina.

In particolare, tali aspetti, interessano gli ascensori, le rampe fisse (di raccordo tra marciapiedi/piano strada e marciapiedi/banchine di fermata), le scale e la presenza di percorsi tattili per ipovedenti

5.4 PRINCIPI ARCHITETTONICI

Il progetto architettonico include la definizione delle soluzioni formali per lo spazio pubblico e per le aree tecniche, la scelta dei materiali per le finiture e l'indicazione delle tecnologie costruttive. In particolare, la progettazione architettonica investe il tema delle fermate e degli accessi, per i quali, anzitutto, occorre definire una comune visione architettonica.

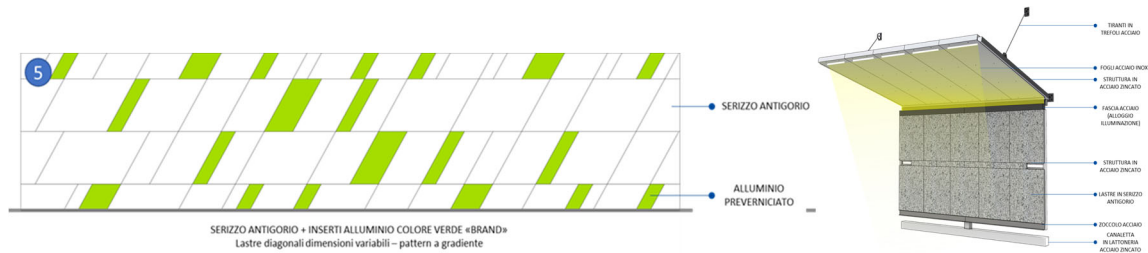


Figura 25 - Pattern per la porzione centrale del rivestimento delle banchine al di sotto delle zone coperte da pensilina (schema a sx)

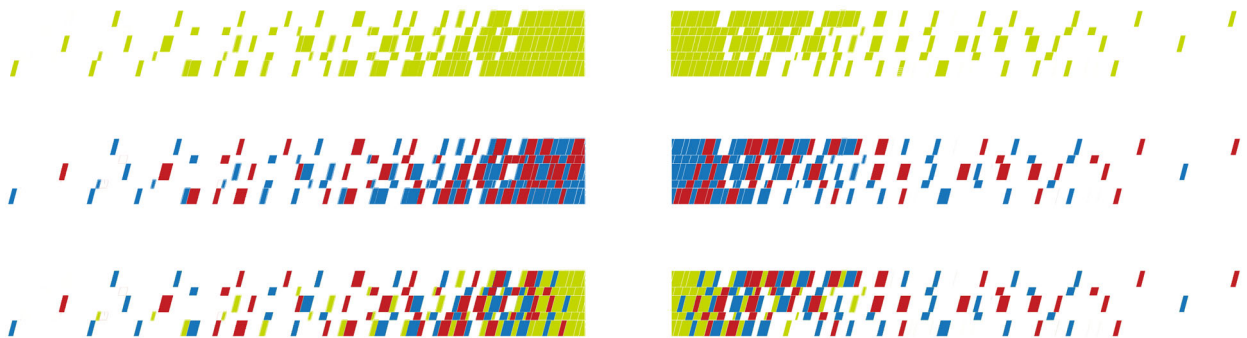


Figura 26 - Esempi di pattern e colore per il rivestimento delle banchine, in alto, colore da brand FER ("Sulfur Yellow", RAL 1016), al centro colori da brand SFM ("azzurro SFM" e "rosso SFM"), in basso giustapposizione dei colori dei due brand.

In tal senso, si è condotto anzitutto uno studio concettuale sulla definizione della cosiddetta **"Identità di linea"**, ossia il quadro degli elementi formali atti a definire gli aspetti architettonici comuni a tutte le fermate della tratta Bologna-Portomaggiore.

In secondo luogo, si sono analizzate quelle caratteristiche particolari delle singole fermate, capaci di renderle riconoscibili univocamente nella linea, ossia le caratteristiche che definiscono la specifica **"Identità di fermata"**.

Riguardo al primo aspetto, alla base del presente progetto definitivo, si è sviluppato uno studio di concept architettonico, articolato sugli elementi costitutivi dello spazio delle fermate, il cui disegno funzionale varia a seconda di tipo e localizzazione. Il concept architettonico mira a definire uno spazio sicuro, facile da mantenere, basato su riferimenti estetici già comuni ad altre fermate realizzate da FER ed alle caratteristiche stilistiche riportate nelle linee-guida del *Brand Book-Concetti Applicativi* (versione 1 - ottobre 2014) redatto da FER.

Dai riferimenti citati si è arrivati alla definizione di un progetto architettonico che individua un'area di attesa protetta, sotto una pensilina nelle stazioni esterne, al centro della banchina, rivestita con pattern riconoscibili secondo l'estetica del citato brand, mentre il resto dello spazio viene trattato in maniera più neutra, fatti salvi altri elementi riconoscibili della linea FER, come totem informativi, segnaletica ecc... Lo spazio delle fermate, così concepito, è completato dal disegno coordinato delle finiture, ossia pavimentazioni, rivestimenti, coperture, ascensori (ove presenti), corrimani e arredi, oltre alla progettazione illuminotecnica definitiva, ed è definito come segue.

6 PROGETTO STRUTTURALE

6.1 GALLERIA DI LINEA

6.1.1 Tratta in Galleria Artificiale – Zona Zanolini con paratie esistenti

La tratta viene realizzata con diaframmi di lunghezza variabile e spessore di 60cm/80cm.

La nuova soluzione progettuale prevede l'adozione della metodologia di scavo "top-down"; con tale procedura, dopo l'esecuzione dei diaframmi, viene subito messa in opera la soletta superiore, che vincola la testa dei diaframmi durante le operazioni di scavo.

In questo modo è possibile limitare/eliminare la presenza dei puntoni temporanei e si riducono gli spostamenti e i cedimenti del terreno circostante.

Di seguito si descrivono le sezioni caratteristiche che compongono il tratto in esame.

6.1.1.1 Sezione TIPO 1

I diaframmi che caratterizzano la sezione tipo 1 vengono realizzati in aderenza ai diaframmi esistenti; questi ultimi, infatti, in base a diversi sondaggi effettuati si ritiene che abbiano un'altezza insufficiente alle esigenze di scavo per raggiungere la quota del piano ferro di progetto.

Ai fini del calcolo, pertanto, si ritiene che i diaframmi esistenti non diano alcun contributo di resistenza.

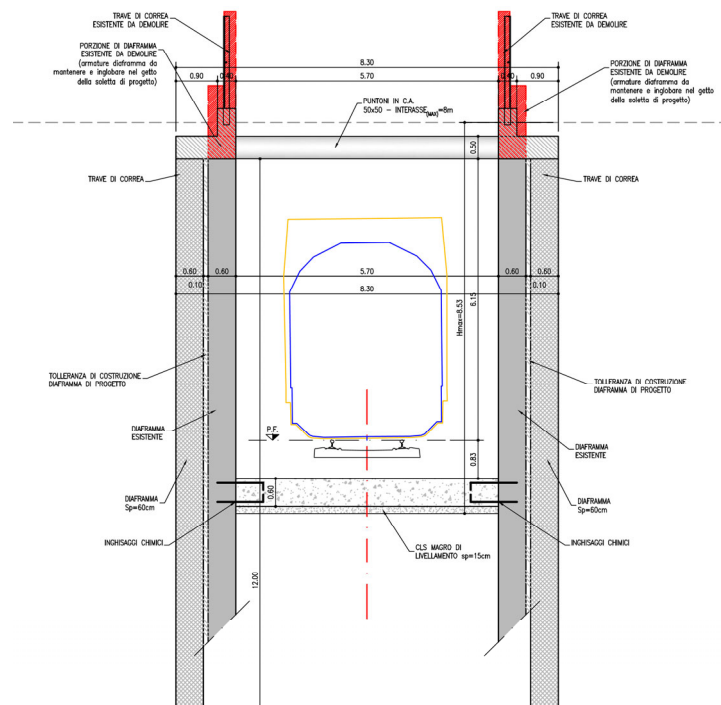


Figura 27: Scavo con diaframmi – sezione TIPO 1

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva di 12,0m e spessore di 0,60m; il fondo scavo si trova a $\approx 8,5$ m da piano campagna.

Il contrasto in testa è offerto da puntoni in c.a. definitivi sezione 50x50 cm² e interasse massimo 8m.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm collegata alle diaframmatore laterali tramite inghisaggi.

6.1.1.2 Sezione TIPO 2

I diaframmi che caratterizzano la sezione tipo 2 vengono realizzati in aderenza ai diaframmi esistenti; questi ultimi, infatti, in base a diversi sondaggi effettuati si ritiene che abbiano un'altezza insufficiente alle esigenze di scavo per raggiungere la quota del piano ferro di progetto.

Ai fini del calcolo, pertanto, si ritiene che i diaframmi esistenti non diano alcun contributo di resistenza.

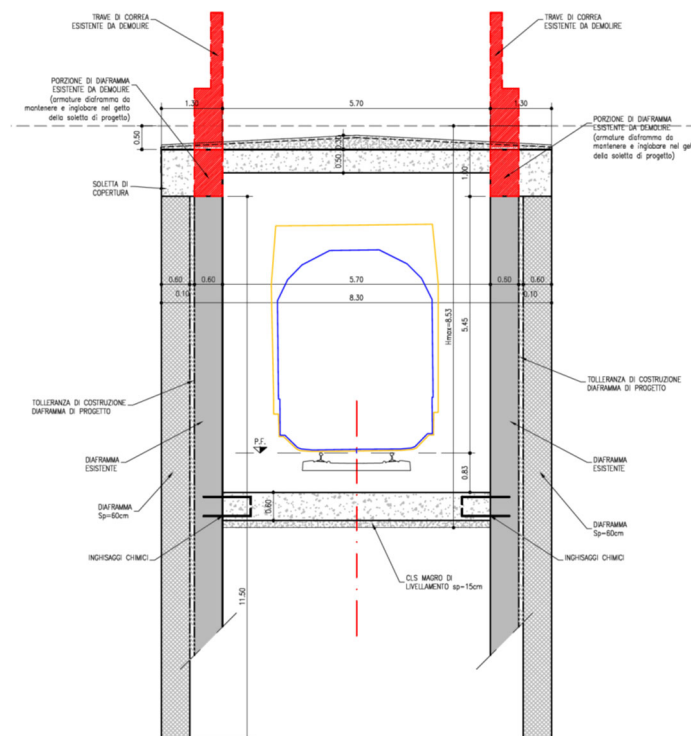


Figura 28: Scavo con diaframmi – sezione TIPO 2

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva di 11,5m e spessore di 0,60m; il fondo scavo si trova a $\approx 8,5$ m da piano campagna.

Il contrasto in testa è offerto da una soletta in c.a. gettata in opera definitiva di spessore 50cm.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm collegata alle diaframmatore laterali tramite inghisaggi.

Per esigenze di cantiere è necessario prevedere uno scavo tipo “bottom-up”, garantendo inoltre una larghezza disponibile superiore a 11m (distanza tra i diaframmi).

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva di 18,5m e spessore di 0,80m; il fondo scavo si trova a ≈ 13 m da piano campagna.

Il contrasto in testa è offerto in fase provvisoria da puntoni in acciaio S355 F219,1x12 ad interasse massimo 5m; durante la fase di scavo è necessario realizzare contrasti intermedi a quota -4,9m da testa diaframma costituiti da tiranti IRS (5 trefoli da 0,6” \ Dper=200mm \ tiro T0=500 kN \ interasse=2,5m) aventi inclinazione sull’orizzontale di 15°, lunghezza libera 9,5m e bulbo di ancoraggio 7m.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 45 cm; la soletta di copertura viene eseguita tramite la posa di un sistema prefabbricato di lastre in c.a. appoggiate tramite sistema di selle tipo “Gerber” alle travi di correa precedentemente realizzate.

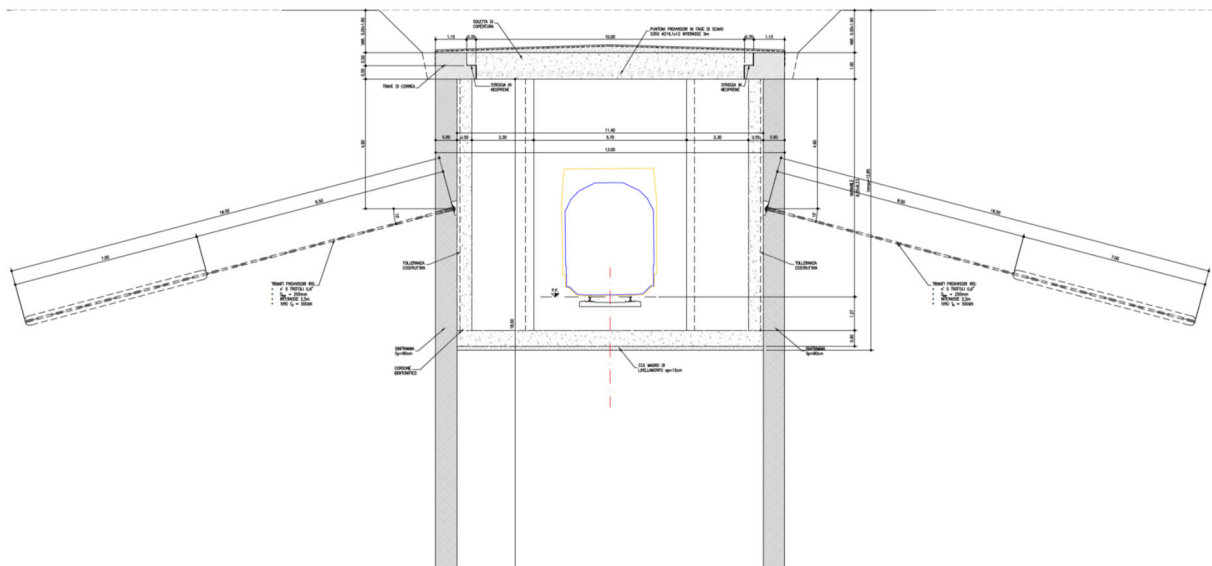


Figura 30: Scavo con diaframmi – sezione TIPO 4

6.1.2.2 Sezione TIPO 5

I diaframmi che caratterizzano la sezione tipo 5 sono quelli facenti parte del tratto interrato dopo la Stazione Libia; la sezione viene applicata anche in corrispondenza di attraversamenti stradali e/o ciclabili (vedi ad esempio il sovrappasso di Via Cellini).

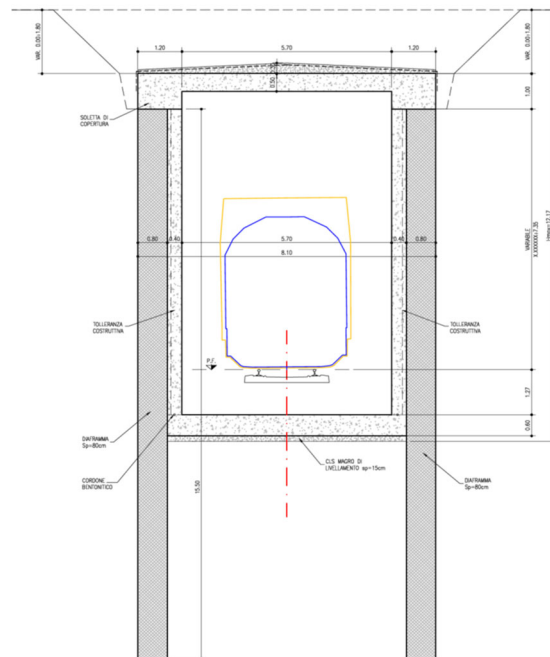


Figura 31: Scavo con diaframmi – sezione TIPO 5

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva di 15,5m e spessore di 0,80m; il fondo scavo si trova a ≈ 12 m da piano campagna.

Il contrasto in testa è offerto da una soletta in c.a. gettata in opera definitiva di spessore 50cm.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm.

6.1.3 Tratta in Galleria Naturale

In seguito alle già citate osservazioni sulla minimizzazione degli impatti sulle preesistenze e a valle degli studi ed indagini integrative e delle simulazioni numeriche sono state valutate le strategie di risposta e le misure di mitigazione dei rischi di danneggiamento del ponte Bentivogli, come indicato di seguito:

- Non si realizzano i micropali alla base delle fondazioni in quanto ritenuti interventi invasivi e compromettenti l'integrità strutturale del ponte in muratura. Si opta per un trattamento del suolo più esteso (interessando i due locali adiacenti il sedime ferroviario di proprietà del Comune di Bologna) e più profondo (si raggiunge la base della galleria);
- Si realizzano interventi non invasivi sulle fondazioni del ponte consistenti in cerchiature delle stesse mediante getto di calcestruzzo armato posto in compressione da un sistema di barre tipo Dywidag non interferenti con la fondazione stessa;
- Si installa un sistema di centinatura nei cerchi centrali del ponte nella zona in interferenza con la fognatura esistente;

- Si prevedono consolidamenti integrativi sub-orizzontali – eseguiti a partire dalle paratie frontali - da realizzare a valle di un campo prove sulle iniezioni eseguite dalla superficie. Tali consolidamenti sono essenziali contromisure nel caso in cui le iniezioni cementizie eseguite da superficie si rivelino di resistenza non adeguata o eterogenee a causa degli spazi limitati disponibili per la esecuzione delle stesse.

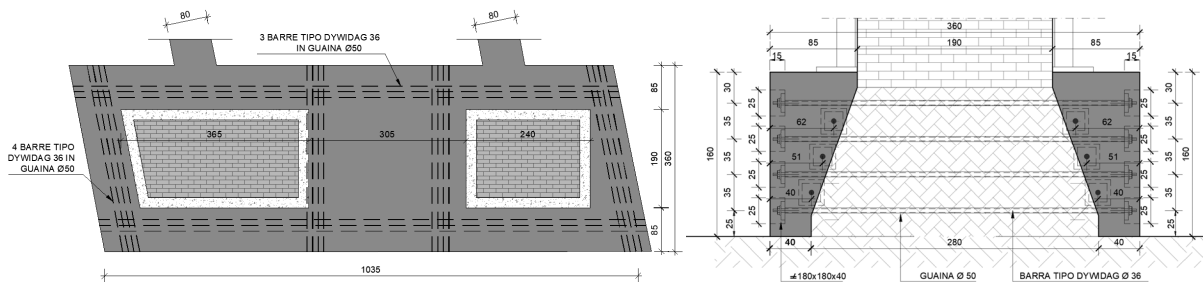


Figura 32: Adeguamento della Soluzione PD di riferimento: consolidamento strutturale delle fondazioni del ponte in muratura – Pianta e Sezione

Infine, sono state proposte le seguenti misure di mitigazione del rischio generale di fenomeni deformativi e di instabilità durante la fase di scavo della galleria che possono compromettere la stabilità delle preesistenze:

- Abbassamento della livelletta di progetto di circa 1.5m;
- Applicazione di un sistema tipo Bullflex tra le centine installate e il suolo;
- Definizione di una sezione di scavo cilindrica (in luogo della sezione troncoconica prevista in sede di PD di riferimento) con avanzamento dello scavo contestuale da entrambi i lati;
- Utilizzo di elementi Simmetrix o equivalenti autopercoranti;
- Scavo con campi di avanzamento di lunghezza limitata;
- Rinforzo dei sostegni di scavo e chiusura della sezione di scavo in arco rovescio con centine metalliche accoppiate;
- Intervento di risanamento strutturale della fognatura esistente preventivamente allo scavo della galleria.

La realizzazione della galleria a foro cieco prevede le seguenti fasi costruttive:

1. Esecuzione del trattamento del terreno mediante iniezioni cementizie eseguite dalla superficie. Installazione del sistema di monitoraggio e controllo;
2. Realizzazione scavi in prossimità degli imbocchi della galleria;
3. Esecuzione del presostegno di calotta con coronella di infilaggi di micropali ed esecuzione dei preanelli su entrambi i fronti di avanzamento;
4. Esecuzione dei preanelli su entrambi i fronti di avanzamento;
5. Scavo di avanzamento a sezione completa da entrambi i fronti e protezione del fronte di scavo con CLS proiettato fibrorinforzato.;

6. Collocazione in opera del sostegno di prima fase: centine metalliche (con elemento compensatore tipo "Bullflex" in calotta) e CLS proiettato fibrorinforzato in calotta e arco rovescio.;
7. Posa del sistema di impermeabilizzazione. Getto di arco rovescio e murette, realizzazione del giunto strutturale con posa del cordone bentonitico. Completamento del rivestimento definitivo in calotta.

Il complesso delle analisi condotte non evidenzia situazioni di criticità sulla sicurezza del ponte e degli edifici limitrofi interessati dal potenziale bacino di subsidenza dell'opera in progetto, sia pur considerando gli scenari più pessimistici in termini di vulnerabilità delle strutture e di deformazioni attese nell'intorno dell'area di scavo.

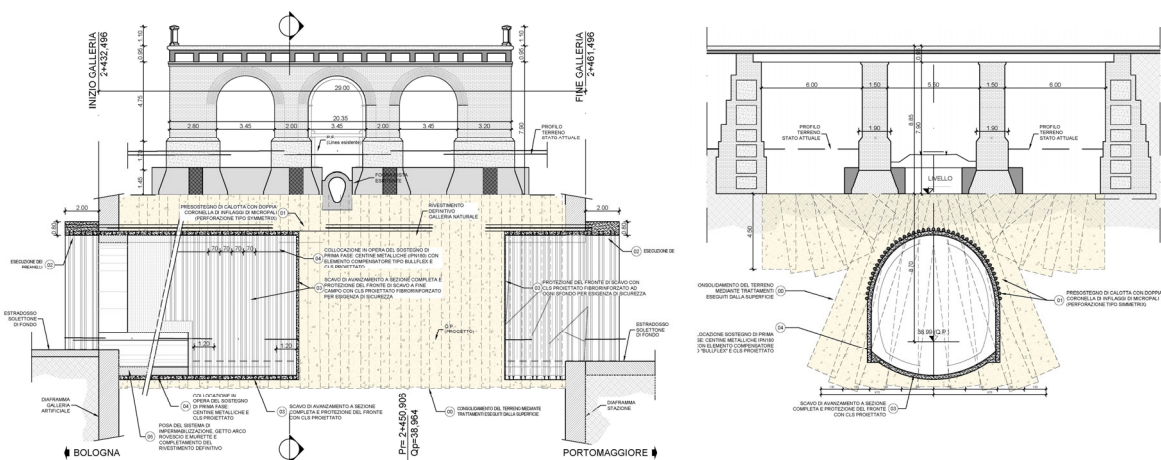


Figura 33: Adeguamento della Soluzione PD di riferimento - Sezione longitudinale e trasversale

6.1.4 Tratta in Trincea

I diaframmi previsti per le diverse sezioni tipologiche hanno una lunghezza variabile e spessore di 60cm/80cm/100cm.

Di seguito si descrivono le sezioni caratteristiche che compongono il tratto in esame.

6.1.4.1 Sezione TIPO 6

I diaframmi che caratterizzano la sezione tipo 6 sono quelli caratterizzati da uno scavo massimo di circa 9 m da p.c. con sezione realizzata a cielo aperto.

Fanno ad esempio parte di questo gruppo i diaframmi del primo tratto, percorrendo la linea in direzione Rimesse, subito dopo la sezione chiusa oppure i diaframmi del secondo tratto a cavallo di via Cellini o tra il Viadotto A14 e la Fermata di Via Larga.

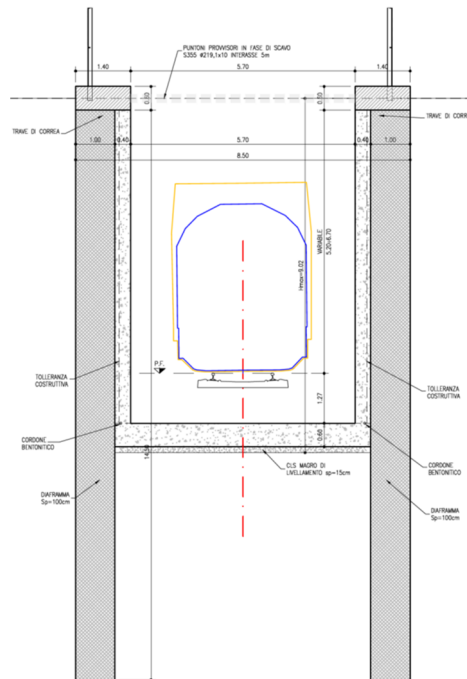


Figura 34: Scavo con diaframmi – sezione TIPO 6

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva di 14,5m e spessore di 1,00m; il fondo scavo si trova a ≈ 9 m da piano campagna. Il contrasto in testa è offerto in fase provvisoria da puntoni in acciaio S355 F219, 1x10 ad interasse massimo 5m.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm.

6.1.4.2 Sezione TIPO 7a\7b\7c

I diaframmi che caratterizzano le sezioni tipo 7a\7b\7c sono quelli caratterizzati da uno scavo massimo rispettivamente di circa 7,5\6,0\4,5 m da p.c. con sezione realizzata a cielo aperto.

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva rispettivamente di 12,5m\10,5m\10,5m e spessore di 0,80m; il fondo scavo si trova rispettivamente a $\approx 7,5$ m\6m\4,5m da piano campagna.

Il contrasto in testa è offerto in fase provvisoria da puntoni in acciaio S355 F219, 1x10 ad interasse massimo 5m, tranne nella sezione tipo 7c dove non è necessario nessun contrasto provvisorio.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 20-30 cm.

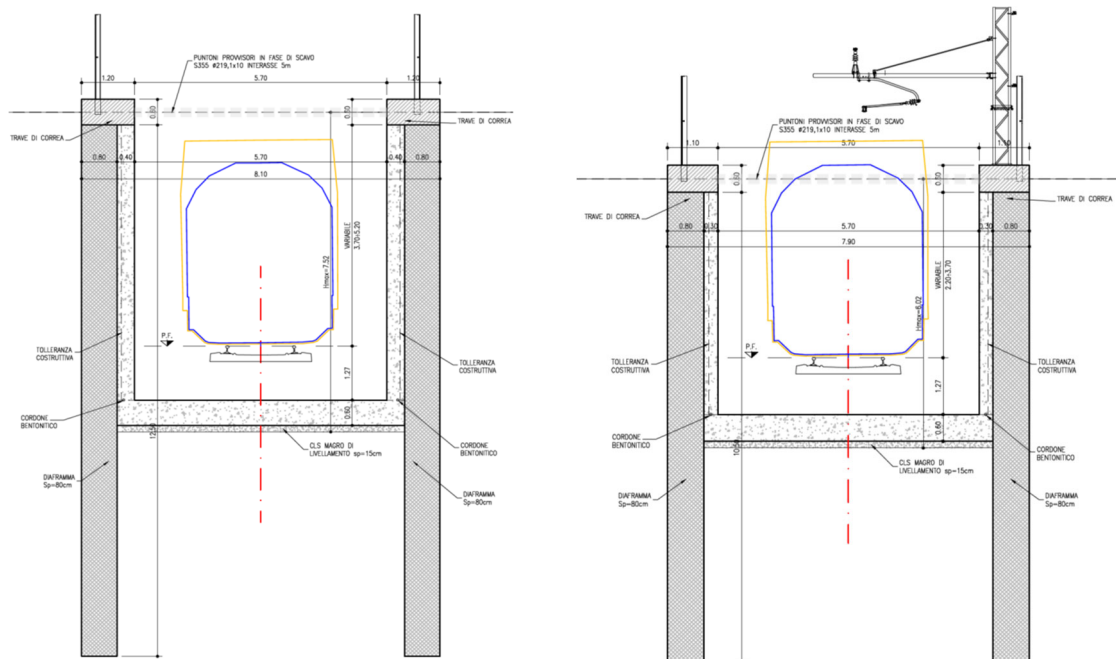


Figura 35: Scavo con diaframmi – sezione TIPO 7a \ 7b

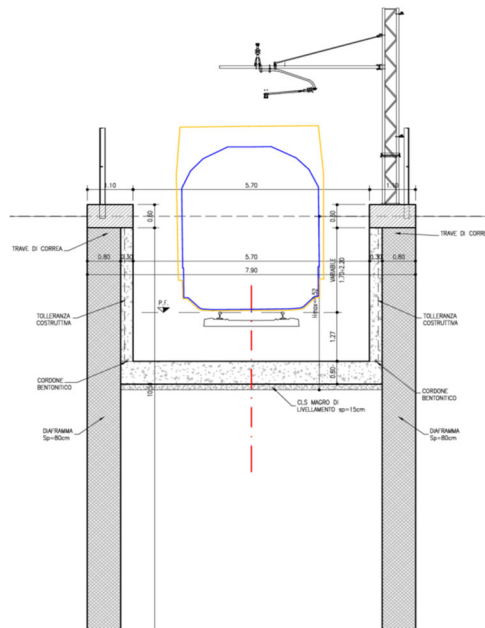


Figura 36: Scavo con diaframmi – sezione TIPO 7c

6.1.5 Sottoattraversamento Autostrada A14

In corrispondenza del Viadotto Autostradale A14, la linea viene realizzata tramite un sistema di sostegno che prevede l'utilizzo di pali f800 a interasse 1 m.

I pali hanno una lunghezza complessiva di circa 12m; il fondo scavo si trova a ≈ 8 m da piano campagna.

Il contrasto in testa è offerto da puntoni in c.a. definitivi sezione 50x50 cm² e interasse massimo 6m. Durante la fase di scavo è previsto l'utilizzo di puntoni provvisori f323,9x8 a interasse 3 m posti a quota -3,50m da piano campagna.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 20-30 cm.

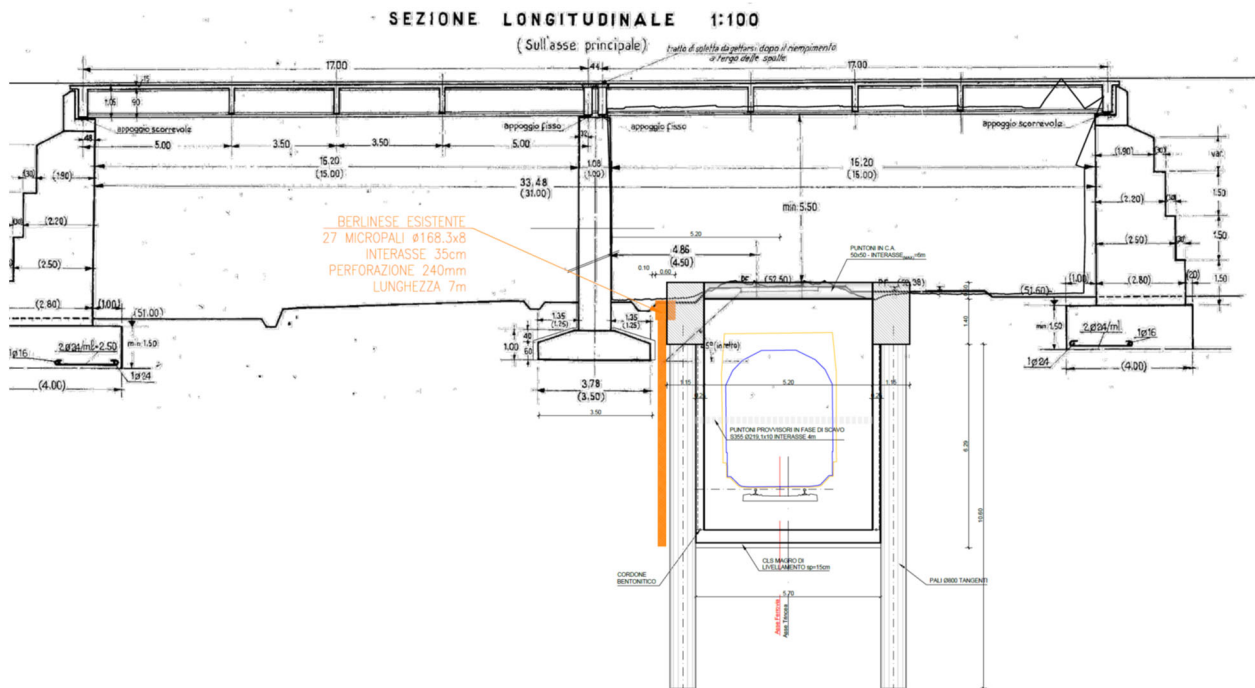


Figura 37: Scavo con diaframmi – sezione TIPO A14

6.2 FERMATE DI LINEA

6.2.1 Sezioni rappresentative della Stazione Libia

Da un punto di vista strutturale, il corpo interrato di stazione è costituito da una struttura con pareti in c.a. realizzata all'interno di un sistema di diaframmi con altezza di scavo massima è pari a circa 13,5 m dal piano campagna attuale. I diaframmi di sostegno, realizzati con il sistema della benna mordente, presentano spessore di 0,80 m e lunghezza 18m e sono vincolati in testa dalla soletta di copertura. Durante la fase di scavo è previsto l'utilizzo di puntoni provvisori f457x10 a interasse 5 m posti a quota -4,10m da testa diaframma.

In corrispondenza della vasca di aggotamento, che presenta un'altezza di scavo massima è pari a circa 16 m dal piano campagna attuale, si prevede un irrigidimento delle strutture di contenimento del terreno mediante l'utilizzo di diaframmi di spessore di 1,00 m e lunghezza 22m; durante lo scavo è previsto l'utilizzo di 2 ordini di puntoni provvisori f457x10 a interasse 5 m posti a quota -4,10m e -8,70m da testa diaframma.

I solai interni, la soletta di fondazione, i setti interni, le contropareti e i pilastri saranno realizzati in c.a. gettato in opera.

La nuova soluzione progettuale prevede l'adozione della metodologia di scavo "top-down": dopo l'esecuzione dei diaframmi viene subito messa in opera la soletta superiore, che vincola la testa dei diaframmi durante le operazioni di scavo; in questo modo è possibile limitare/eliminare la presenza dei puntoni temporanei e si riducono gli spostamenti e i cedimenti del terreno circostante.

6.2.1.1 Sezione TIPO Lb1

I diaframmi che caratterizzano la sezione tipo Lb1 sono quelli caratteristici della Stazione Libia.

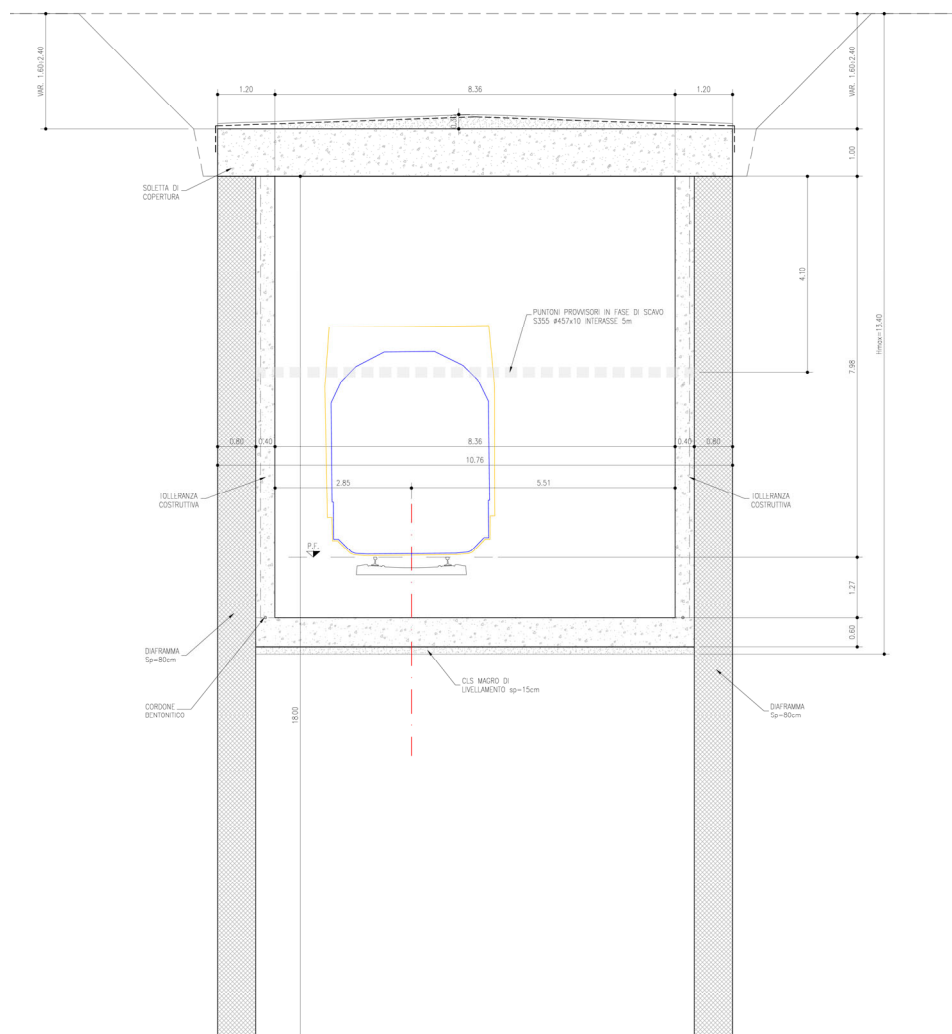


Figura 38: Scavo con diaframmi – sezione TIPO Lb1

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva di 18m e spessore di 0,80m; il fondo scavo si trova a $\approx 13,5$ m da piano campagna. Il contrasto in testa è offerto da una soletta in c.a. gettata in opera definitiva di spessore 100cm. Durante la fase di scavo è previsto l'utilizzo di puntoni provvisori $\varnothing 457 \times 10$ a interasse 5 m posti a quota -4,10m da testa diaframma.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm, nonché la realizzazione delle banchine di stazione.

6.2.1.2 Sezione TIPO Lb2

I diaframmi che caratterizzano la sezione tipo Lb2 sono quelli caratteristici della zona di aggotamento presente nella Stazione Libia.

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva di 22m e spessore di 1,00m; il fondo scavo si trova a ≈ 16 m da piano campagna. Il contrasto in testa è offerto da una soletta in c.a. gettata in opera definitiva di spessore 100cm. Durante lo scavo è previsto l'utilizzo di 2 ordini di puntoni provvisori f457x10 a interasse 5 m posti a quota -4,10m e -8,70m da testa diaframma.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm, nonché la realizzazione della vasca di aggotamento e delle banchine di stazione.

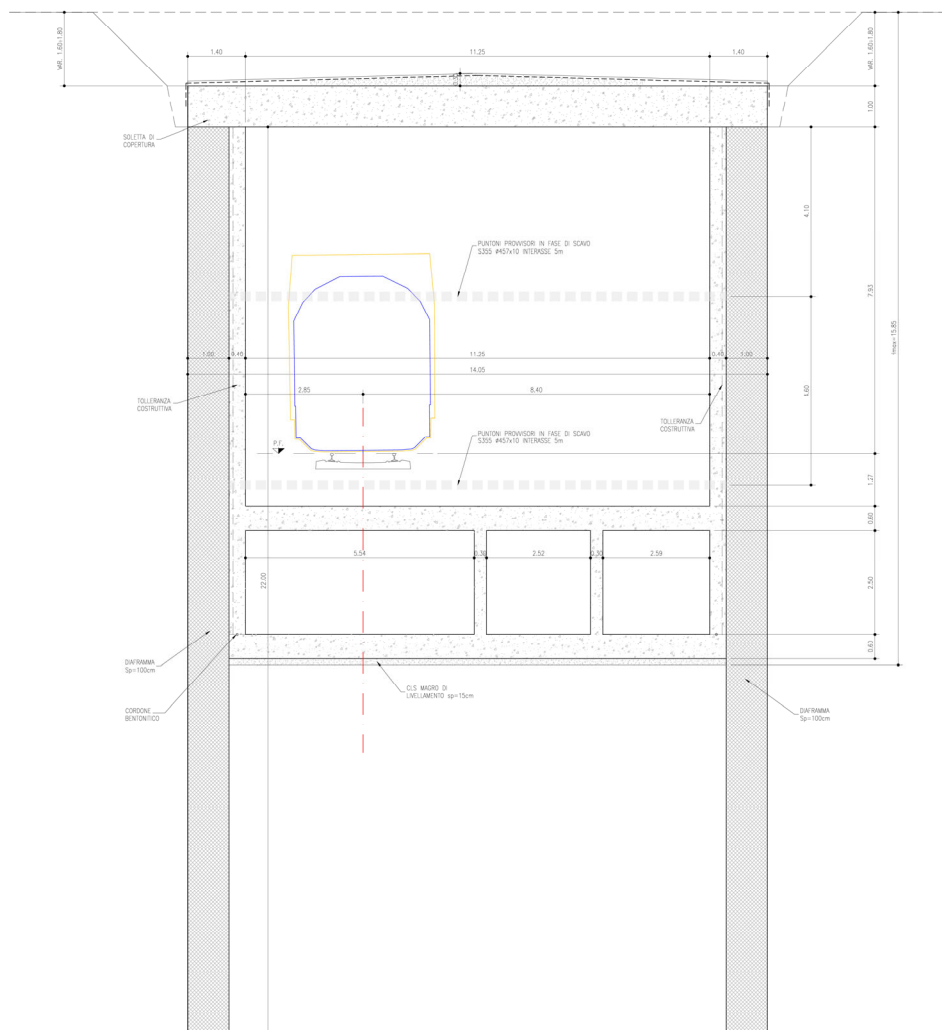


Figura 39: Scavo con diaframmi – sezione TIPO Lb2

6.2.1.3 Sezione TIPO Lb3

I diaframmi che caratterizzano la sezione tipo Lb3 sono quelli caratteristici della Stazione Libia nella zona di larghezza interna 11,31m al di fuori della sezione tipo Lb2.

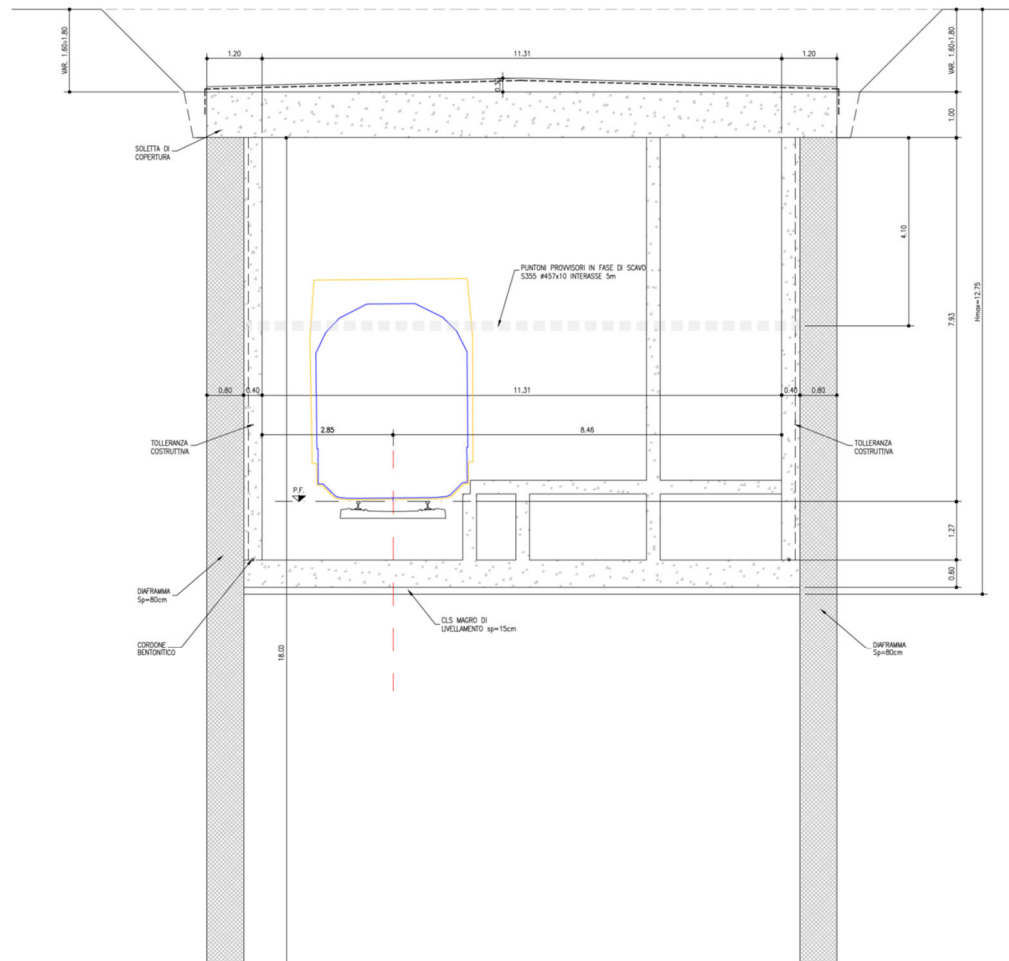


Figura 40: Scavo con diaframmi – sezione TIPO Lb3

I diaframmi hanno una lunghezza complessiva di 18m e spessore di 0,80m; il fondo scavo si trova a $\approx 13,5$ m da piano campagna. Il contrasto in testa è offerto da una soletta in c.a. gettata in opera definitiva di spessore 100cm. Durante la fase di scavo è previsto l'utilizzo di puntoni provvisori $\varnothing 45 \times 10$ a interasse 5 m posti a quota -4,10m da testa diaframma.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm, nonché la realizzazione delle banchine di stazione.

6.2.2 Sezioni rappresentative della Stazione Rimesse

Da un punto di vista strutturale, il corpo di stazione è costituito in prevalenza da una struttura ad U in c.a. gettata in opera realizzata all'interno di un sistema di micropali tirantati provvisori con altezza di scavo massima è pari a circa 5,5 m dal piano campagna attuale.

La nuova soluzione progettuale prevede l'adozione della metodologia di scavo "bottom-up".

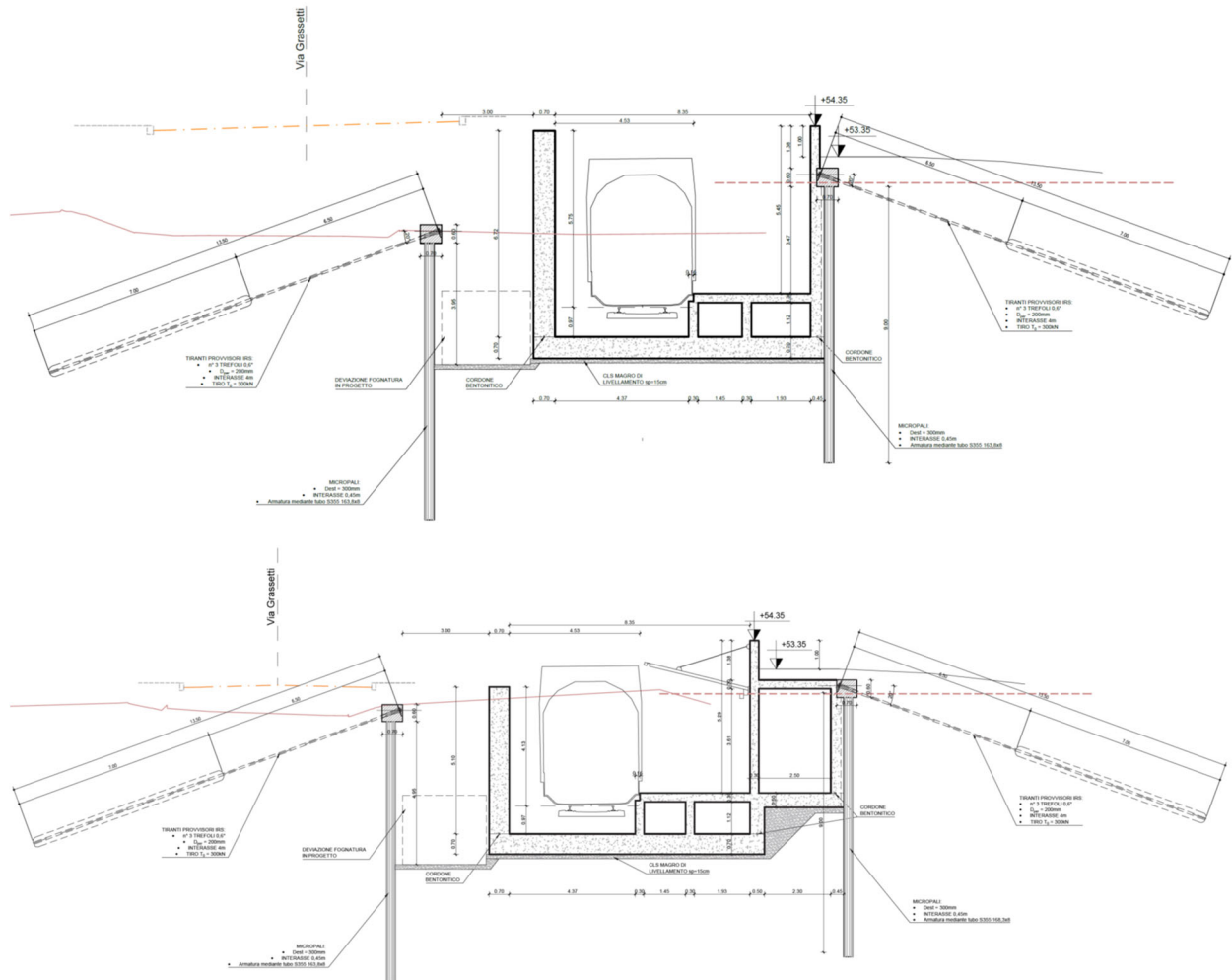


Figura 41: Scavo con micropali tirantati – sezione TIPO Ri1

b) il tratto di sottopasso di via Rimesse, caratterizzato da una sezione chiusa (Galleria Artificiale).

La fase di scavo è realizzata tramite diaframmi di sostegno di spessore 60 cm e lunghezza 8 m il fondo scavo si trova a una distanza massima di ≈ 4 m da piano campagna.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.70cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 20 cm; al di sopra della correa vengono gettati in opera le pareti di contenimento del rilevato di progetto di spessore 50 cm.

La soletta di copertura è realizzata con travi prefabbricate precomprese di sezione rettangolare 72cmx30cm e lunghezza di calcolo $L=8.7$ m, solidarizzate alle pareti mediante un getto di completamento di spessore minimo 18 cm.

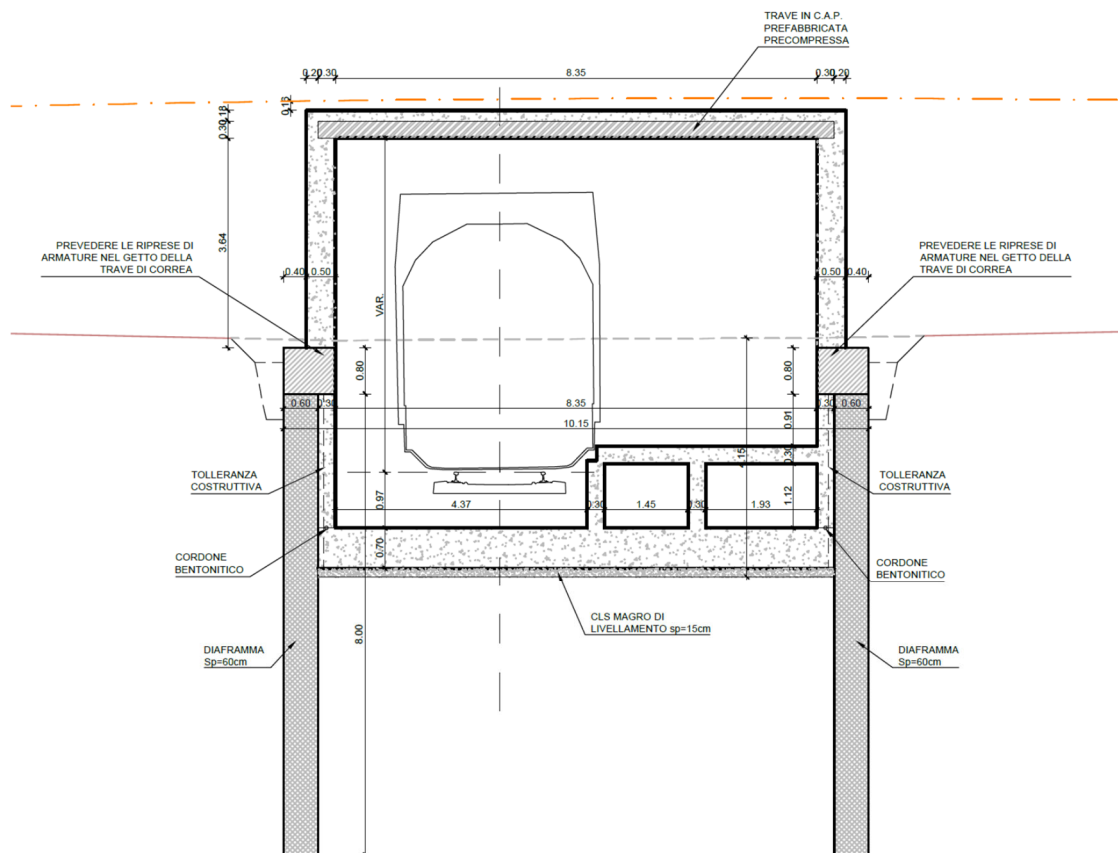


Figura 44: Scavo con diaframmi – sezione TIPO Ri4

6.2.3 Sezioni rappresentative della Stazione via Larga

Da un punto di vista strutturale, il corpo di stazione è costituito in prevalenza da una struttura a una sezione aperta con diaframmi di sostegno di spessore 100 cm e lunghezza 14,5 m da intradosso correa; il fondo scavo si trova a una distanza massima di ≈ 8 m da piano campagna. Durante la fase di scavo è previsto l'utilizzo di puntoni provvisori f323,9x10 a interasse 5 m posti a quota massima di -1,50m da piano campagna.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.70cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm. La soluzione progettuale prevede l'adozione della metodologia di scavo "bottom-up".

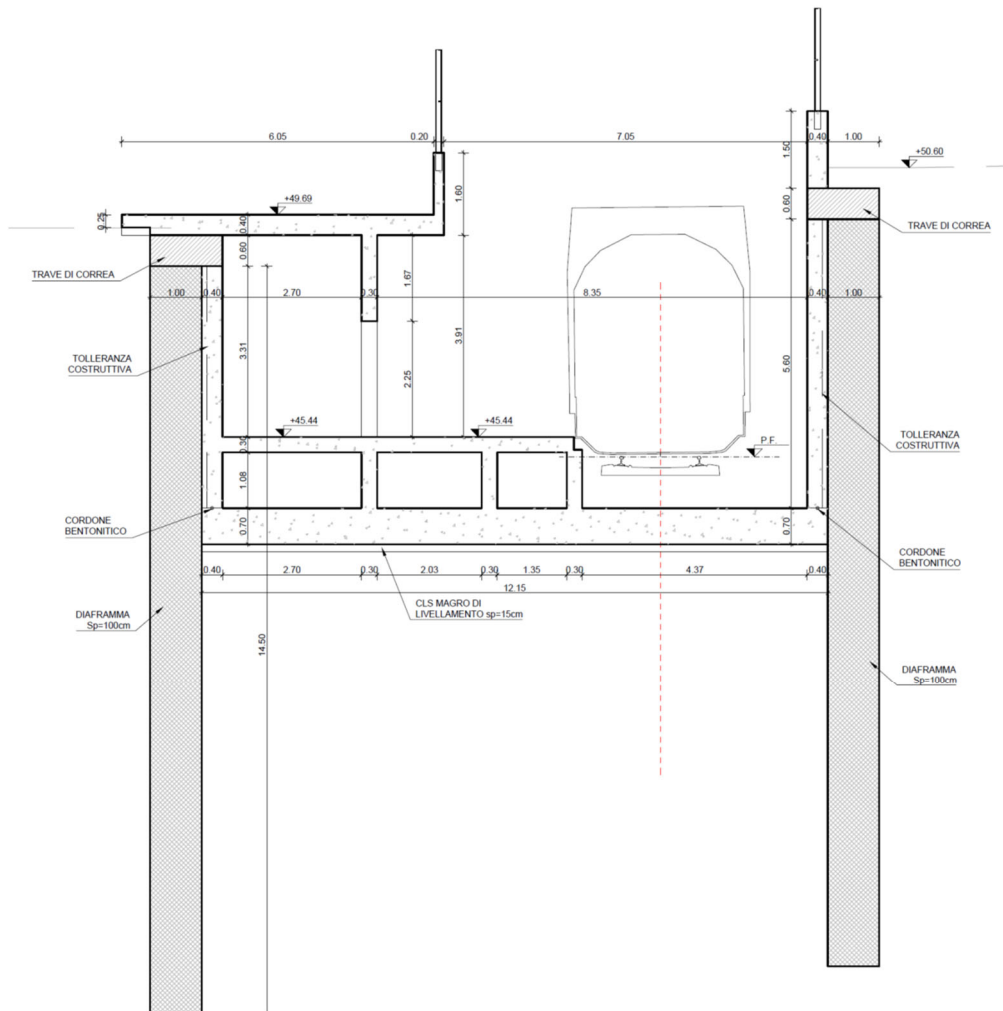


Figura 45: Scavo con diaframmi – sezione TIPO La1

Eccezioni a quanto sopra descritto, è il tratto di sottopasso di via Larga, caratterizzato da una sezione chiusa (Galleria Artificiale).

La fase di scavo è realizzata tramite diaframmi di sostegno di spessore 80 cm e lunghezza 12,5 m, il fondo scavo si trova a una distanza massima di $\approx 7,5$ m da piano campagna.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm.

La soletta di copertura è realizzata con travi prefabbricate precomprese di sezione rettangolare 72cmx30cm e lunghezza di calcolo $L=8,7$ m, solidarizzate alle pareti mediante un getto di completamento di spessore minimo 18 cm.

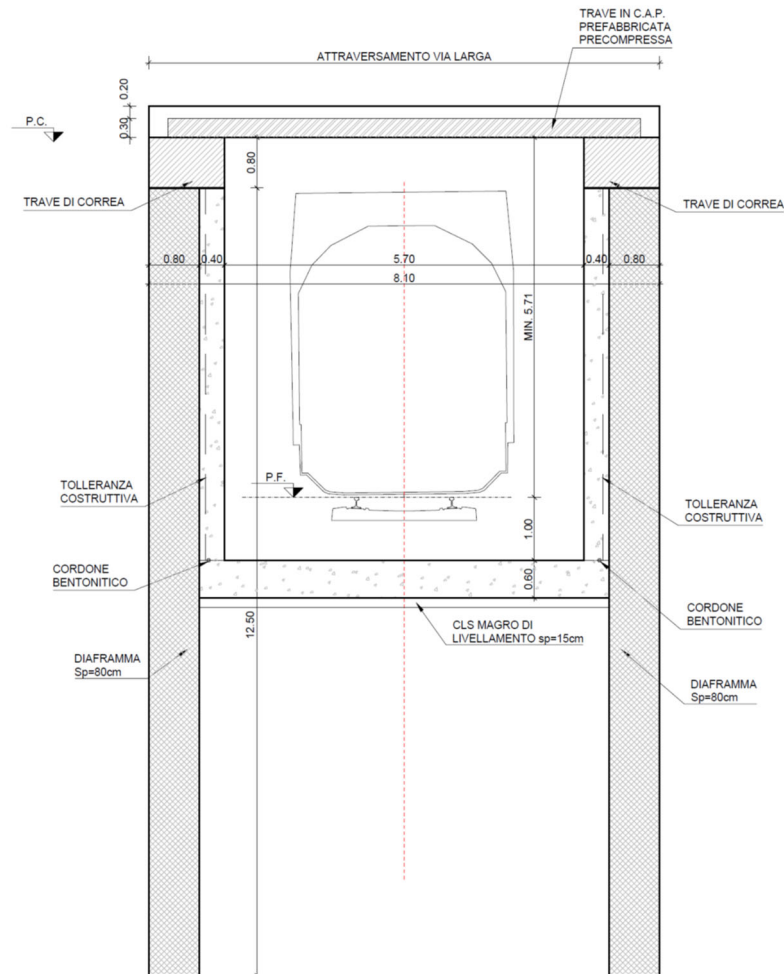


Figura 46: Scavo con diaframmi – sezione TIPO La2

6.3 DESCRIZIONE DELLE FASI ESECUTIVE

6.3.1 Tratta T1

Galleria artificiale – Sezione tipo 1-2-3

La fasistica esecutiva della tratta in oggetto vede la presenza di diaframmi esistenti interni a quelli di progetto e che verranno utilizzati in fase definitiva quali contropareti.

Facendo riferimento agli elaborati grafici di dettaglio la fasistica prevede la realizzazione dei diaframmi di progetto mantenendo gli esistenti, il successivo getto della soletta di copertura, quindi la prosecuzione dello scavo interno e la realizzazione delle strutture.

Galleria artificiale – Sezione tipo 4

La sezione strutturale di tipo 4 vede la presenza di diaframmi tirantati e di puntoni provvisori metallici. In primo luogo, verranno realizzate le paratie di diaframmi in c.a., quindi verrà fatto un primo scavo fino ad intradosso trave di coronamento per la realizzazione della stessa e la posa

dei puntoni di contrasto. Potrà quindi procedere lo scavo interno, realizzando i tiranti provvisori fino alla quota di fondo. Dalla soletta di fondo si procederà con le strutture interne fino alla soletta di copertura.

Galleria artificiale – Sezione tipo 5

La sezione tipo 5 vede uno schema realizzativo in “top-down”, con esecuzione dei diaframmi, della soletta di copertura e la prosecuzione dei lavori all'interno dello scavo coperto, con accesso tramite rampa da definire a monte/valle dell'area di intervento.

Trincea

Tutte le sezioni tipo di trincea verranno realizzate secondo il medesimo schema. In prima fase saranno gettati i diaframmi e la trave di correa. Quindi saranno posati eventuali puntoni di contrasto e si procederà allo scavo interno (eventualmente contrastato fino alla quota di fondo. Da qui inizieranno i getti delle strutture interne che saliranno fino alla sommità.

Fermata Libia

La fermata Libia, dettagliata negli elaborati grafici, prevede una fasistica (tecnologia “top-down”) organizzata nel modo seguente:

- realizzazione dei diaframmi in c.a.;
- prescavo e getto della soletta di copertura;
- scavo interno e progressivo puntellamento provvisorio garantendo adeguate rampe di accesso;
- completamento dello scavo interno e realizzazione delle strutture interne a salire fino al collegamento con la soletta di copertura.

Fermata Rimesse

La fermata Rimesse è eseguita in trincea, ad eccezione dell'attraversamento viario prevede una fasistica (tecnologia “bottom-up”) organizzata nel modo seguente:

- realizzazione dei diaframmi in c.a.;
- prescavo e getto della trave di correa;
- scavo interno e progressivo;
- completamento dello scavo interno e realizzazione delle strutture interne a salire fino alla soletta di copertura prefabbricata.

6.3.2 Tratta T2

Trincea

Tutte le sezioni tipo di trincea verranno realizzate secondo il medesimo schema. In prima fase saranno gettati i diaframmi e la trave di correa. Quindi saranno posati eventuali puntoni di contrasto e si procederà allo scavo interno (eventualmente contrastato fino alla quota di fondo. Da qui inizieranno i getti delle strutture interne che saliranno fino alla sommità.

Accesso/uscite di emergenza

La fasistica di realizzazione degli accessi di emergenza alla linea prevede, in prima fase, l'esecuzione dei micropali ed il getto della trave di correa. Verranno poi fatti gli scavi dell'accesso compresi tra i micropali ed i diaframmi di linea. In terza fase verranno gettate le strutture interne dell'accesso fino alla copertura, eseguendo successivamente la demolizione parziale dei diaframmi di linea per la creazione del varco di accesso. Infine, saranno completate le strutture di collegamento, le finiture e la sistemazione di superficie.

Fermata via Larga

La fermata di via Larga è realizzata come una trincea a cielo aperto, ad eccezione del cavalcaferrovia per il passaggio viario. La fasistica costruttiva, dettagliata in un elaborato grafico dedicato, ha la particolarità di dover conciliare la struttura principale con la risoluzione dei sottoservizi, mantenendo la fognatura sempre attiva.

La fasistica sintetica sarà la seguente:

- realizzazione delle paratie di diaframmi in c.a.;
- getto della trave di correa;
- scavo fino ad intradosso delle camere fognarie di progetto mantenendo attiva la fognatura esistente;
- realizzazione della porzione di cameretta posta in corrispondenza del condotto fognario di progetto;
- realizzazione del condotto fognario di progetto in c.a. con predisposizione delle barre di ripresa per i piedritti dello scatolare ferroviario superiore alla fognatura;
- completamento delle strutture in elevazione della porzione di cameretta realizzata;
- deviazione provvisoria della fognatura all'interno del condotto di progetto, con intubamento in ingresso/uscita;
- demolizione della fognatura esistente;
- realizzazione della parte mancante di cameretta, posta in corrispondenza della fognatura esistente demolita;
- completamento delle strutture di elevazione dello scatolare ferroviario di attraversamento;
- riempimento per strati e completamento delle finiture interne ed esterne.

Attraversamento via Cellini

L'attraversamento stradale di via Cellini verrà realizzato come scatolare in c.a. La fasistica costruttiva, dettagliata in un elaborato grafico dedicato, ha la particolarità di dover conciliare la struttura principale con la risoluzione dei sottoservizi, mantenendo la fognatura sempre attiva e realizzando una paratia di micropali di sostegno della stessa.

La fasistica sintetica sarà la seguente:

- realizzazione delle paratie di diaframmi in c.a.;

- getto della trave di correa;
- prima fase di scavo fino alla quota di intradosso della trave di correa del primo livello di micropali di progetto;
- realizzazione del primo livello di micropali di sostegno della fognatura esistente e della trave di correa;
- seconda fase di scavo fino ad intradosso della trave di correa della fila di micropali più profondi;
- realizzazione dei micropali e della trave di correa;
- terza fase di scavo fino a quota intradosso della sottofondazione del sifone e delle camerette di progetto;
- getto dei calcestruzzi magri e del sifone in c.a.;
- rinterro parziale del sifone e della prima porzione di camerette, in corrispondenza del sifone, mantenendo attiva la fognatura esistente;
- deviazione della fognatura all'interno del sifone di progetto con intubamento provvisorio in ingresso/uscita per permettere i lavori di completamento delle camere;
- demolizione fognatura esistente;
- completamento delle camerette di progetto;
- realizzazione dello scatolare di attraversamento ferroviario di progetto;
- riempimento per strati e completamento delle finiture interne e superficiali.

Sottoattraversamento Autostrada A14

In corrispondenza del Viadotto Autostradale A14, la linea viene realizzata tramite un sistema di sostegno che prevede l'utilizzo di pali f800 a interasse 1 m.

La fasistica realizzativa prevede inizialmente un prescavo di circa 2,50 m da piano campagna, fino all'intradosso delle fondazioni del viadotto autostradale. A partire da tale quota verranno realizzati i pali, la trave di correa ed i puntoni definitivi in c.a.

A seguire potrà essere approfondito lo scavo fino alla quota adatta alla posa dell'ordine intermedio di puntoni metallici provvisori. Potrà quindi procedere lo scavo fino alla quota di fondo. Successivamente saranno realizzati i getti delle strutture a salire. La particolarità delle lavorazioni in corrispondenza del sottopassaggio è data dalla limitata luce di lavoro. Per permettere la realizzazione dei pali di grande diametro dovranno quindi essere utilizzati mezzi di trivellazione specifici, secondo quanto indicato nell'elaborato grafico dedicato.

6.4 PIANO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO E STRUTTURALE

La strategia di difesa dei manufatti (edifici ed altre strutture) ricadenti nell'area suscettibile di fenomeni di subsidenza include lo studio dello stato di fatto e le valutazioni dell'impatto dei cedimenti attesi in funzione delle caratteristiche di vulnerabilità degli stessi.

L'Indice di Vulnerabilità I_V , definito nel paragrafo 2.5.1, viene utilizzato per stabilire un fattore riduttivo dei valori limite dei parametri di controllo che compaiono delle classificazioni di rischio, le quali sono generalmente riferite a fabbricati in buono stato di conservazione, proprio per tenere in conto la particolarità della storia di ogni edificio che, nel corso del tempo, ne può ridurre la capacità di risposta. Le correzioni delle classificazioni di rischio adottate sono riportate in Tabella 4: per il caso di *Rankine*. In funzione della classe di appartenenza di I_V , si stabilisce un coefficiente riduttivo F_R dei valori limite dei parametri di controllo (ε_{lim} , Δ_{max} , β_{max} , S_{max}) variabile da 1.0 a 2.0.

Il significato della correzione è il seguente: a parità di cedimento indotto a livello del piano di fondazione, un edificio molto vulnerabile subisce danni molto più elevati (poiché appartiene ad una classe di rischio più alta) di un edificio poco vulnerabile.

La definizione di un livello di soglia per i cedimenti superficiali sviluppati in corrispondenza degli edifici è una tematica complessa e delicata, poiché implica la necessità di fissare il livello di danno massimo che si è disposti ad accettare. Si esclude a tutti gli effetti che tale danno possa essere di natura strutturale o che possa in qualche modo ledere la funzionalità degli impianti presenti, ovvero si accetta che l'edificio subisca al massimo un livello di danno definito come 'lieve' (categoria 2) nella *classificazione di rischio 2 di Rankine*.

Nel seguito (Tabella 4:) sono quindi riportate le classificazioni di rischio con i relativi valori dei parametri limite di riferimento per le varie categorie, integrate in funzione della vulnerabilità caratteristica degli edifici ("*Mechanized tunnelling in urban areas*", V. Guglielmetti, P. Grasso, A. Mathab, S. Xu).

Tabella 4: Classificazioni di rischio e parametri limite di riferimento

		Indice di Vulnerabilità dell'edificio									
		IRRILEVANTE 0<Iv<2 Fr=1.0		BASSO 2<Iv<4 Fr=1.25		MEDIO 4<Iv<6 Fr=1.5		ALTO 6<Iv<8 Fr=1.75		ELEVATO 8<Iv<10 Fr=2.0	
		Parametri di controllo									
Categorie di Danno	1	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]
		<10	<1/500	<8	<1/625	<6.7	<1/750	<5.7	1/875	<5	<1/1000
		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]	
		min 0,000 0,050	max 0,050	min 0,000 0,040	max 0,040 0,080	min 0,000 0,033	max 0,033 0,050	min 0,000 0,029	max 0,029 0,043	min 0,000 0,025	max 0,025 0,038
2	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	
	10-50	1/200	8-40	1/250	6.7-33.3	1/300	5.7-28.6	1/350	5-25	1/400	
	ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		
	min 0,075	max 0,150	min 0,080	max 0,120	min 0,050	max 0,100	min 0,043	max 0,086	min 0,038	max 0,075	
3	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	
	50-75	1/50	40-60	1/62.5	33.3-50	1/75	28.6-42.9	1/87.5	25-37.5	1/100	
	ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		
	min 0,150	max 0,300	min 0,120	max 0,240	min 0,100	max 0,200	min 0,086	max 0,171	min 0,075	max 0,150	
4	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	S_{max} [mm]	β_{lim} [%]	
	>75	>1/50	>60	>1/62.5	>50	>1/75	>42.9	>1/87.5	>37.5	>1/100	
	ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		ε_{lim} [%]		
	min >0,300		min >0,240		min >0,200		min >0,171		min >0,150		

FR Coefficiente di riduzione per la correzione degli intervalli di valori caratteristici dei parametri di controllo

Nella stessa tabella è evidenziato il sottoinsieme di Categorie di Danno / Classi di Vulnerabilità degli edifici risultanti dalle analisi e verifiche eseguite in questa fase di progettazione dell'interramento della tratta urbana di Bologna della Linea SFM2: tutti gli edifici rientrano in categorie di danno inferiori alla seconda (tali risultati vengono mostrati anche in apposite mappe tematiche). Non sono pertanto previsti interventi di consolidamento fatta eccezione per gli specifici trattamenti ed opere di presidio definiti nell'ambito della progettazione dello scavo della galleria a foro cieco in corrispondenza del Ponte Bentivogli.

Per gli edifici ricadenti nella Categoria di Danno 2 si prevede un monitoraggio più accurato durante la realizzazione delle opere.

Un esempio di mappa tematica contenente le curve di isocedimento calcolate e relative categorie di danno stimate per gli edifici interessati è riportata in Figura 47.

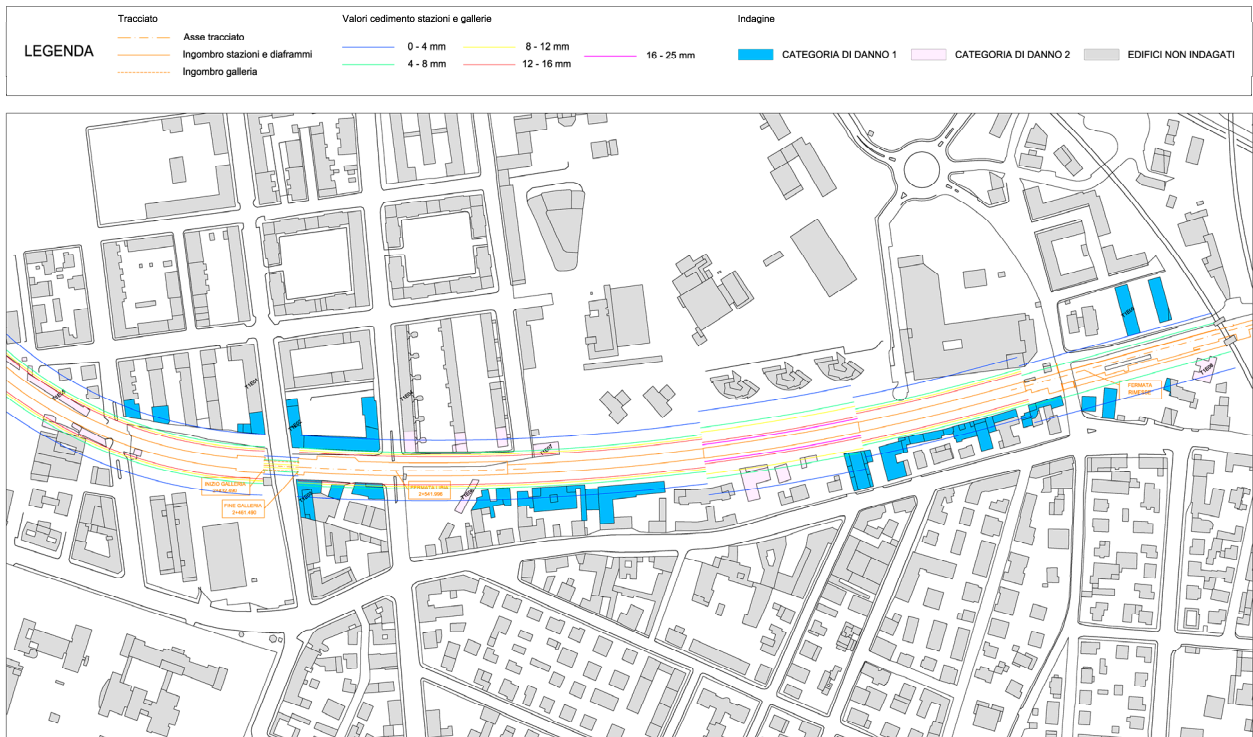


Figura 47: Esempio di mappa tematica contenente curve di isocedimento e Categorie di Danno

6.5 DEFINIZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio dovrà essere progettato in modo da poter fornire, nella maniera più completa e rapida possibile, tutti i parametri necessari ad effettuare una tempestiva analisi della situazione in corso d'opera e della sua possibile evoluzione, nonché eventuali azioni correttive da adottare in caso di superamento dei limiti progettuali prefissati.

Alla luce del contesto urbano interessato e della complessità legata alle caratteristiche delle opere da realizzare, ruolo fondamentale viene svolto dal sistema di monitoraggio nel consentire di affrontare in maniera rapida e tempestiva eventuali situazioni impreviste, potenzialmente dannose.

L'insieme dei dati raccolti relativi ai parametri di scavo ed agli effetti indotti sia nel volume di terreno interessato che sui vari manufatti ubicati in prossimità dello scavo, potrà essere confrontato con quanto previsto in progetto, al fine di verificare la validità delle ipotesi assunte e dei modelli utilizzati.

L'analisi viene estesa ad una "zona di controllo" significativa, sia in termini di quantità di dati a disposizione che di estensione fisica dell'area indagata, al fine di verificare correttamente il peso di ciascun valore registrato.

Al tal fine si è optato per il rilievo di un numero limitato di grandezze che garantiscano semplicità e praticità di monitoraggio e parallelamente completezza e precisione di informazione.

Il numero e la posizione dei siti di monitoraggio sono stati scelti in funzione delle principali interferenze con le operazioni di cantiere, della possibilità di installazione degli strumenti di misura, della collocazione planimetrica degli scavi nel contesto urbano che li circonda.

I dati ottenuti dalle sezioni strumentate dovranno opportunamente essere analizzati in funzione di soglie di attenzione e allarme prefissate, nonché di un comportamento globale delle strutture, per accertare gli effettivi fenomeni indotti dalle fasi di avanzamento degli scavi.

Dall'esigenza di rapidità nell'elaborazione e gestione dei dati, deriva l'assoluta necessità di ricorrere ad un sistema di distribuzione dati in grado di permettere una lettura complessiva, immediata ed integrata (ove possibile) di tutti i dati a disposizione.

6.5.1 Requisiti del sistema di monitoraggio

Il progetto specifico di un sistema di monitoraggio comprende i seguenti elementi:

- definizione dei parametri chiave di controllo;
- definizione delle sezioni tipo di monitoraggio e della tipologia di strumentazione da mettere in opera, sia per le strutture che per i manufatti preesistenti;
- definizione della frequenza delle letture;
- definizione dei livelli di controllo (soglie di attenzione e allarme) per le grandezze monitorate;
- definizione delle contromisure da attuare in caso di superamento dei valori di allarme definiti.

I requisiti che il piano di monitoraggio deve soddisfare per garantire il raggiungimento degli obiettivi sopra delineati sono:

- una elevata risoluzione areale (distribuzione spaziale) e temporale (frequenza di lettura);
- la precisione delle misure e l'affidabilità degli strumenti;
- la ridondanza delle misure;
- la possibilità di ridurre i tempi e i vincoli di installazione e le tempistiche nell'esecuzione delle misure;
- la facilità di manutenzione;
- la possibilità di ottenere in tempi rapidi una preelaborazione dei dati per eseguire un immediato confronto con le soglie di attenzione e allarme e il modello di comportamento.

A questo scopo è previsto il controllo di diverse famiglie di parametri, in particolare le deformazioni della superficie topografica, le deformazioni del terreno, le variazioni tensio-deformative delle strutture e la variazione dei livelli idrici e della permeabilità del terreno.

6.5.2 Definizione dei parametri di controllo

In funzione delle informazioni derivanti dalle fasi progettuali, saranno attivati i sistemi atti a monitorare i seguenti parametri:

- tensioni, deformazioni e spostamenti nelle strutture sotterranee in costruzione;
- deformazioni sulla superficie del suolo ed in profondità;
- spostamenti e degli edifici e dei manufatti esistenti.

I parametri di controllo possono essere suddivisi in funzione della tipologia di opera da monitorare:

- a) strutture sotterranee in costruzione:
 - deformazioni e convergenze della galleria Bentivogli;
 - deformazioni e spostamenti dei diaframmi delle Fermate
 - sollecitazioni nei diaframmi;
- b) strutture esistenti:
 - cedimenti del terreno nelle vicinanze della struttura;
 - cedimenti e rotazioni della struttura;
 - vibrazioni delle strutture

Le grandezze sopra esposte sono fra di loro interdipendenti, per cui la variazione anomala di un parametro potrebbe essere addebitata ad una causa che provoca anche la modifica delle altre grandezze.

6.5.3 Elementi strutturali oggetto di Monitoraggio

La relazione FER_BP_D_T0_MOP_GEN_R_002, a cui si rimanda per maggiori dettagli, illustra nel dettaglio i sistemi di monitoraggio previsti per le diverse parti strutturali incontrate lungo lo sviluppo delle zone di di intervento.

Nel dettaglio si è definito un piano di monitoraggio per:

- gli edifici sensibili individuati dall'analisi di vulnerabilità
- la galleria artificiale e naturale
- le tratte in trincea
- il ponte di via Bentivogli
- il cavalcavia autostradale A14

6.6 VIABILITÀ STRADALI E SISTEMAZIONI SUPERFICIALI

La linea ferroviaria intercetta diverse viabilità stradali e ciclo-pedonali lungo le due tratte oggetto di questa relazione. Le principali arterie attualmente attraversate per mezzo di passaggi a livello sono:

- Tratta T1 : Via Paolo Fabbri, Via Libia, Via Rimesse
- Tratta T2: Via Cellini, Via Larga

La realizzazione del progetto comporterà sostanziali modifiche planimetriche o altimetriche ad alcune parti o alla totalità delle viabilità interferite.

La nuova configurazione altimetrica del tracciato ferroviario comporta effetti particolarmente positivi. In corrispondenza dei passaggi a livello di Via Libia, di Via Paolo Fabbri e Via Cellini il piano del ferro scorre infatti a quasi 7 metri di profondità, sufficienti a garantire l'eliminazione dei passaggi a livello esistenti.

Per quanto riguarda Via Rimesse e Via Larga, trovandosi queste nella parte terminale dei due rispettivi interventi, è richiesto un lieve innalzamento della carreggiata per garantire i franchi di passaggio ferroviari, ma l'eliminazione del passaggio a livello avviene anche in questi due casi

6.6.1 Viabilità ripristinate

6.6.1.1 Tratta T1 - Via Paolo Fabbri e Via Libia

Sia Paolo Fabbri che Via Libia sono attualmente intersecate dalla linea ferroviaria per mezzo di un passaggio a livello. Le aree di sussistenza dell'attuale sedime ferroviario a lato delle strade saranno ripristinate a verde o con la creazione di percorsi ciclo-pedonali. Gli elementi di arredo stradale attualmente interrotti dalle strutture del passaggio a livello vedranno garantita la loro continuità lungo tutta l'ampiezza dell'attuale zona di intersezione, garantendo un completo ricucimento del tessuto urbano.

6.6.1.2 Tratta T2 – Via Cellini

La precedente revisione del Progetto Definitivo prevedeva l'eliminazione del passaggio a livello con la contestuale interruzione del percorso stradale di Via Cellini e il suo inserimento su Via Scandellara.

Su richiesta del Comune di Bologna, in sede di Conferenza dei Servizi, la variante di progetto prevede ora un anticipo e un aumento dell'abbassamento del piano ferroviario, che in corrispondenza del passaggio sotto Via Cellini si trova ora a quasi 7 metri di profondità, rispetto al metro che risultava nella prima revisione del progetto.

Tale variante altimetrica facilita la risoluzione del ripristino dell'intersezione stradale soprastante, che può infatti mantenere sostanzialmente le stesse quote altimetriche attuali e, vista la disponibilità laterale delle aree ferroviarie dismesse, migliorare i raggi di curvatura dei cigli dell'intersezione.

L'eliminazione del passaggio a livello permette inoltre, come nei casi precedenti, la continuità dei marciapiedi precedentemente interrotti.

6.6.2 Viabilità modificate

6.6.2.1 Tratta T1 – Via Rimesse

L'intersezione tra Via Rimesse e il tracciato ferroviario di progetto prevede un abbassamento di quest'ultimo insufficiente a permettere il ripristino del piano stradale alla quota attuale. Essendo la ferrovia ad una quota di circa 3 metri rispetto al piano campagna, ed essendo necessaria l'eliminazione del passaggio a livello per ottimizzare il tessuto urbano esistente si è reso necessario innalzare la quota del piano stradale di un massimo di 4,2 metri, con una pendenza longitudinale massima pari 7,00%.

Tale innalzamento si è ovviamente ripercosso anche sulle vie adiacenti la ferrovia, che hanno visto il loro profilo altimetrico alzato contestualmente a quello di Via Rimesse.

Più in dettaglio:

Via Anna Grassetti, posta immediatamente a Nord della ferrovia e intersecante Via Rimesse a poco più di 10 metri dal passaggio a livello, è stata innalzata di 3,9 metri nel suo punto terminale

Via Mascarella, che scorre sul lato Sud della ferrovia, dispone di una rampa di svolta diretta su Via Rimesse che, essendo posta a circa 25 metri dal passaggio a livello, vede un innalzamento di 2,7 metri per immettersi correttamente su Via Rimesse

Rispetto al progetto definitivo sono state apportate anche piccole varianti alle sezioni trasversali delle viabilità, la più rilevante delle quali è sicuramente costituita dall'allargamento della piattaforma complessiva di via Rimesse, che passa da 6,5 a 7,00 metri di asfalti. A partire dal cavalcavia sulla ferrovia, in direzione Nord, è stata inoltre aggiunta una corsia ciclabile su piano stradale su entrambi i lati, per una larghezza complessiva di 3,00 m (1,50 per ciascuna pista ciclabile)

Via Grassetti è stata correttamente dimensionata per avere 6,50 metri di piattaforma.



Figura 48: Via Rimesse – stato di fatto

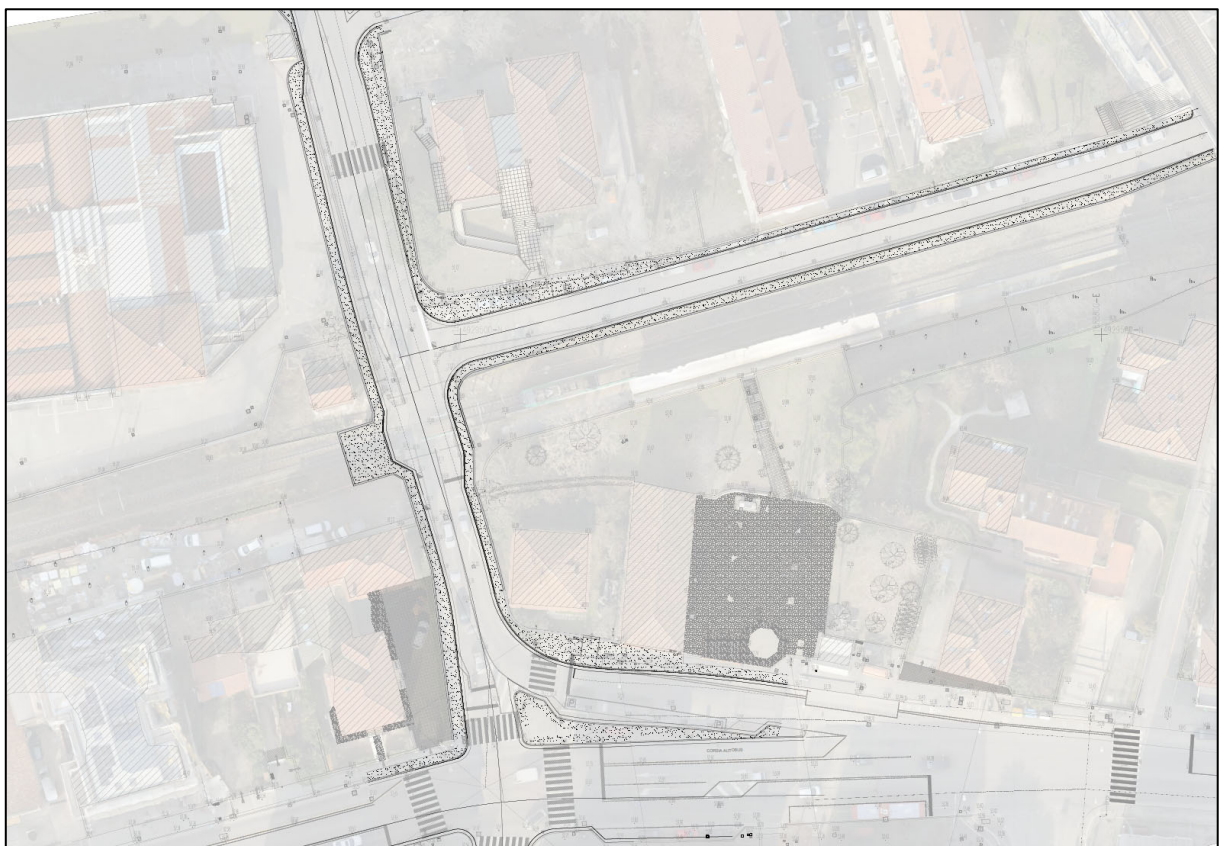


Figura 49: Via Rimesse – progetto

6.6.2.2 Tratta T2 – Via Larga

La problematica di un insufficiente abbassamento del piano ferroviario per consentire il ripristino della viabilità stradale alla quota originale si ripresenta, seppur con una magnitudo inferiore, in corrispondenza del tracciato di Via Larga.

La parte interessata della via, che collega tra di loro due rotatorie e ha un'estensione di circa 120 metri, interseca infatti la linea di progetto quando questa si trova a quasi 6 metri di profondità. Questo comporta un innalzamento massimo del nuovo tracciato di Via Larga di circa 1,2 metri, oltre a una sua leggera deviazione planimetrica verso Ovest.

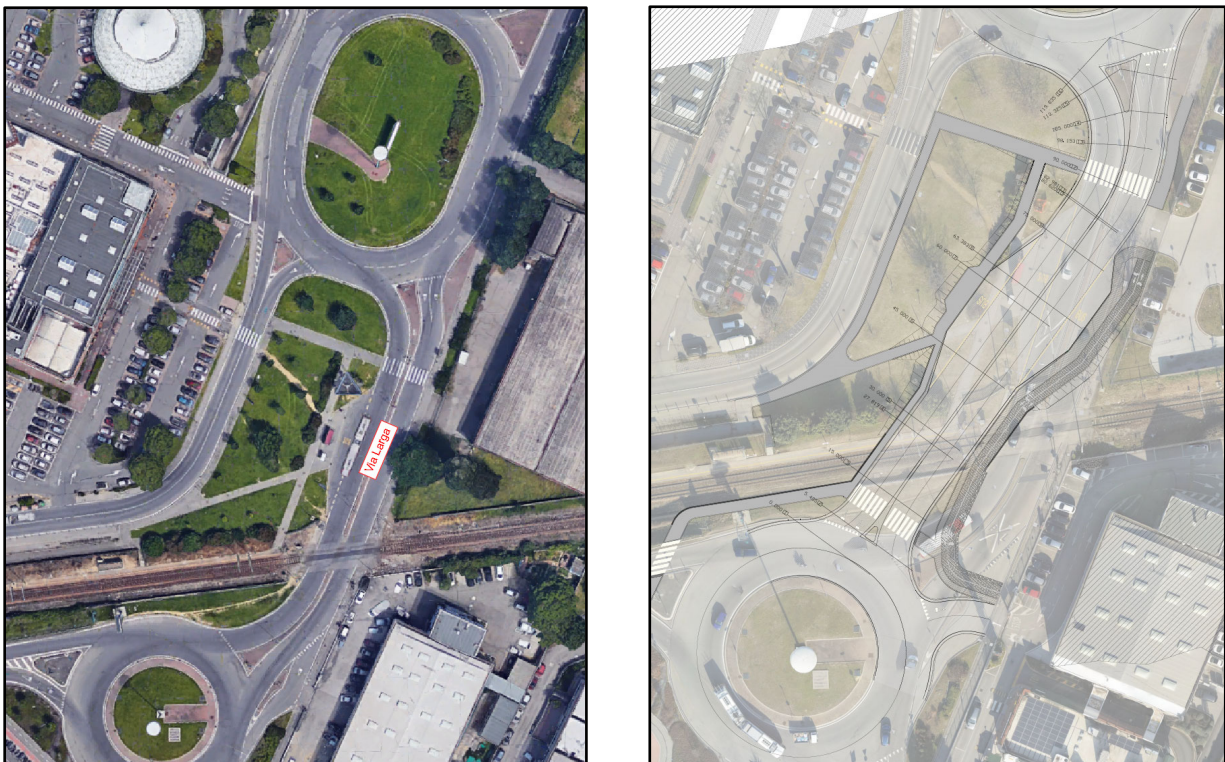


Figura 50: Via Larga – Stato di fatto (sx) e soluzione di progetto (dx)

Tale deviazione si è resa necessaria ed opportuna per due motivi, il primo tra questi è quello di andare a incrociare la linea ferroviaria in un punto dove questa si trova più in profondità. L'altra ragione che ha motivato lo spostamento è la necessità di trovare gli spazi per inserire una pista ciclabile sul lato est della via, in aderenza al marciapiede pedonale già esistente.

L'attacco sulla rotatoria Sud risulta quindi ruotato in senso antiorario di circa 22° (8 metri), garantendo la possibilità di prevedere un accesso privato in rotatoria al comparto artigianale posto nel quadrante sud-est.

6.6.3 Sistemazioni superficiali

Il progetto di totale interrimento della linea ferroviaria promuovendo interventi volti alla ricucitura di un tessuto urbano frammentato fornisce non solo l'occasione di ripristinare un'area attualmente anonima e degradata, quale la zona della trincea ferroviaria in uscita dalla Fermata Zanolini,

realizzando un ideale appendice verde del Giardino Oreste Biavati, ma pone anche i presupposti per migliorare le aree situate in prossimità delle fermate passeggeri Via Rimesse e Via Larga.

A integrazione e completamento di nuovi percorsi ciclopedonali, le nuove aree verdi contribuiscono a generare nuovi spazi di aggregazione, aree di sosta opportunamente attrezzate per garantire la convivialità ed il relax delle persone, con panchine protette da pergole su cui crescono piante rampicanti e appositi stalli per le biciclette.

Specie arboree e arbustive: le specie arboree e arbustive sono distribuite lungo le aree verdi con la finalità di caratterizzare gli incroci a raso tra la pista ciclopedonale e la viabilità esistente attraverso angoli verdi arricchiti con arbusti autoctoni.

Pista ciclo pedonale: progettata nel rispetto delle indicazioni D.M. 557/1999 "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili" risulta facilmente distinguibile tramite l'utilizzo di pavimentazioni di materiali e colorazioni differenti. L'opera è completata da un sistema di drenaggio affiancato al percorso e dall'illuminazione pubblica di supporto.

Tutte le scelte progettuali, dei materiali e degli oggetti utilizzati per la riqualificazione urbana, rispettano le indicazioni del "Regolamento Comunale del verde pubblico e privato" e le "Linee guida per la progettazione di interventi su strada, piazze ed infrastrutture" del Comune di Bologna.



6.6.3.1 Nuova viabilità ciclo pedonale Zanolini-Libia

L'intervento, che si articola al di sopra della nuova galleria artificiale, si sviluppa lungo un tracciato indipendente rispetto alla maglia della viabilità veicolare esistente, al centro di una fascia verde arricchita da tralici per piante rampicanti, aiuole o da macchie di arbusti, avendo come confine unicamente le quinte degli edifici confinanti.

Il progetto, che si attesta in prossimità dell'esistente percorso ciclopedonale esistente a ridosso di via Fasoli, crea un percorso lineare e continuo fino al parco Oreste Biavati, contribuendo a rafforzare le altre viabilità ciclabili intersecate e caratterizzandosi come una nuova spina dorsale per i futuri piani di espansione sinergica della mobilità sostenibile su due ruote.

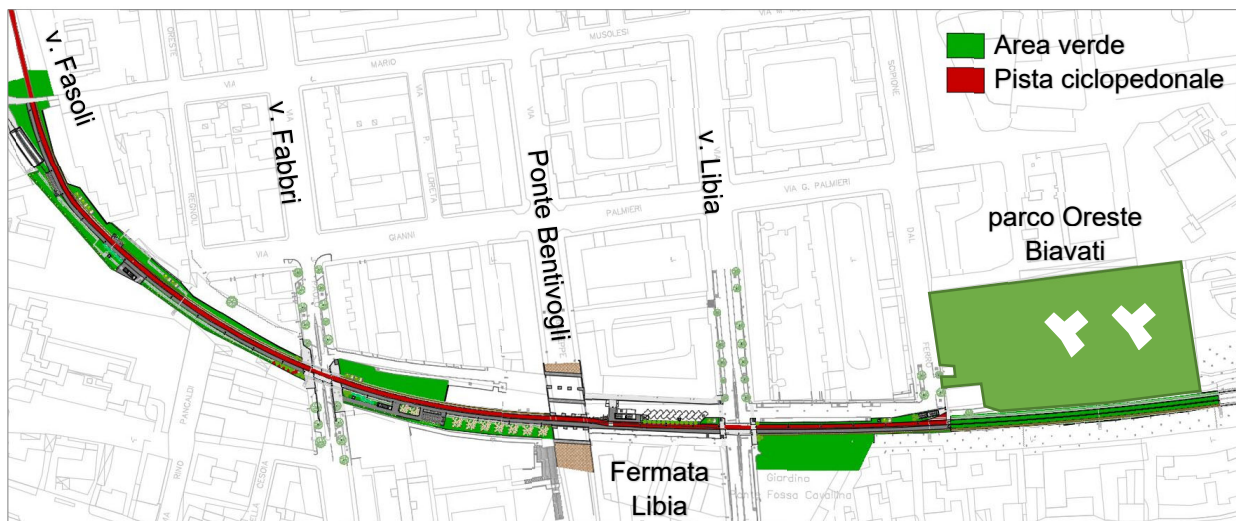


Figura 51: Schematico del progetto di riqualificazione urbana tratta Zanolini-via Libia

6.6.3.2 Fermata via Rimesse

I principali benefici, che introduce l'interramento della fermata via Rimesse, sono il rafforzamento della viabilità urbana esistente e la predisposizione di un nuovo collegamento pedonale con la fermata San Vitale di RFI.

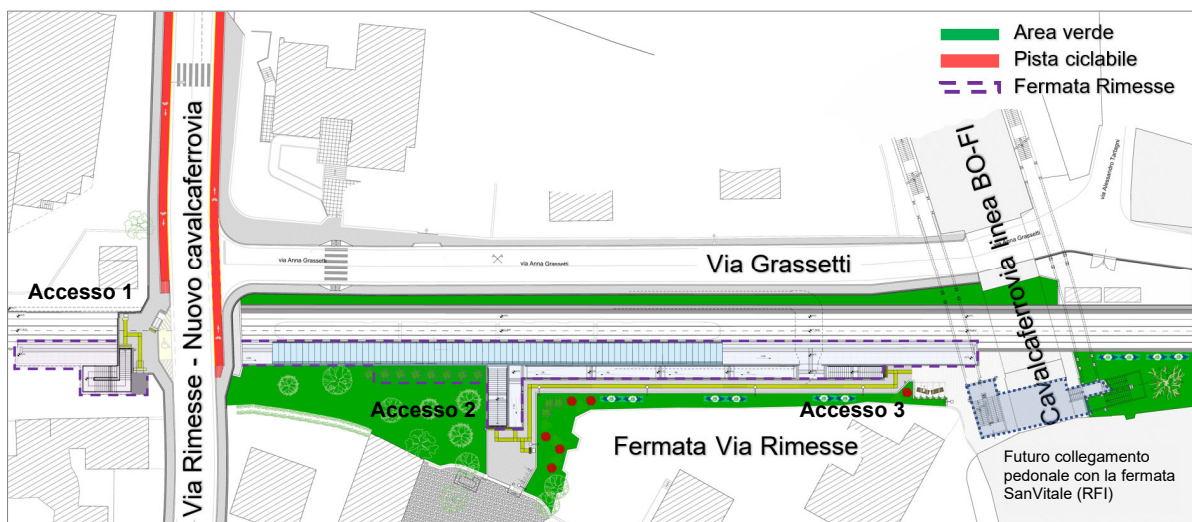


Figura 52: Schematico del progetto di sistemazione urbana di Fermata Rimesse

Il nuovo cavalcaferrovia di via Rimesse svolge una duplice funzione: quella di collegamento ciclo-veicolare e quello di accesso alla fermata via Rimesse. Sulla sommità del cavalcaferrovia, infatti, è localizzato il principale accesso per portatori di disabilità: sono qui localizzati un ascensore ed un parcheggio per la sosta dei disabili.

Gli altri due accessi, posti sul lato sud della fermata Via Rimesse, si vanno a integrare con il parco a ridosso di via Massarenti. Proprio in questa zona, mediante un nuovo camminamento pedonale a quota campagna si predispone lo spazio e la connettività per il futuro collegamento pedonale con la fermata San Vitale di RFI, collocata a quota cavalcaferrovia.

In ultimo, sul lato nord della fermata Via Rimesse, , la riprofilatura di via Grassetti permette di preservare non solo una fascia di verde di filtro tra strada e ferrovia, ma principalmente di aumentare gli spazi superficiali per la viabilità.

6.6.3.3 Tratta via Cellini-via Larga

Anche in questa tratta, il tema conduttore della sistemazione superficiale è la nuova pista ciclabile.

Il suo sviluppo, in direzione est-ovest, è completamente in sede protetta in fregio alle paratie di progetto a partire dall'incrocio con il nuovo cavalcavia di via Cellini per attestarsi in prossimità degli accessi della fermata Via Larga. Diversamente dalla soluzione progettuale adottata in nella precedente tratta Zanolini-Via Libia, il percorso pedonale si affianca alla pista ciclabile solo a partire dall'incrocio tra via Scandellara e via del Carpentiere. Nella porzione precedente, a causa del restringimento della sede stradale in prossimità del sottopasso autostradale, i due percorsi proseguono in parallelo ma in posizione differente.

La sistemazione esterna della fermata Via Larga è stata sviluppata mantenendo invariata l'altimetria della sede stradale esistente di via Scandellara. A partire da tale condizione, oltre a prevedere la nuova pista ciclopedonale in sede riservata, sono stati previsti due nuovi attraversamenti ciclopedonali della linea: uno a ovest della fermata che consentirà il collegamento diretto in sede protetta con il centro direzionale Unipol, recuperando il sottopasso esistente che attraversa lo svincolo autostradale; l'altro a est in corrispondenza dello scavalco viario di via Larga che consentirà di dare continuità ai percorsi ciclabili in direzione nord-sud.

Per consentire l'attraversamento della linea ferroviaria, la prima passerella ciclo-pedonale (ad ovest della fermata) deve dialogare con differenti piani superficiali: via Scandellara, la quota del sottopasso della tangenziale ed i vincoli altimetrici imposti dal tracciato. Questa particolare configurazione altimetrica origina una gradevole zona adibita a verde pubblico, degradante a partire dalla pista ciclabile verso la sede stradale. Come ulteriore connessione per gestire i dislivelli orografici, viene predisposta una scala, da potersi utilizzare come alternativa alle rampe ciclopedonali.

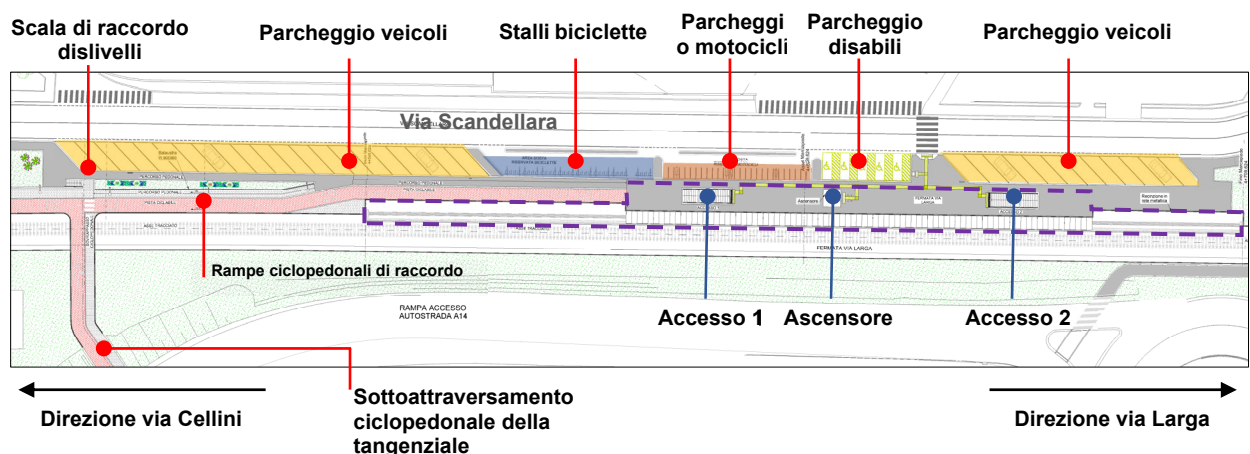


Figura 53: Accessi ed intermodalità di Fermata via Larga

A completare la riqualificazione superficiale, nell'intorno della fermata, sono previsti una serie di parcheggi auto e altre due ampie aree di sosta, una riservata al parcheggio dei motocicli e l'altra a quello delle biciclette.

In prossimità del nuovo ascensore di accesso al marciapiede di fermata si trovano 4 posti auto riservati ai portatori di handicap nonché un attraversamento pedonale di collegamento diretto al centro commerciale Via Larga, posto sul lato nord della stessa via.

6.6.4 Sistema di raccolta e smaltimento acque meteoriche superficiali

Lo schema di drenaggio si differenzia per i tratti riguardanti:

- le opere di ripristino al di sopra della galleria di progetto che prevedono la realizzazione di un nuovo percorso ciclopedonale;
- l'adeguamento della rete di drenaggio della viabilità urbana per quanto riguarda le viabilità interferite e per la realizzazione di nuovi cavalcaferrovia (via Rimesse e via Larga);
- l'intercettazione superficiale delle acque scolanti le aree adiacenti alla ferrovia di progetto, nei casi in cui la ferrovia si trovi in trincea aperta.

In questo paragrafo si descrive schematicamente la tipologia di drenaggio prescelto per ogni tratto di progetto. Per ulteriori dettagli si rimanda al capitolo 6 della relazione idrologica e idraulica (elaborato FER_BP_D_T0_GEO_GEN_R_003).

6.6.4.1 Drenaggio viabilità ciclo pedonale Zanolini-Libia

Per salvaguardare la capacità filtrante dello stato di fatto, che consta di un tratto di ferrovia su uno strato di terreno permeabile, in ottemperanza a quanto richiesto in sede di conferenza dei servizi, si prevede la realizzazione di una trincea drenante in grado di raccogliere le acque scolanti sulle nuove superfici impermeabilizzate e di disperderle nel suolo.

Il dimensionamento della trincea drenante è stato effettuato in modo tale che il volume al suo interno sia in grado di immagazzinare il massimo volume invasato dal sistema filtrante, che riceve l'acqua meteorica superficiale corrispondente ad una precipitazione caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 25 anni.

6.6.4.2 Drenaggio viabilità stradali

In corrispondenza delle intersezioni stradali riportate a raso dopo l'interramento ferroviario, si prevede il ripristino della fognatura esistente al di sopra delle strutture della galleria a foro cieco, perciò l'adeguamento della rete di drenaggio della viabilità urbana richiede il solo ripristino delle caditoie di captazione delle acque di piattaforma stradale e l'apposito allaccio alla fognatura nella nuova configurazione. Il ripristino delle caditoie è stato effettuato ricreando la configurazione del drenaggio esistente (di cui non si riscontrano inefficienze), intensificando localmente la densità di caditoie per rispettare il criterio di avere almeno una caditoia ogni 150 m² di superficie drenata.

Nuove linee di fognatura bianca per il drenaggio superficiale si sono rese necessarie in corrispondenza del nuovo piazzale in corrispondenza della nuova fermata di via Libia (che comprende anche il ripristino della linea fognaria in via Scipione dal Ferro) e per il drenaggio dei

cavalcaferrovia di via Rimesse e via Larga. Tali linee di fognatura bianca, ricadendo su aree esistenti già impermeabilizzate non necessitano di particolari accorgimenti.

6.6.4.3 Drenaggio scarpate trincea ferroviaria

Per limitare le aree afferenti al tracciato ferroviario, nei tratti in cui la ferrovia di progetto in trincea aperta si raccorda al sedime esistente, è stato scelto d'intercettare le acque meteoriche che corrono lungo le scarpate della trincea, tramite trincee disperdenti.

Le trincee sono state dimensionate in modo tale che il volume interno sia in grado di immagazzinare il massimo volume invasato dal sistema che riceve l'acqua meteorica corrispondente ad una precipitazione caratterizzata da un tempo di ritorno pari a 100 anni.

7 RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

Nell'ambito della progettazione, si è provveduto ad aggiornare i tracciati delle reti tecnologiche presenti sul territorio, censite nella precedente fase di progettazione definitiva; questo al fine di valutare se gli interventi di adeguamento necessari per il superamento delle stesse interferenze previsti dal progetto in fase di aggiornamento risultino ancora attuali e funzionali alla realizzazione dell'opera.

Si è proceduto interpellando HERA S.p.A (Ente gestore del servizio unico integrato di Acquedotto, Gas Metano e Fognatura) ed il Comune di Bologna (proprietario dell'infrastruttura fognaria), allo scopo di aggiornare la mappatura delle reti di sottoservizi presenti nell'area oggetto dell'intervento, eseguita nelle precedenti fasi di progettazione.

Gli interventi di risoluzione delle interferenze sono stati aggiornati rispetto al precedente progetto definitivo in relazione alle integrazioni del progetto ferroviario ed in accordo con le prescrizioni ricevute dagli Enti Gestori in conseguenza alla conferenza dei servizi del 2014.

Gli spostamenti e le modifiche delle reti interferenti sono stati rappresentati in apposite tavole progettuali, divise per quanto concerne le deviazioni delle fognature e la risoluzione delle interferenze con le restanti reti tecnologiche.

Tra le principali interferenze si evidenziano proprio quelle relative alla rete fognaria mista del comune di Bologna, concessa in gestione ad HERA. In particolare, ci possono citare gli interventi di risoluzione delle interferenze riguardanti la fognatura inglobata nel corpo del ponte storico in via Bentivogli, il collettore scatolare presente in via Massarenti-Rimesse, e la condotta di tipo vigentino di via Cellini-Scandellara.

Le opere di adeguamento della rete fognaria e le opere civili propedeutiche alla risoluzione delle interferenze rientrano tra le lavorazioni a carico della ditta appaltatrice.

Gli oneri di adeguamento delle reti tecnologiche (fognature escluse) rientrano invece nelle somme in diretta amministrazione della stazione appaltante e sono stimati sulla base di lavori similari.

8 IMPIANTI

8.1 IMPIANTI DI SISTEMA

8.1.1 Generalità

8.1.2 Impianti di trazione elettrica – linea di contatto

Le attività da svolgere consistono in:

- 1) Interruzione dell'esistente linea di alimentazione e smontaggio della Linea di Contatto (di seguito brevemente detta LdC) e dei conduttori di protezione nonché dell'attrezzaggio attualmente presente (palificata, mensole, tiranti a terra e blocchi di fondazione). E' incluso lo spostamento temporaneo di tutte le linee interrato (elettriche, FO e di Segnalamento ferroviario) che devono essere mantenute attive.
- 2) Realizzazione di una nuova elettrificazione della linea, dopo il completamento delle opere civili e di armamento suddette, da raccordare con la parte di linea temporaneamente interrotta.
- 3) Installazione, nei nuovi cunicoli cavi (predisposti dalle opere civili), dei cavi di comando/segnalazione dei sezionatori, dei circuiti BT (luce/FM), e di tutti gli altri circuiti attualmente presenti nelle tratte interessate dai lavori, nonché l'installazione dei nuovi cavi telefonici, dei nuovi cavi per il segnalamento ferroviario ed un cavo FO (a 8 fibre ottiche, con protezione anti-roditore) dalla Cabina di Rimesse sino al locale tecnico sito nella Stazione di Zanolini. Compreso la fornitura in opera, nel suddetto locale tecnico, di un quadro di Telecomando di stazione (con comunicazione a FO e cavo telefonico), di un quadro per il comando di 6 sezionatori di stazione, di un alimentatore stabilizzato DC completo di batterie ermetiche. Tutte le suddette apparecchiature dovranno essere del tipo attualmente presenti nelle altre "Stazioni" della linea.

8.1.3 Impianti di segnalamento e telegestione

Il sistema di segnalamento esistente, sulla tratta interessata, è costituito da un sistema di blocco automatico conta assi Bca e SCMT con gestione del Passaggio a livello di via automatico comandato su itinerario delle stazioni limitrofe e protetto dai segnali di blocco o di partenza delle stazioni.

L'intervento previsto comporta l'eliminazione dei PL esistenti nella tratte interessate dall'intervento (Zanolini – Fermata Rimesse e Fermata Via Larga), il riposizionamento di tutti gli elementi in campo esistenti non interessati dalla soppressione dei PL, la gestione dei collegamenti in cavo (sia nella fase di esecuzione, che nella configurazione finale) e gli interventi di adeguamento in cabina e del TLC.

8.1.4 Impianti di telecomunicazione

L'intervento previsto comporta il riposizionamento di tutti gli elementi in campo esistenti (es. telefoni), non interessati dall'eliminazione dei PL. Per gli impianti di Telecomunicazione non connessi al sistema si rimanda invece al capitolo 8.2.4 Impianti speciali.

8.2 IMPIANTI NON CONNESSI AL SISTEMA

8.2.1 Impianti di alimentazione elettrica

I punti di alimentazione delle tratte in oggetto sono i seguenti:

- La cabina 23/0,4 kV per l'alimentazione degli impianti di galleria posta nel manufatto "Libia".
- L'allacciamento Enel in b.t. a 0,4 kV – 50 Hz per l'alimentazione degli impianti delle fermate Rimesse e Via Larga,
- Un gruppo statico per l'alimentazione delle utenze di "Emergenza" della galleria e dei locali del manufatto "Libia".
- Un gruppo statico per l'alimentazione delle utenze di "Emergenza" delle fermate Rimesse e Via Larga.

8.2.2 Impianti elettrici

Gli impianti elettrici, di sicurezza e speciali delle fermate Rimesse e Via Larga saranno alimentati da un allacciamento in BT a 400 V – 50 Hz. A valle dell'allacciamento, per ciascuna linea in partenza sarà previsto un interruttore magnetotermico differenziale di protezione che alimenterà il quadro elettrico generale della fermata.

Per la galleria sarà invece predisposto un locale di consegna Ente Erogatore, con le caratteristiche previste dalle normative e regolamenti di allacciamento in media tensione.

Dal quadro di consegna e misura partirà la connessione in cavo ai locali tecnici del manufatto Libia dove sarà predisposto il quadro QMT di ricezione dell'energia a 23 kV e alimentazione.

A partire dai suddetti punti di connessione elettrica saranno alimentate le utenze di stazione e linea, inclusa la galleria rappresentate indicativamente da:

- Impianti luce e forza motrice
- Impianti meccanici (ventilazione, antincendio, drenaggio)
- Impianti traslazione e sollevamento (ascensori e scale mobili)
- Impianti Segnalamento e Telecomunicazione
- Impianti Speciali e di Supervisione

Le utenze con funzioni di sicurezza, per l'esercizio delle fermate e dell'infrastruttura, saranno alimentate da fonti di alimentazione ridondate o da alimentatori di continuità assoluta.

Fanno parte degli impianti elettrici anche l'impianto di terra, le protezioni elettriche, l'impianto di illuminazione della galleria, delle fermate e delle aree esterne.

8.2.2.1 Galleria

L'alimentazione delle utenze della galleria e dei locali del manufatto adiacente sarà derivata da un quadro elettrico generale il quale è suddiviso in due sezioni, "Normale" e "Emergenza" alimentate da due fonti di energia distinte che, opportunamente articolate, realizzano diversi livelli di degrado a seguito di guasti o in occasione di interventi manutentivi.

Tali fonti d'alimentazione saranno rappresentate da:

- Cabina elettrica 23/0,4 kV che costituisce l'alimentazione "Normale". La cabina alimenterà il quadro generale e sarà dimensionata per l'intero carico delle utenze dei locali e della galleria adiacente
- Gruppo statico di continuità che costituisce l'alimentazione di "Emergenza". In caso di mancanza della rete, le utenze sensibili saranno alimentate dal quadro di emergenza, attraverso il gruppo di continuità statico.

Le utenze alimentate dalla cabina e dal gruppo di continuità sono riportate sui disegni di progetto.

8.2.2.2 Fermate

L'alimentazione delle utenze delle fermate Rimesse e Via Larga sarà derivata da un quadro elettrico generale il quale sarà suddiviso in due sezioni, "Normale" e "Emergenza" alimentate da due fonti di energia distinte, che, opportunamente articolate, realizzano diversi livelli di degrado a seguito di guasti o in occasione di interventi manutentivi.

Tali fonti di alimentazione saranno rappresentate da:

- Un allacciamento Enel in b.t. a 400 V – 50 Hz che costituisce l'alimentazione "Normale"
- Gruppo statico di continuità che costituisce l'alimentazione di "Emergenza". Una parte delle utenze della fermata considerate di primaria importanza per l'esercizio, saranno alimentate dal gruppo di continuità statico attraverso la sezione di emergenza del quadro generale della fermata".

Le utenze alimentate dall'allacciamento Enel e dal gruppo statico di continuità sono riportate sui disegni di progetto.

8.2.3 Impianti meccanici

8.2.3.1 Ventilazione di galleria

La galleria prevista nella tratta ferroviaria Bologna-Portomaggiore è una galleria a canna singola e singolo binario di lunghezza pari a circa 700 m adibita al transito di treni a trazione elettrica.

Tale galleria sarà dotata di un sistema di ventilazione longitudinale per mezzo di 10 jet-fans, disposti in 5 coppie posizionate con un passo di circa 100 m, e n°4 uscite di emergenza per garantire un'evacuazione sicura dei passeggeri in caso di incendio del treno.

L'impianto di ventilazione è stato dimensionato in caso di incendio, per far fronte all'avanzamento dei fumi ed evitare che essi si propaghino nella direzione di esodo. Tale impianto, inoltre, potrà essere attivato in condizioni di normale esercizio per garantire un idoneo ricambio d'aria per il mantenimento di condizioni confortevoli di microclima in galleria.

I jet fan scelti sono di tipo completamente reversibile con le seguenti caratteristiche principali:

- Diametro girante: 1000 m;
- Spinta: 900 N;
- Portata d'aria: 24 m³/s;
- Velocità dell'aria in uscita: 31 m/s;
- Potenza nominale 27 kW.

L'impianto di ventilazione è dimensionato in condizioni di emergenza, considerando un carico di incendio di 20 MW che, secondo la letteratura internazionale, è un valore ragionevole e cautelativo per convogli ferroviari passeggeri.

L'obiettivo dell'impianto di ventilazione sarà il seguente:

In caso d'incendio la ventilazione longitudinale deve garantire che la velocità dell'aria nel tunnel sia maggiore della velocità critica.

Il dimensionamento è stato effettuato considerando tre scenari critici di incendio, sintetizzati nella seguente tabella:

n°	Posizione fuoco	Direzione flusso d'aria	Velocità critica	Flusso d'aria minimo richiesto
1	PK 2+147 STG01	Est → Ovest	2.77 m/s	60.5 m ³ /s
2	PK 2+562 Libia S2	Ovest → Est	2.44 m/s	124.6 m ³ /s
3	PK 2+747 STG03	Ovest → Est	2.77 m/s	63.7 m ³ /s

La scelta di invertire la direzione del flusso tra uno scenario e l'altro è dovuta alla possibilità di sfruttare in maniera positiva l'effetto camino dal momento che la galleria presenta un'inversione di pendenza alla PK 2+450.9.

Il sistema di ventilazione sarà attivato automaticamente tramite interfacciamento diretto con l'impianto di rivelazione incendi (cavo termosensibile posato sulla volta), alla massima portata.

8.2.3.2 Ventilazione locali tecnici

Nei locali tecnologici della galleria del manufatto Libia e per quelli delle fermate Rimesse e via Larga, si prevede la realizzazione di un impianto di ventilazione in immissione in grado di assicurare un leggero ricambio di aria (2 volumi ambiente ora, 4 volumi ambiente ora solamente per il locale pompe del manufatto di Libia) all'interno dei locali stessi.

Per mezzo di un elettroventilatore intubato, con caratteristiche di portata e prevalenza differenti in funzione dei locali tecnici serviti, viene portata aria esterna in una condotta rettilinea a sezione circolare in lamiera zincata priva di coibentazione; lo spessore della lamiera è funzione del diametro della condotta.

L'aria è immessa in ambiente tramite bocchette rettangolari in acciaio a doppia deflessione regolabile, complete di serranda di taratura delle dimensioni di altezza 100 mm e base 300 mm.

L'espulsione dell'aria sarà effettuata tramite il rialzo delle stesse porte dei locali tecnici.

8.2.3.3 Antincendio

Gli impianti per la prevenzione incendi e per l'intervento dei Vigili del Fuoco previsti in fermata ed in galleria consistono in sintesi in:

- impianto manuale di spegnimento incendio (idranti UNI 45 ed estintori);
- impianto di rivelazione incendi (descritto all'interno della sezione impianti elettrici).

L'alimentazione idrica è derivata dall'Acquedotto Municipale che prevede una tubazione di acqua potabile nei pressi del manufatto "Libia". Il punto di consegna è nel locale "Antincendio", in cui è prevista la saracinesca comunale ed il contatore dell'acqua.

Dal locale "Antincendio", si dirama la tubazione che alimenta l'impianto idranti di galleria.

Al piano campagna in posizione accessibile sono previsti anche due gruppi attacco autopompa UNI 70, che i Vigili del Fuoco provvedono a piombare nella posizione aperta al momento del collaudo dell'impianto.

Lungo la banchinetta di galleria sono predisposti ogni 50 m due attacchi UNI 45 alimentati con tubazione da 4" (DN 100).

In prossimità dei portali di ingresso e uscita della galleria la tubazione sarà coibentata a protezione dal gelo.

8.2.3.4 Sollevamento acque chiare

La raccolta delle acque è relativa essenzialmente a:

- acque piovane;
- nel solo caso della fermata Rimesse anche delle acque derivanti dall'attivazione degli impianti antincendio.

Sono previsti due aggettamenti in corrispondenza dell'allargo in zona via Libia e presso il sifone di via Cellini; in esso saranno recapitate le acque piovane o di infiltrazione provenienti dalla galleria e dalla zona in trincea.

In galleria ed in trincea il drenaggio delle acque meteoriche è previsto con opere e canalizzazioni realizzate nella sede ferroviaria, in modo coordinato con l'armamento ferroviario.

Il sollevamento delle acque avviene mediante 2 elettropompe sommergibili in acciaio inox adatte per corpi solidi di dimensioni fino a 50 mm, con portata fino a 54 mc/h, e prevalenza 5,5 - 13 m.

La logica di funzionamento prevista è la seguente: al superamento del primo livello si ha l'azionamento della prima pompa. Il superamento del livello "2" (livello massimo) comporta l'azionamento della seconda pompa. In questo ultimo caso un segnale di allarme posto sul quadro elettrico di alimentazione viene riportato al Posto Operatore Remoto per fornisce l'informazione di massimo livello della vasca raggiunto.

Dalla vasca di aggotamento le pompe sommerse condurranno le acque alla cameretta dei pezzi speciali di raccordo alla fognatura.

8.2.3.5 Condizionamento locali tecnici

Per il mantenimento della temperatura interna dei seguenti locali tecnici:

- telecomunicazione;
- trasformazione media-bassa tensione (solo per manufatto Libia);
- quadri elettrici;

caratterizzati da notevole rilascio di calore dovuto alle apparecchiature ivi presenti, saranno previsti condizionatori autonomi del tipo monosplit, funzionanti con gas refrigerante R410A, Gli impianti condizionatori, in esecuzione ridondata al 100%, sono composti da:

- una motocondensante esterna in lamiera d'acciaio zincata e verniciata, con compressore ermetico rotativo ad alta efficienza, batteria di scambio termico e ventilatore elicoidale ad espulsione orizzontale;
- da un'unità interna a parete con filtri rigenerabili;
- tubazioni in rame coibentato e tubazioni di scarico condensa;

La potenza frigorifera, funzione del volume del locale tecnico e delle apparecchiature in esso installate, è riportata sugli elaborati grafici.

8.2.4 Impianti speciali

È previsto un sistema audio e video per telecontrollare la galleria (uscite di sicurezza e accessi galleria) e le fermate di superficie di Rimesse e Via Larga dalla postazione del Dirigente Movimento e per consentire il collegamento audio in fonia con gli utenti in attesa (invio di messaggi di diffusione sonora).

Il sistema di telecomunicazioni comprende anche una Rete Oraria che fornisce l'ora esatta al pubblico e fornisce inoltre il criterio di sincronizzazione agli impianti audio e video, nonché agli altri impianti di stazione.

In accordo alle prescrizioni del D.M. del 29/11/15, sono inoltre sonorizzate le gallerie e tutte le zone (locali tecnologici od accessori), dove può essere presente, anche saltuariamente, personale di gestione o di manutenzione.

L'impianto audio ha quindi lo scopo di sonorizzare i Locali Tecnici del manufatto Libia, la fermate Rimesse e Via Larga e la galleria, onde permettere la diffusione di annunci, da parte dell'operatore.

I messaggi sono effettuati dalla postazione operativa presenziata dall'Esercente nell'ambito del Dirigente Movimento tramite console audio (microtelefono con tastiera associata), l'operatore può scegliere tra la chiamata generale (stazione più galleria), la chiamata sulla singola stazione, sulla sola galleria.

Dalla postazione locale di Rimesse, possono essere effettuati annunci sulle singole fermate.

La trasmissione delle immagini video viene realizzata tramite un sistema di trasmissione su fibra ottica. Il sistema di trasmissione è realizzato con 20 coppie trasmettitore/ricevitore monocanale. Ogni rack è dotato di proprio alimentatore per la distribuzione dell'alimentazione ai trasmettitori/ricevitori; l'alimentazione primaria ai complessi Tx/Rx, viene ricavata dai quadri elettrici generali di stazione.

8.2.4.1 Galleria

Per le due tratte di galleria adiacenti ai locali tecnici del manufatto Libia, è previsto un sistema di sonorizzazione apposito che, mantenendo le stesse caratteristiche tipologiche e funzionali del sistema di fermata, consente la gestione delle gallerie dalla medesima postazione.

La galleria è inoltre coperta dal sistema di videosorveglianza. E' infatti prevista la copertura, con telecamere fisse, di ogni Uscita di Sicurezza per ognuno dei due accessi di galleria.

8.2.4.2 Fermate

Sono previste telecamere a colori per il controllo di ogni banchina. Le telecamere sono installate nello stesso senso sulla lunghezza della banchina in modo da inquadrare tutta la banchina e in particolare il fianco del veicolo (carico/scarico passeggeri).

Le telecamere sono collocate su apposite strutture (segnaletica a bandiera, paline, copertura scala, canale luminoso, etc), e sono dotate di una custodia in acciaio satinato e cordone flessibile cromato.

Il controllo video della stazione è completato da tre telecamere a colori per ogni ascensore, che, oltre a controllare l'interno stesso dell'ascensore con la telecamera installata della cabina, controllano le zone di imbarco e sbarco, in banchina ed al piano strada.

Nelle fermate le zone sonorizzate sono tutte le zone di accesso al pubblico (banchine, atri, ascensori, passaggi, ecc.). La copertura delle suddette zone avviene mediante altoparlanti a membrana; la loro disposizione, il loro numero e la relativa tipologia sono desumibili dai disegni distributivi di progetto.

8.2.5 Teleoperazioni

Il sistema di Teleoperazioni effettua la gestione dalla postazione Dirigente Movimento di posto centrale, degli impianti delle fermate e del manufatto Libia.

In particolare, il sistema è in grado di integrare in un unico ambiente operativo le diverse funzioni necessarie per il governo remoto dei sottosistemi.

Gli impianti gestiti dal sistema di Teleoperazioni sono:

- per il manufatto in zona via Libia: Quadro Generale, Ventilazione, Gruppo Statico di Continuità, Cabina Elettrica, Centralina di controllo temperatura in galleria, Diffusione Sonora, aggettamento e TVCC;
- per la Fermate: ascensore e centralina di rivelazione fumi.

La struttura del sistema di Teleoperazioni informatico è del tipo distribuito e l'architettura hardware organizzata a livelli. Pertanto, l'architettura del sistema comprende:

- una postazione operatore (workstation) presso il locale del Dirigente Movimento, costituita da un'unità di elaborazione e presentazione delle informazioni acquisite dal campo (Server e Client); una unità di sola presentazione delle informazioni (Client) presso il locale tecnico del manufatto Libia, ad uso manutentivo;
- la rete di comunicazione dati;
- unità periferiche intelligenti;
- schede di I/O, per l'interfacciamento con gli enti e gli impianti controllati.

8.2.6 Sollevamento di fermata

Presso le fermate di Rimesse e di via Larga è prevista la realizzazione di un impianto elevatore per i viaggiatori, finalizzato all'abbattimento delle barriere architettoniche rappresentate dalla tipologia di fermata prevista in trincea. L'ascensore sarà ad azionamento elettrico realizzato in configurazione M.R.L. (Machine Room Less) ossia senza locale macchine con il sistema di azionamento (motore) ubicato all'interno del vano corsa.

La tipologia di cabina prevista è con un solo accesso e la configurazione tipica MRL è realizzata posizionando il quadro elettrico di manovra in corrispondenza della porta di piano al piano banchina. L'alloggiamento di soccorso previsto per ogni fermata è alloggiato presso locali a disposizione.

8.2.7 Impianti drenaggio acque meteoriche

Allo stato attuale, i fossi di guardia del rilevato ferroviario che dovrebbero raccogliere le acque meteoriche di piattaforma sono sostanzialmente assenti. La loro sezione è probabilmente venuta a ridursi progressivamente nel tempo per la mancanza di operazioni periodiche di manutenzione, cosicché, attualmente, sono presenti solo alcuni relitti di fossato localizzati con discontinuità lungo il tratto in esame della ferrovia. Le acque di piattaforma sono quindi in parte disperse nel terreno naturale tramite questi relitti di affossature e in parte drenati dalla rete idrografica locale esterna esistente, in corrispondenza degli attraversamenti delle viabilità esistenti. Come richiesto in sede di conferenza dei servizi, ove prevista l'impermeabilizzazione della sede ferroviaria esistente, per non gravare ulteriormente sulla rete esistente sono stati progettati appositi sistemi di dispersione integrati nelle opere di sistemazione superficiale delle aree attualmente occupate dal sedime ferroviario.

8.2.7.1 Galleria e di piattaforma

Si riepilogano le principali scelte progettuali e ipotesi poste alla base del calcolo adottate, in parte dedotte dalle indicazioni riportate nel Manuale di Progettazione di RFI:

- per le opere che costituiscono il sistema di drenaggio si sono utilizzati manufatti gettati in opera per lo più integrati nelle strutture costituenti il camminamento a servizio della tratta ferroviaria. Per il convogliamento delle acque meteoriche dei tratti in trincea sono state utilizzate canalette di piattaforma, manufatti in calcestruzzo con sezione rettangolare, altezza variabile e larghezza minima di 0,5 m. Nei tratti in galleria artificiale e nei tratti di raccordo tra le rampe di risalita e l'infrastruttura ferroviaria esistente sono state utilizzate tubazioni di collettamento, manufatti in PEAD con sezione circolare del diametro minimo di 0,315 m. Per i dettagli dei manufatti si rimanda alle tavole grafiche di progetto in cui sono rappresentati per ciascuno di essi le sezioni tipiche ed i particolari costruttivi;
- per i manufatti in calcestruzzo si è adottato nel calcolo un valore del coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3\text{s}-1}$ nel caso di collettori gettati in opera, valore cautelativo rispetto a $67 \text{ m}^{1/3\text{s}-1}$, suggerito dal manuale R-F.I.;
- per i manufatti in materiali polimerici si è adottato nel calcolo un valore del coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a $90 \text{ m}^{1/3\text{s}-1}$;
- per il dimensionamento dei manufatti si è fatto riferimento ad un valore massimo del grado di riempimento (Y/H o Y/D) pari a 0.5 per i collettori a sezione circolare con diametro minore di 0.5 m e pari 0,7 per i collettori di maggiore dimensione.
- in conformità al progetto precedentemente approvato, non si prevede il trattamento delle acque meteoriche prima dello scarico nella rete idrografica superficiale considerando che la linea risulta elettrificata e non si prevedono problematiche di tipo qualitativo alle acque di drenaggio. Lo scarico delle acque di piattaforma è effettuato tramite sollevamento meccanico, opportunamente tarato per il rispetto dei parametri di portata massima in uscita definiti da HERA e dal Comune di Bologna in sede di conferenza dei servizi; a tal proposito i volumi per la laminazione delle acque di piattaforma sono stati previsti all'interno delle vasche di aggotamento della ferrovia di progetto.

8.2.7.2 Fermate

Il drenaggio delle acque meteoriche ricadenti sulle pensiline di stazione e le banchine ferroviarie sono raccolte tramite pozzetti con caditoia sifonata 30x30 cm e collettori passanti in PEAD, introdotti nel corpo strutturale delle fermate di progetto. In particolare, è stato previsto che, in presenza delle pensiline, il passo dei pozzetti coincidesse con quello dei pluviali, inglobati nel corpo modulare della pensilina stessa. In presenza delle scale di accesso alle fermate sono state previste delle canalette grigliate in testa e al piede delle scale stesse, tali canalette sono state poi allacciate alla linea di drenaggio della banchina.

Essendo le fermate di progetto tutte abbondantemente al di sotto del piano campagna, è stato scelto di recapitare le acque di fermata all'interno del sistema di drenaggio di linea della ferrovia, opportunamente stimando il contributo di tali aree nella definizione della massima portata convogliata nelle canalette di drenaggio ferroviario e nel calcolo necessario alla laminazione degli eventi meteorici più critici per la rete.

8.2.7.3 Opere di protezione in aree a pericolosità idraulica

In rapporto al grado di pericolosità idraulica segnalato dalle mappe del PGRA sono state identificati i tratti delle opere di progetto ubicati in zona a rischio alluvione e, contestualmente, sono state definite le opere di protezione della trincea ferroviaria.

L'analisi del PGRA ha infatti evidenziato la presenza di aree a pericolosità idraulica ubicate nel territorio interessato dall'interramento ferroviario, per tutta la Tratta T02 ed in generale dalla fermata S. Rita in poi, in direzione di Budrio.

Per tutta la Tratta T02 è stata quindi prescritta una quota di coronamento delle strutture di contenimento della trincea ferroviaria che sia superiore di almeno 30 cm rispetto al punto più alto del piano campagna circostante.

8.3 IMPIANTI A SUPPORTO DELLE SISTEMAZIONI SUPERFICIALI

8.3.1 Impianti di illuminazione pubblica

A servizio dei percorsi ciclopedonali, che si sviluppano nei pressi delle tratte Zanolini-Libia, fermata Rimesse e via Cellini-Via Larga, è stato previsto un impianto di illuminazione al fine di garantire anche di notte, agibilità e confort a tutti coloro che lo percorrono.

L'impianto di illuminazione a LED risponde a tutte le normative vigenti ed in particolare alla "Guida progettuale" del Comune di Bologna edizione 2009 dove vengono definite le categorie illuminotecniche di riferimento per la definizione dei valori da adottare in funzione del tipo di strada.

8.3.2 Opere Di Regimazione Idraulica

Essendo l'opera oggetto di studio in contesto puramente urbano, le uniche interferenze con il reticolo idrografico esistente sono state riscontrate nell'ambito dello studio delle interferenze con le reti di fognatura mista esistente. In particolare, dalle carte storiche del Comune di Bologna è stato possibile verificare i corsi d'acqua del territorio pedecollinare di Bologna sono stati da tempo deviati ed integrati nel complesso sistema di fognatura mista della città, ricco di torrenti tombati e canali scolmatori di diversione delle acque per allontanare le portate di piena dal centro storico. In questo contesto la risoluzione di questo tipo d'interferenze è stata affrontata nel dettaglio nella risoluzione delle interferenze con i sottoservizi, con delle tavole dedicate alle deviazioni fognarie.

Diversamente, per il drenaggio locale delle viabilità interferite dall'opera e per il progetto delle sistemazioni superficiali di restituzione al tessuto urbano del vecchio sedime ferroviario sono stati opportunamente previsti interventi di riassetto delle opere di drenaggio esistenti che consistono in:

- Ripristino delle caditoie di drenaggio stradale lungo le viabilità interferite di via Paolo Fabbri e di via Scandellara.
- Rifacimento del drenaggio di piattaforma in corrispondenza delle sistemazioni superficiali di Via Libia e dei due cavalcaferrovia di progetto in via Rimesse e via Larga, mediante la predisposizione di nuove linee di fognatura bianca, dimensionate analogamente a quanto fatto per le condotte di drenaggio di piattaforma ferroviaria.

- Realizzazione di un nuovo sistema di drenaggio superficiale lungo i nuovi percorsi ciclopedonali al di sopra della galleria artificiale della Tratta T01 e nel tratto compreso tra via Cellini e la fermata di via Larga, tramite la realizzazione di apposite trincee disperdenti in ghiaia di grossa pezzatura, con la duplice funzione di drenare le nuove opere di progetto e di ripristinare le capacità disperdenti del sedime ferroviario attuale.

9 CANTIERIZZAZIONE, VIABILITÀ, CAVE E DISCARICHE ED ESPROPRI

9.1 CANTIERIZZAZIONE E VIABILITÀ

9.1.1 Cantierizzazione

9.1.1.1 Fermata Libia

La fermata Libia è localizzata all'incrocio tra la omonima Via Libia e Via Scipione Dal Ferro

Durante la fase di messa in esercizio della linea, dopo i lavori di interrimento, questa fermata non sarà aperta al pubblico, ma sarà utilizzata come area tecnologica in cui allocare l'impiantistica a supporto della linea ferroviaria e come uscita di emergenza per i passeggeri, in caso di treno fermo in galleria.

Solamente in un secondo tempo la fermata potrà essere rifunzionalizzata e resa operativa al trasporto passeggeri.

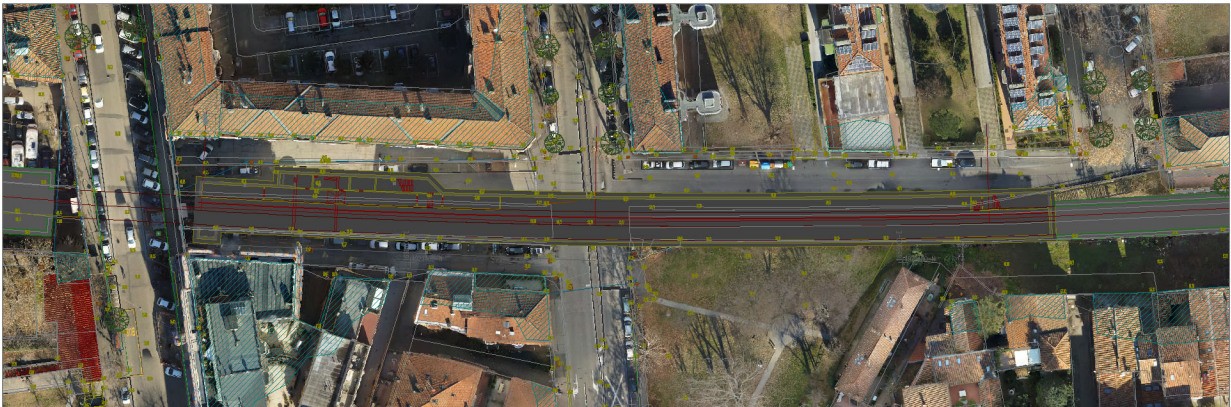


Figura 54: Fermata Libia.

La stazione in oggetto si sviluppa per 175 m in senso longitudinale ed è caratterizzata da una larghezza di circa per 10.50m.

La stazione Libia occupa la linea ferroviaria esistente e si estende da Via Scipione fino all'altezza di Via Bentivogli, quest'ultima non direttamente interessata in quanto sovrappassando la ferrovia non risulta interferente con le operazioni in oggetto.

Le viabilità presenti nella zona di intervento risultano le seguenti:

- Via Libia
- Via Scipione Dal Ferro
- Via Bentivogli (sovrappasso ferroviario)
- Via Palmieri
- Via Massarenti



Figura 55: Viabilità interessate.

Di rilevante importanza nello studio della viabilità di cantiere risulta la presenza della scuola primaria A. Manzoni avente accesso su Via Scipione e l'Istituto Ramazzini su Via Libia.

La zona a sud della linea ferroviaria risulta fortemente congestionata in quanto vi è la presenza del Policlinico S. Orsola con tutte le relative attività di pronto soccorso, degenza e scienze universitarie. Data l'interferenza dell'opera con la viabilità locale e la necessità di creare il minimo disagio possibile agli utenti quotidiani, sono previste particolari attenzioni nella suddivisione delle attività di cantiere, che saranno eseguite in 3 fasi.

Vista la vicinanza del sovrappasso ferroviario di Via Bentivogli all'area di cantiere, si è scelto di chiudere Via Libia per l'intera durata dei lavori e deviare il relativo traffico veicolare sulla sopraccitata Via Bentivogli. Questo permette di avere la disponibilità completa delle aree di cantiere e limitare il disagio degli utenti a seguito della chiusura di Via Libia in quanto la deviazione su Via Bentivogli, risulta del tutto ininfluente in termini di tempi di percorrenza.

L'accesso alle aree di cantiere è garantito dall'installazione di cancelli di 6.00 m di larghezza per permettere l'ingresso e l'uscita dei mezzi attraverso apposite corsie di immissione e uscita dal cantiere.

Gli accessi al cantiere sono stati posizionati sul lato nord in quanto, come già accennato in precedenza, la zona sud è considerata non idonea per la presenza dell'azienda ospedaliera S. Orsola.

I varchi di accesso al cantiere sono due, posizionati su Via Libia e Via Scipione ed entrambi organizzati su due corsie per senso di marcia di 3.50m di larghezza.

La viabilità pedonale/ciclabile sarà sempre garantita da un marciapiede di larghezza minima di 1.00m.

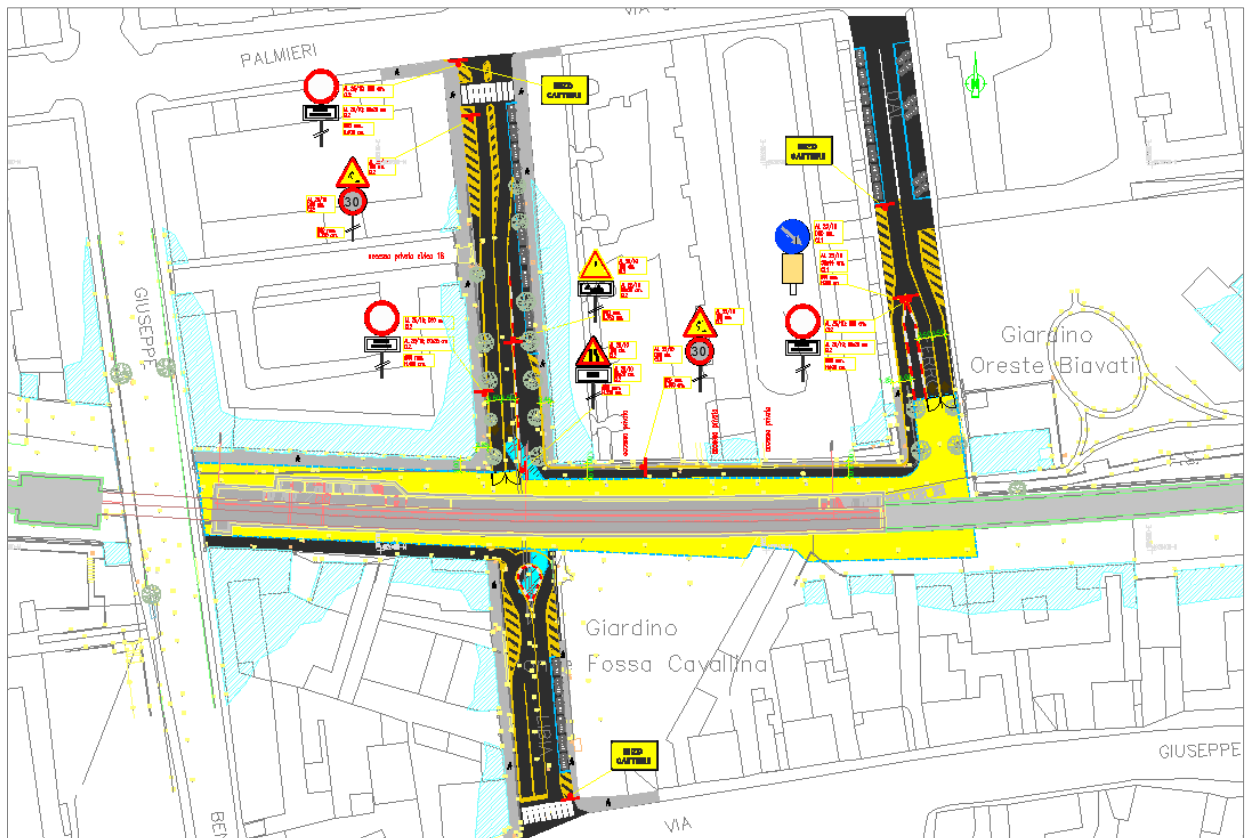


Figura 56: Viabilità di cantiere.

Tutta l'opera viene realizzata in 3 fasi e riguarda essenzialmente la realizzazione delle diaframature e delle opere interne della Stazione; come già indicato in precedenza, la fasizzazione delle lavorazioni di cantiere riguarda principalmente la necessità di risolvere le interferenze presenti.

9.1.1.2 Fermata Rimesse

La fermata Rimesse è localizzata tra via Rimesse ed il cavalcaferrovia della linea Bologna-Firenze (RFI).

Si inserisce al di sotto del nuovo cavalcaferrovia di Via Rimesse, con il quale condivide parte dell'accessibilità al marciapiede di fermata.

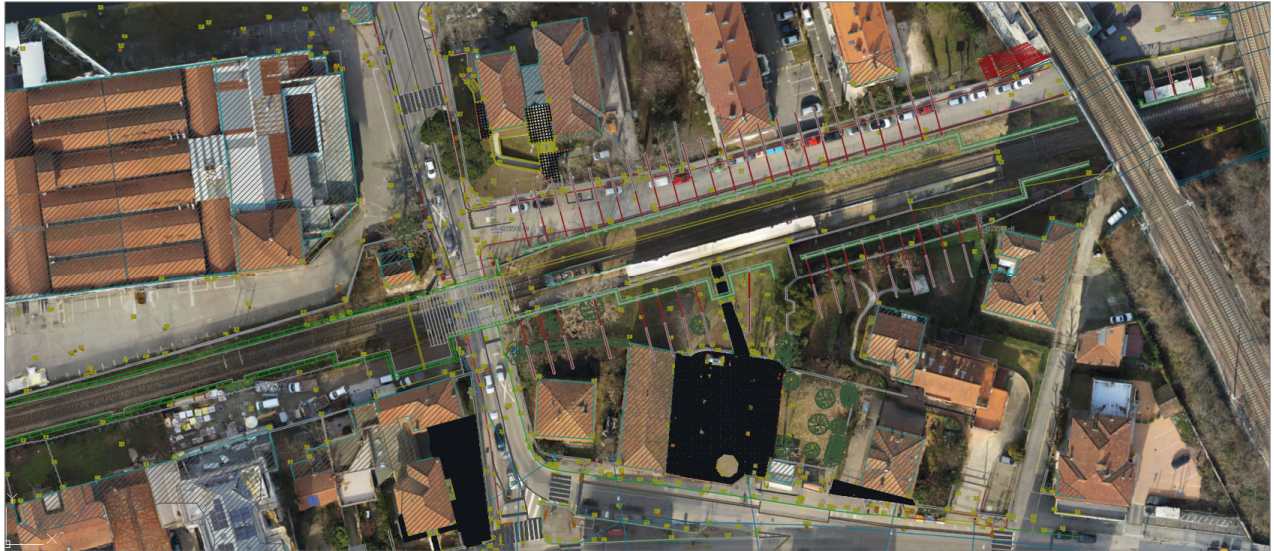


Figura 57: Fermata Rimesse.

La stazione in oggetto si sviluppa per 202.00 m in senso longitudinale ed è caratterizzata da una larghezza di circa 10.00m.

La stazione Rimesse occupa la linea ferroviaria esistente e si estende dal cavalcaferrovia della linea Bologna-Firenze fino a superare Via Rimesse per un tratto di 30m.

Le viabilità presenti nella zona di intervento risultano le seguenti:

- Via Rimesse
- Via Grassetti
- Via Massarenti
- Via Tartagni

L'area di intervento può essere suddivisa in parte nord e sud in riferimento alla linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore. La zona sud risulta fortemente urbanizzata in cui sono presenti, oltre a edifici residenziali, anche attività commerciali e servizi mentre l'area nord è caratterizzata da una densità abitativa minore in cui sono presenti diversi nodi di confluenza delle maggiori arterie infrastrutturali del territorio.

Tutta l'opera viene realizzata in 4 fasi e riguarda essenzialmente la realizzazione delle diaframature e delle opere interne della Stazione e la risoluzione dei sottoservizi interferenti presenti.

9.1.1.3 Fermata via Larga

La fermata Via Larga è localizzata lungo l'asse di via Scandellara tra il viadotto autostradale della A14 e l'omonima via Larga. Tale posizione, analoga alla già esistente fermata, permette di servire in modo diretto ed agevole due poli importanti della zona: a nord il Centro commerciale "Via Larga" ed a sud, sottopassando il raccordo autostradale, il complesso direzionale Unipol e parte del polo industriale limitrofo.

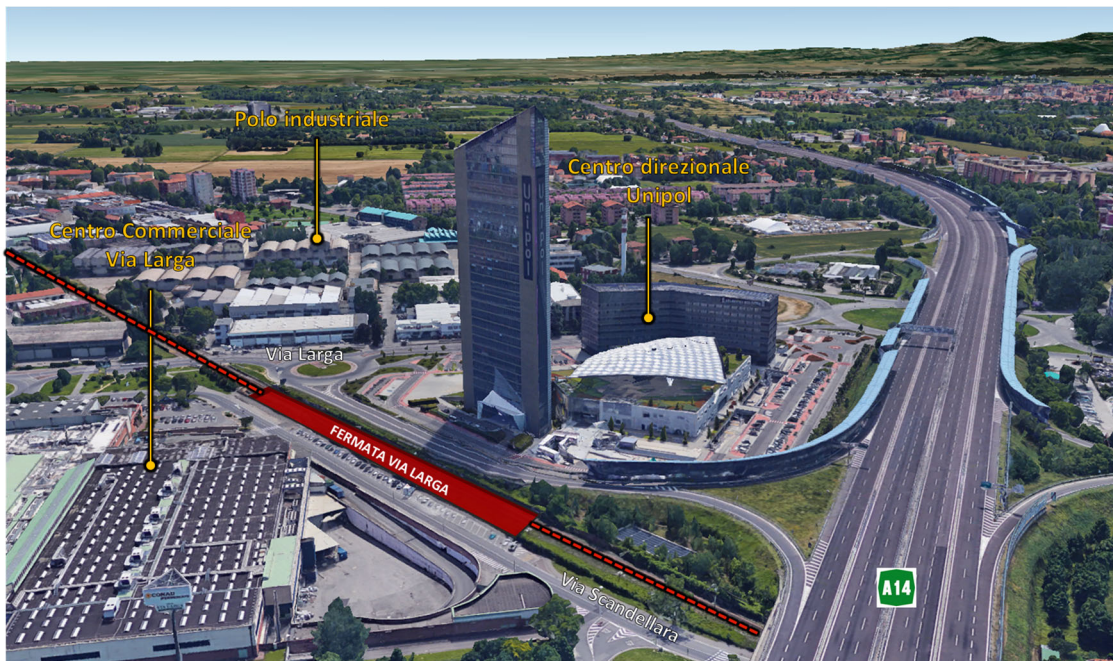


Figura 58: localizzazione della Fermata via Larga

Il corpo di stazione è costituito in prevalenza da una struttura a una sezione aperta con diaframmi di sostegno di spessore 100 cm e lunghezza 14,5 m da intradosso correa; il fondo scavo si trova a una distanza massima di ≈ 8 m da piano campagna. La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.70cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm.

La nuova soluzione progettuale prevede l'adozione della metodologia di scavo "bottom-up". Eccezioni a quanto sopra descritto, è il tratto di sottopasso di via Larga, caratterizzato da una sezione chiusa (Galleria Artificiale).

La fase di scavo è realizzata tramite diaframmi di sostegno di spessore 80 cm e lunghezza 12,5 m, il fondo scavo si trova a una distanza massima di $\approx 7,5$ m da piano campagna.

La configurazione finale (in esercizio) della sezione prevede la realizzazione di una soletta di fondo sp.60cm in continuità con fodere interne in c.a. gettate in opera, dello spessore effettivo di 30 cm.

La soletta di copertura è realizzata con travi prefabbricate precomprese di sezione rettangolare 72cmx30cm e lunghezza di calcolo $L=8.7$ m, solidarizzate alle pareti mediante un getto di completamento di spessore minimo 18 cm.

Le viabilità presenti nella zona di intervento risultano le seguenti:

- Via Larga
- Via Scandellara
- Rotatoria della Leona

La cantierizzazione di via Larga prevede, per ogni fase di lavoro il mantenimento di almeno una corsia per senso di marcia per l'attraversamento. Tale scelta vuole minimizzare i disagi per un'area densamente urbanizzata e sede di attività commerciali.

L'accesso al cantiere sarà comunque duplice. Dal lato sud la via di accesso sarà via Larga in corrispondenza della rotatoria esistente, mentre da nord si accederà sempre da via Scandellara attraverso il campo operativo e dalla rotatoria nord di via Larga. Occorre evidenziare che dovrà essere temporaneamente spostata la fermata bus posta sul lato ovest di via Larga. Tale spostamento verrà concordato con il gestore del servizio e l'ufficio comunale preposto. A tal proposito si intende sottolineare come tutte le scelte viabilistiche e di segnaletica provvisoria dovranno essere approvate dal comando di polizia locale di riferimento.

Tutta l'opera viene realizzata in 4 fasi e riguarda essenzialmente la realizzazione delle diaframature e delle opere interne della Stazione e la risoluzione dei sottoservizi interferenti presenti.

9.1.1.4 Gallerie e trincee di linea

Intervento in linea da inizio tratta T1 a via Fabbri

Il cantiere relativo al sotterramento della linea Bologna-Portomaggiore ha origine in prossimità del parcheggio coperto riservato ai dipendenti del policlinico S. Orsola e si sviluppa in direzione est e il primo tratto termina in prossimità di Via Fabbri. L'area di cantiere occupa per intero il sedime della linea ferroviaria dismessa

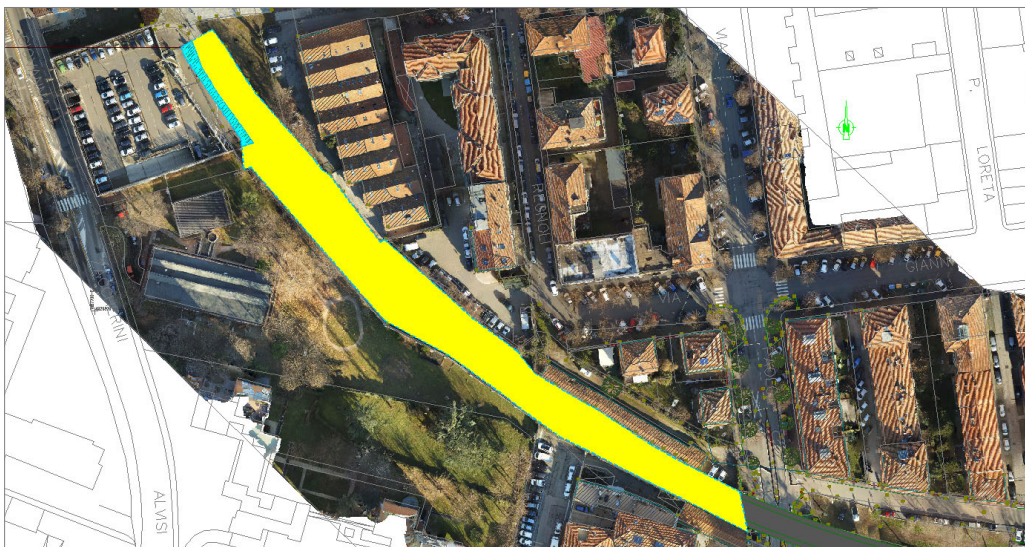


Figura 59: Area di cantiere tratto San Vitale-Via Fabbri.

L'area di cantiere occupa per intero il sedime della linea ferroviaria dismessa e non si hanno interferenze con la viabilità locale e per questo non si ha la necessità di predisporre deviazioni della circolazione al netto di un piccolo restringimento della rampa di accesso al parcheggio privato su via Alvisi.

In questa unica fase le lavorazioni riguardano essenzialmente la realizzazione di tutte le opere provvisorie e successivamente definitive per l'interramento della linea ferroviaria.

Intervento in linea tra via Fabbri e via Bentivogli

L'area di cantiere occupa per intero il sedime della linea ferroviaria dismessa e a differenza del tratto precedente si ha l'interferenza con Via Fabbri sotto la quale sono stati individuati diversi sottoservizi da deviare in diversa sede o gestire in altro modo per l'intera durata dei lavori.

Le fasi realizzative del tratto in oggetto sono 4, per i dettagli della risoluzione si rimanda agli elaborati grafici specifici.

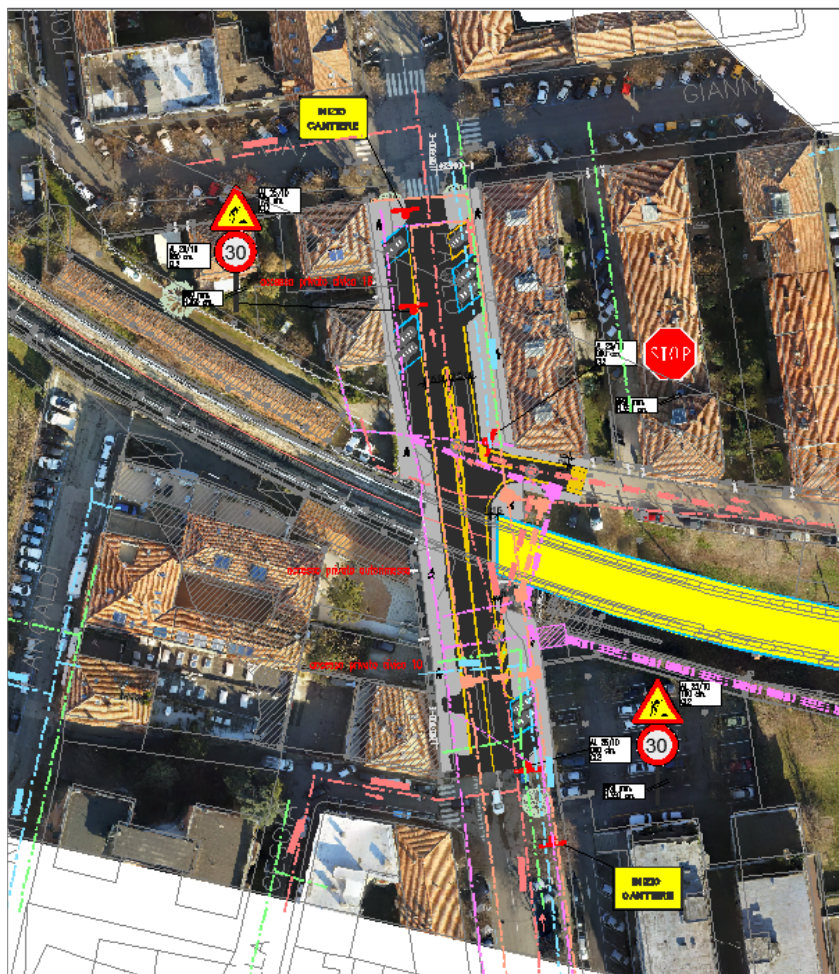


Figura 60: Tratta San Vitale-Via Fabbri

Intervento in linea tra fermata Libia e fermata Rimesse

L'area di cantiere occupa per intero il sedime della linea ferroviaria dismessa tra le future stazioni di Via Libia e Via Rimesse, non si hanno interferenze con la viabilità locale e per questo non si ha la necessità di predisporre deviazioni della circolazione.

In questa unica fase le lavorazioni riguardano essenzialmente la realizzazione di tutte le opere provvisorie e successivamente definitive per l'interramento della linea ferroviaria.



Figura 61: Area di cantiere tratto Stazione Libia-Stazione Rimesse.

Intervento in linea da inizio tratta T2 a via Cellini

La tratta T2 è contraddistinta per una variazione nella tipologia strutturale dell'interramento della linea ferroviaria. Verrà infatti eseguita una trincea aperta tra le opere di sostegno, ad eccezione dei passaggi viari e ciclopeditoni, gestiti con opere di scavalco. L'area di occupazione comprende tutto il sedime ferroviario, nonché gli spazi adiacenti di proprietà del gestore. La fasistica realizzativa è la seguente:

- Rimozione delle infrastrutture ferroviarie lungo la linea dismessa
- Prescavo per la realizzazione dei cordoli guida
- Esecuzione delle paratie di sostegno sui lati nord-sud fino a via Cellini.



Figura 62: Ingombro del cantiere da inizio tratta T2 verso via Cellini

La viabilità esistente non verrà interferita dalle lavorazioni in quanto tutte le lavorazioni avverranno in linea.

Attraversamento via Cellini

L'attraversamento stradale di via Cellini prevede un'occupazione definitiva della sede ferroviaria con estensione necessaria per i raccordi fognari di progetto, mentre verranno impiegati cantieri temporanei per lo spostamento provvisorio di altri sottoservizi interferenti.

La viabilità di attraversamento verrà chiusa durante tutte le lavorazioni interferenti. Dovrà essere comunque garantito l'accesso pedonale protetto per tutti i civici interessati dalle lavorazioni.

Per la fasistica di risoluzione dell'attraversamento si rimanda agli elaborati dedicati.

Intervento in linea da via Cellini a via Larga

L'intervento proseguirà da via Cellini in direzione Budrio con una modifica nella tipologia strutturale delle opere di sostegno dovuta alla presenza dell'Autostrada A14. Vengono previsti pali di grande diametro con opportuna sella di collegamento. Tale scelta deriva dalle necessità di non arrecare problematiche alla sovrastruttura viaria, garantendo i franchi di lavoro e di passaggio inferiore dei treni nella configurazione di progetto.

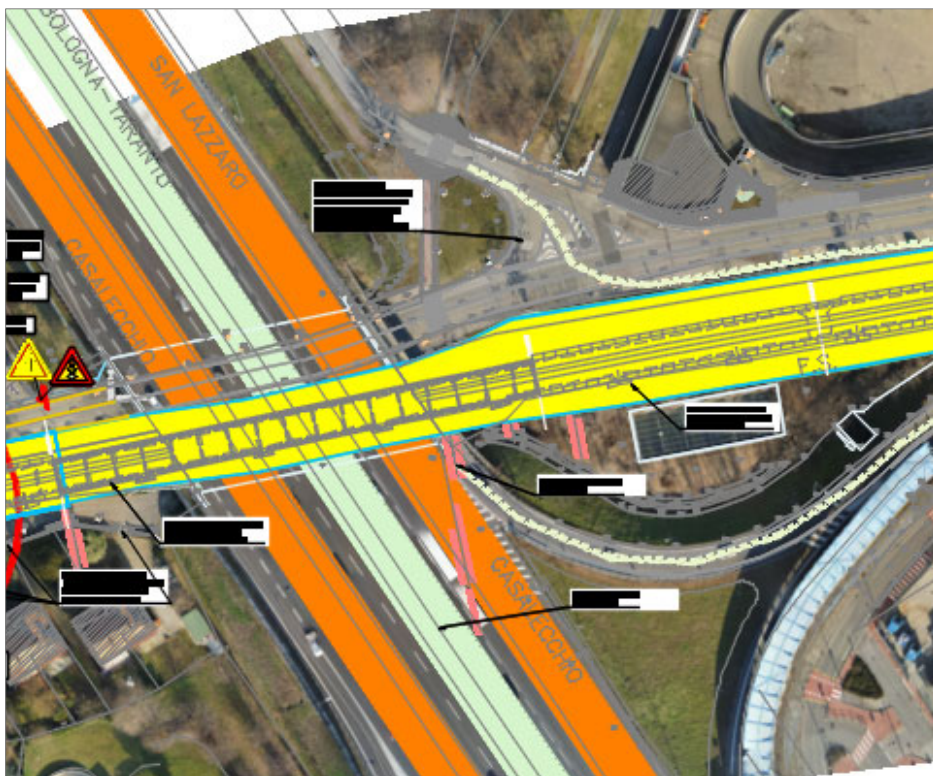


Figura 63: Area di cantiere in linea in corrispondenza del passaggio autostradale

9.1.2 Viabilità di cantiere

9.1.2.1 Principi generali

La cantierizzazione è stata sviluppata secondo il principio di arrecare il minore disturbo possibile agli spostamenti dei residenti.

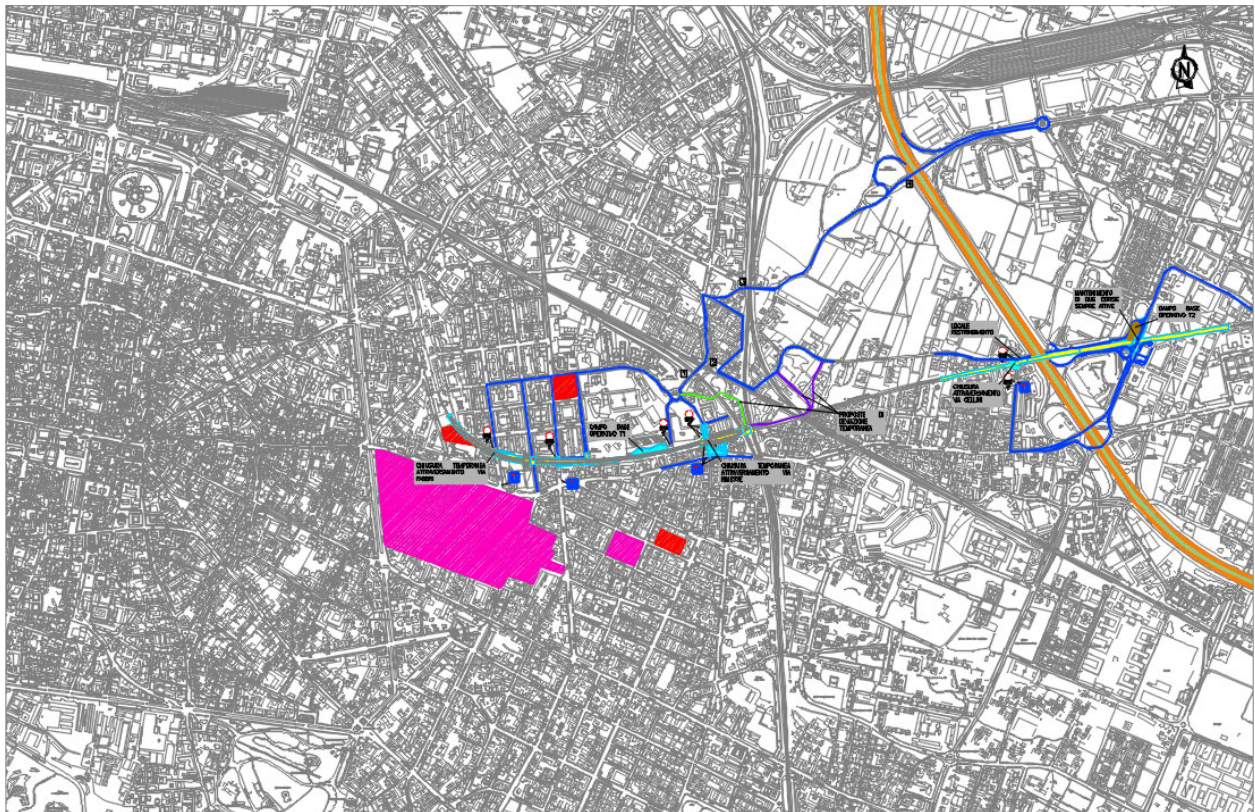


Figura 64: Planimetria generale delle deviazioni temporanee al trasporto privato

In generale, per la tratta T1 si è optato per gestire la movimentazione dei mezzi di cantiere e per le deviazioni temporanee attraverso la viabilità presente nella fascia a nord dell'attuale ferrovia. Tale proposta deriva dalla volontà di minimizzare gli impatti per l'area sud, a maggiore densità residenziale ed affetta dalla presenza di emergenze quali il polo ospedaliero S. Orsola e edifici scolastici. La viabilità stessa di via Massarenti risulta soggetta a notevole traffico, pertanto il gruppo di lavoro, in accordo alla Committente, ha cercato di deviare sul lato nord gli spostamenti da/verso il cantiere.

Viene inoltre proposto un campo base operativo per ciascuna tratta, in quanto, data l'estensione lineare del cantiere, avere un unico campo di riferimento e stoccaggio avrebbe comportato maggiori tempi di spostamento e disagi alla popolazione.

9.1.2.2 Campo base tratta T1

Dopo un'analisi complessiva dell'opera e visti i vincoli morfologici, urbani e ambientali si è scelto di posizionare il campo base del tratto T1 in prossimità del lotto adibito a verde adiacente a Via Bonaventura Cavalieri.

L'area è stata ritenuta idonea in quanto non sono presenti attività sensibili e la vicinanza alle viabilità principali permette il suo raggiungimento senza limitare o alterare in nessun modo la circolazione esistente.

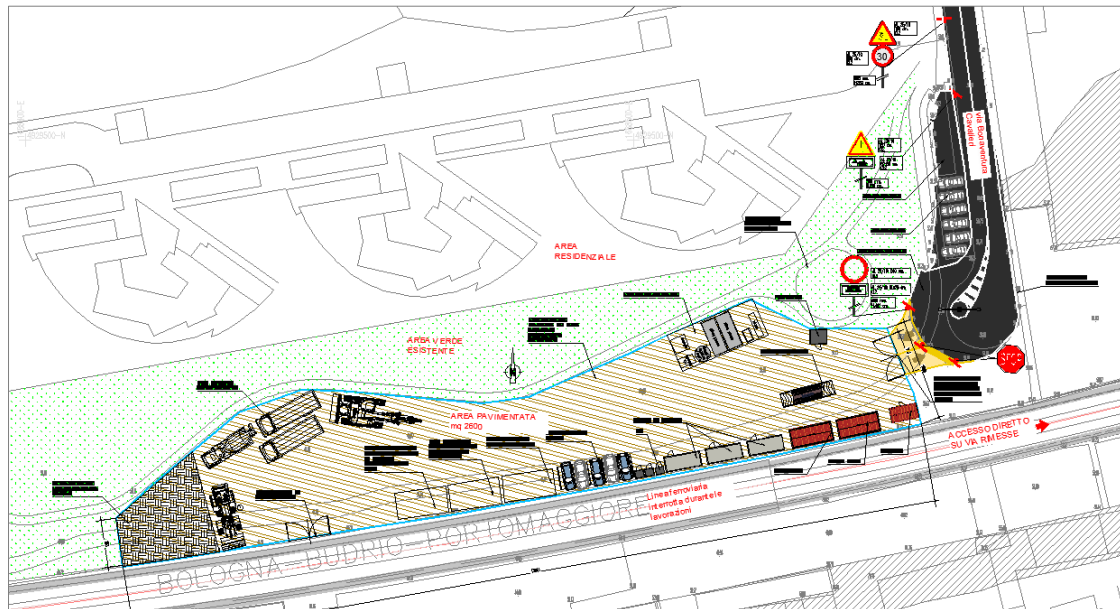


Figura 65: Campo base tratta T1.

Il campo base è caratterizzato da un'area pavimentata di 2600mq in cui sono stati previsti due accessi, il primo in direzione viabilità ordinaria e il secondo verso l'area di intervento.

All'interno del campo base sono previste le seguenti zone e attività:

- Uffici per la direzione lavori
- Guardiania
- Aree attrezzate a servizi lavoratori (locale mensa, spogliatoi, dormitori, wc)
- Aree destinate allo stoccaggio materiale e terre da scavo
- Aree per la lavorazione del ferro
- Ricovero mezzi di cantiere
- Parcheggi
- Impianto lava-ruote

La pavimentazione del campo base è realizzata con misto stabilizzato e compattato in modo da minimizzare lo sviluppo di polveri e poter gestire al meglio il trattamento delle acque di prima pioggia.

9.1.2.3 Campo base tratta T2

La tratta T2 prevede l'intervento di maggiore impatto in corrispondenza del passaggio a livello di Via Larga. A tal proposito appare strategico proporre un campo base operativo situato nell'area verde posta tra via Larga e via Scandellara, come indicato nell'immagine seguente.

L'area, in conformità a quanto previsto nel progetto a base gara, è libera da attività sensibili, collegata sia da via Larga che da via Scandellara, e presenta un accesso diretto alla linea. Potrà inoltre fungere da sito di stoccaggio e movimentazione materiale per la realizzazione delle strutture della stazione di via Larga durante le fasi lavorative.

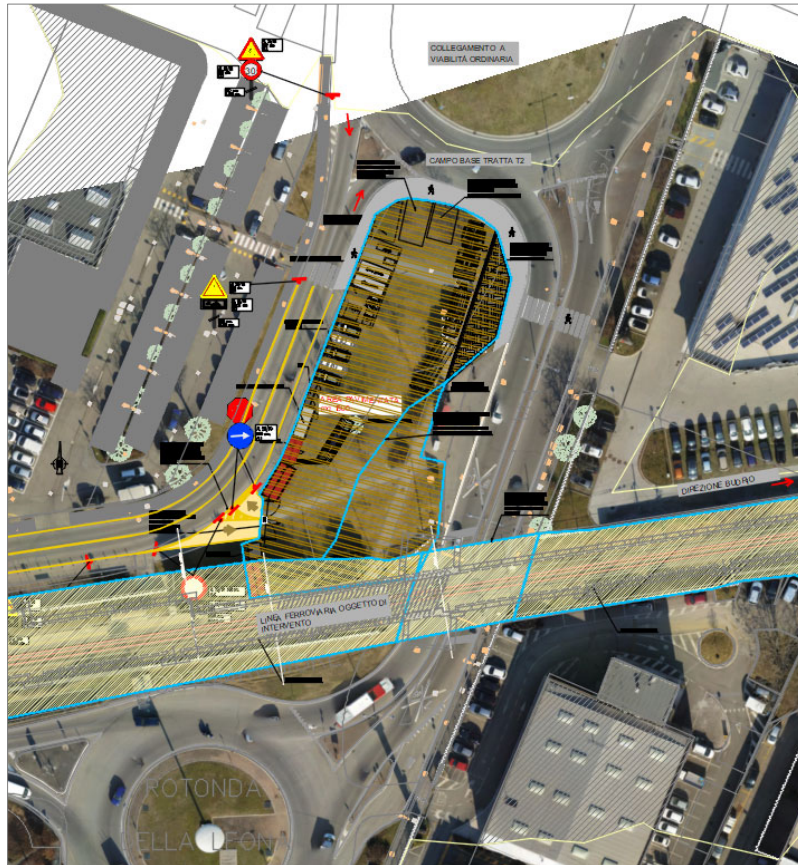


Figura 66: Layout interno del campo base operativo per la Tratta T2

Il campo base è caratterizzato da un'area pavimentata di circa 1800mq in cui viene previsto un accesso/uscita da via Scandellara con obbligo di svolta a destra in uscita e successivo indirizzo sulla rotonda di via Larga.

All'interno del campo base sono previste le seguenti zone e attività:

- Uffici per la direzione lavori
- Guardiania
- Aree attrezzate a servizi lavoratori (locale mensa, spogliatoi, dormitori, wc)
- Aree destinate allo stoccaggio materiale e terre da scavo
- Aree per la lavorazione del ferro
- Ricovero mezzi di cantiere
- Parcheggi
- Impianto lava-ruote

La pavimentazione del campo base è realizzata con misto stabilizzato e compattato in modo da minimizzare lo sviluppo di polveri e poter gestire al meglio il trattamento delle acque di prima pioggia. Per ovviare alla dispersione di polveri dovrà essere eseguita una bagnatura delle superfici.

Le fasi realizzative della stazione di via Larga comporteranno delle modifiche temporanee all'area di cantiere, con spostamento della recinzione metallica e delle baraccature in funzione degli ingombri necessari. Per un maggiore dettaglio dell'ubicazione delle baraccature si rimanda al progetto esecutivo.

9.1.2.4 Gestione dei passaggi a livello di progetto

Le maggiori complessità di cantierizzazione ha riguardato la gestione degli attraversamenti viari attualmente presenti, sia per quanto riguarda la presenza di sottoservizi interferenti, sia per l'organizzazione della viabilità di cantiere. A tal proposito è stata analizzata ogni singola situazione, valutando l'importanza della viabilità interferita, l'esistenza di possibili alternative ed in ultima istanza la creazione di vie di passaggio per i residenti.

Tutte le proposte verranno valutate con la Committente e l'ufficio comunale di competenza al fine di definire, nelle successive fasi di progettazione, la migliore soluzione tra quelle prospettate.

L'intervento di maggiore impatto sui residenti sarà quello relativo alla fermata Rimesse, per la quale, durante le lavorazioni propedeutiche al cavalcaferrovia, verrà creata una deviazione posta sul lato est, necessaria all'accesso ad alcuni civici interclusi tra la linea ferroviaria FS Bologna – Forlì, il cantiere ed un cavalcaferrovia esistente. Durante la chiusura dell'attraversamento di via Rimesse i residenti verranno deviati su due possibili alternative, che tuttavia necessitano di alcune lavorazioni.

Per quanto riguarda gli altri attraversamenti si predilige una chiusura temporanea, così da permettere lavorazioni spedite e in sicurezza. Fa eccezione l'attraversamento di via Larga, per il quale, durante tutte le fasi, vengono mantenute sempre attive due corsie di passaggio nord-sud. Tale scelta deriva dall'importanza dello snodo, anche grazie alla presenza di importanti poli commerciali e amministrativi.

Durante tutte le lavorazioni dovranno essere mantenuti gli accessi pedonali ai civici, nonché percorsi definiti per il passaggio dei mezzi di soccorso.

Potranno essere rimossi temporaneamente rimossi parcheggi pubblici e privati, oltre al restringimento locale di carreggiata. Tutta la segnaletica provvisoria dovrà essere avvallata dal servizio di Polizia Locale.

9.1.3 Viabilità pubbliche provvisorie

La viabilità pubblica provvisoria subirà deviazioni dovute alla presenza del cantiere in corrispondenza degli attuali passaggi a livello. Le deviazioni verranno definite dall'Ente gestore in accordo a Committente e ufficio comunale di riferimento.

9.2 SITI DI DISCARICA

Il gruppo di lavoro, in accordo a quanto proposto nelle fasi progettuali precedenti ha redatto un elaborato grafico che individua i siti per lo smaltimento secondo il piano regionale di gestione dei rifiuti (2016).

Il Piano di Gestione dei Rifiuti individua le discariche provinciali per lo smaltimento dei prodotti considerati rifiuti speciali non pericolosi, derivanti dalle attività di lavorazioni per la realizzazione dell'infrastruttura di cui nel seguito vengono riportati i gestori, la localizzazione e le tipologie di trattamento.

Le discariche individuate sono le seguenti:

- CO.SE.A (cod. impianto 131) a Gaggio Montano – località de' ladri – tipo R13;
- HERA SpA (cod. impianto 152) a Imola – località via Pediano – tipo D1;
- HERA SpA (cod. impianto 153) a Baricella – località Bocche – tipo D1;
- NUOVA GEOVIS SpA (cod. impianto 158) a Sant'Agata Bolognese – località via Romita 1 – tipo R3;
- HERA SpA (cod. impianto 179) a Galliera – località via S. Francesco – tipo D1.

10 OPERE E MISURE MITIGATIVE E COMPENSATIVE DELL'IMPATTO AMBIENTALE

10.1 RUMORE

10.1.1 Fase di esercizio

Relativamente alla fase di esercizio dell'opera si è redatto uno studio finalizzato ad analizzare il potenziale impatto acustico connesso all'interramento della linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore per le tratte urbane denominate T1 e T2.

Relativamente alla tratta T1, la fascia di pertinenza acustica ferroviaria di progetto è stata applicata per il tratto in trincea, tra le progressive km 2+799,004 e km 3+354,592, escludendo quindi le sezioni in galleria; per la tratta T2, tutta in trincea aperta, tra le progressive km 4+000,000 e km 5+100,000.

Tali tratti si configurano in "variante" all'esistente e, quindi, ai sensi del DPR 459/98, i limiti di immissione sonora previsti dallo stesso hanno validità immediata.

In ottemperanza a quanto previsto in termini di valutazione concorsuale dei valori di immissione da parte di più infrastrutture di trasporto lineari (Art. 2-bis, come da modificazione occorsa alla L. 447/95 per mezzo del D. Lgs. 42/2017), i limiti all'interno della fascia di pertinenza sono stati rivalutati tenendo conto della presenza nell'area di infrastrutture di differente livello.

Sono stati censiti i ricettori impattati dal tratto ferroviario, andando a considerare solo quegli edifici che, per posizione ed altezza, potevano essere considerati "di primo fronte", vale a dire non schermati rispetto alla sorgente rumorosa. In base ai dati progettuali forniti, che prevedono esclusivamente treni a trazione elettrica, è stato predisposto un modello di simulazione acustica finalizzato alla stima del livello di pressione sonora in facciata ai ricettori nella configurazione di esercizio del progetto.

I risultati dello studio non hanno evidenziato superamenti dei valori limite di immissione sonora presso i ricettori posizionati nelle immediate vicinanze all'infrastruttura ferroviaria, neppure per i ricettori sensibili (un asilo nido e 3 scuole) compresi all'interno della fascia di pertinenza acustica ferroviaria.

Per tale motivo non sono necessarie misure di mitigazione acustica.

E' stato condotto uno studio e una simulazione anche per il nuovo cavalcavia di Via Rimesse, in ottemperanza alle prescrizioni richieste in sede di Conferenza dei Servizi della progettazione definitiva dell'opera, per la valutazione delle variazioni del clima acustico per i ricettori limitrofi ed il rispetto dei limiti normativi previsti dal D.P.R. n. 142/2004 relativo a "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

Lo studio ha evidenziato che nella situazione post operam risultano eccedenze principalmente per il periodo di riferimento notturno e per i ricettori posizionati alle estremità del cavalcavia, in corrispondenza dei tratti in sezione a raso.

Si è inserito quindi, come misura mitigativa, un asfalto fonoassorbente di tipo aperto, additivato con polverino di gomma (Asphalt Rubber) che permetterà il rispetto dei limiti normativi.

Per il monitoraggio acustico della tratta T1, tratta T2 e cavalcavia di Via Rimesse, per la fase ante operam e post operam si prevedono un totale di 20 misure giornaliere di rumore ambientale esterno, 4 misure settimanali di traffico stradale e 2 misure giornaliere di rumore interne a due ricettori. Tali punti sono individuati all'interno del Piano di Monitoraggio ambientale, a cui si rimanda per maggiori dettagli.

10.1.2 Mitigazione degli impatti

A contenimento dei superamenti presso i ricettori interessati dal nuovo cavalcavia di Via Rimesse si è valutata come misura mitigativa l'applicazione di una pavimentazione in conglomerato fonoassorbente di tipo aperto, additivato con SBR (polverino di gomma, di maggiore resistenza e durata), sviluppato per ottenere una maggiore prestazione, grazie alla elevata percentuale di vuoti residui, in termini di assorbimento delle emissioni sonore, rispetto ad un tappeto d'usura semi-chiuso.

Gli asfalti modificati con il polverino di gomma ricavato dalla lavorazione dei Pneumatici Fuori Uso (PFU) - garantiscono una maggiore durata e minori costi di manutenzione per la maggiore resistenza della superficie a buche e deformazioni permanenti. Data la capacità di assorbimento agli urti e la loro minore rigidità rispetto ai materiali comunemente utilizzati per le protezioni stradali, i granuli derivati dal recupero dei PFU sono particolarmente adatti a ridurre le conseguenze di urti e impatti di ogni tipo.

Infine la riduzione del rumore da traffico (in riferimento soprattutto al rumore da rotolamento dei pneumatici) è un altro importante beneficio nell'utilizzare materiali in gomma negli asfalti, che nel tempo è stato documentato in molte aree del mondo con una riduzione fino a 13 dB del livello sonoro in confronto ad una pavimentazione rigida e tra i 4 e 7 dB rispetto alle soluzioni convenzionali. Ciò è dovuto alla maggior quantità di vuoti dello strato superficiale, in grado di attenuare gli aumenti di pressione dell'aria durante il transito di veicoli. Inoltre, l'elevato contenuto di legante e la presenza di gomma conferiscono un ridotto modulo elastico ed una maggior duttilità dello strato di usura, e le ridotte dimensioni dell'aggregato comportano una minor deformazione del pneumatico durante il rotolamento. Il tutto contribuisce ad una riduzione del rumore direttamente all'origine.

10.1.3 Fase di cantiere

Lo studio acustico di cantiere è demandato all'Appaltatore in fase di sviluppo del Progetto Esecutivo. Tale documentazione di impatto acustico dovrà essere redatta e firmata da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale.

All'interno del Piano di Monitoraggio ambientale, a cui si rimanda per maggiori dettagli, è stata comunque prevista una campagna di misure fonometriche presso i ricettori potenzialmente impattati dalle principali attività di cantiere.

10.2 ATMOSFERA

10.2.1 Caratterizzazione della fase di cantiere

L'emissione di inquinanti in atmosfera in fase di cantiere è prevalentemente connessa alle seguenti attività:

- **produzione di polveri da demolizioni e movimentazioni terre:** si tratta di emissioni connesse principalmente alle movimentazioni delle terre per la formazione del terrapieno del nuovo ponte, alle operazioni di demolizione del vecchio manufatto e alla formazione delle piste di cantiere e secondariamente legato al transito dei mezzi d'opera su piste sterrate. Le polveri hanno come bersaglio principale la popolazione circostante e la vegetazione di contesto, la cui funzionalità fogliare potrebbe essere alterata.
- **presenza di mezzi d'opera:** durante le lavorazioni emettono inquinanti in atmosfera, sia nelle aree specifiche di lavorazione sia in transito sulle vie di comunicazione circostanti. I mezzi saranno presenti in cantiere e possono arrecare disturbo alla popolazione circostante e alla fauna (ittiofauna e fauna terrestre).

10.2.2 Mitigazione degli impatti

In merito alle polveri da demolizioni e movimentazioni terre si prevede che vengano predisposte le strategie per contenerle quali la posa barriere piene per le recinzioni dei cantieri, la bagnatura delle ruote dei mezzi in entrata e uscita dall'area di cantiere e l'astensione delle lavorazioni nelle giornate ventose.

Mentre invece per gli inquinati dalle emissioni dei mezzi di mezzi d'opera sarà necessario procedere con adeguata manutenzione metodica e frequente delle macchine operatrici.

10.2.3 Caratterizzazione della fase di esercizio

La realizzazione dell'intervento non determina emissioni dirette in atmosfera né effetti indotti sui flussi di traffico cosicché non vi saranno modifiche dello stato della qualità dell'aria, a seguito della realizzazione delle opere in progetto. È ipotizzabile invece un miglioramento dato dalla riduzione dei tempi di attesa ai passaggi a livello con conseguenti minori emissioni ed una fluidificazione del traffico veicolare.

10.3 SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE SOTTERRANEE

10.3.1 Caratterizzazione delle fasi di cantiere e di esercizio

Nella presente fase progettuale è stato completato il set di analisi chimiche sui campioni ambientali (12 campioni di terreno prelevati a diverse profondità + 1 campione di ballast) che ha confermato generalmente il rispetto delle concentrazioni limite per i suoli ad uso residenziale/ricreativo (Col. A, Tab. 1 All. 5 alla Parte IV, Titolo V D.lgs. 152/06).

Tutti i campioni analizzati risultano conformi, per i parametri determinati, ai limiti imposti dalla normativa ad eccezione di un campione superficiale prelevato nel sondaggio T1-2 dove c'è un superamento di solfati nel test di cessione (vedi rapporto di prova SING_BEFUND30_T-99988_300888.pdf), che comunque non comporta problematiche particolari.

Tale risultato conferma la strategia progettuale di riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi per tutti i rinterri, il conferimento del 90% del materiale in esubero in discariche per rifiuti inerti ed il conferimento del 10% del materiale proveniente dagli scavi in discariche per rifiuti non pericolosi.

Pertanto di conseguenza, si può prevedere che in tutte le aree di cantiere ad occupazione temporanea si possa effettuare lo scotico e l'accantonamento del terreno agrario per il suo riporto nelle aree destinate al ripristino a verde.

Le modalità di scotico e di ricostituzione del terreno dovranno comunque attenersi a precise indicazioni al fine di garantire il livello di fertilità preesistente, intesa non solo come dotazione di elementi nutritivi del suolo, ma in generale come l'attitudine del suolo a produrre, ossia quell'insieme di caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche favorevoli alla vita delle piante. L'accantonamento del terreno dovrà essere eseguito in modo appropriato in quanto è proprio durante tale fase che possono verificarsi fenomeni erosivi, peggioramento della struttura, dilavamento di elementi minerali.

A conclusione dell'intervento si prevede la redistribuzione del terreno vegetale compensandone la potenza in modo uniforme su tutta la superficie e realizzando un fondo perfettamente livellato.

Con riferimento a quanto esposto nella parte analitica della relazione, si può ragionevolmente affermare che l'esame del progetto, sotto il profilo geologico tecnico, conferma l'idoneità delle soluzioni progettuali adottate in relazione alla fattibilità geologica generale delle opere.

Rispetto all'uso del suolo, in fase di esercizio non si segnalano particolari impatti connessi alla sottrazione di suoli dato che l'intervento si sviluppa praticamente interamente in corrispondenza dell'attuale sede ferroviaria. La sottrazione di suolo a carico delle aree di verde urbano dovuta all'occupazione delle opere è trascurabile, ma anzi le aree verdi attualmente esistenti verranno mantenute e riqualificate per essere fruite ed essere messe a sistema con le nuove aree verdi che si verranno a creare con l'interramento della linea ferroviaria, andando ad aumentare la dotazione totale di verde pubblico della città di Bologna.

10.3.2 Gestione dei materiali di scavo

Tra le operazioni più comunemente effettuate che rientrano nella normale pratica sono comprese la selezione granulometrica delle terre e rocce da scavo, la riduzione volumetrica mediante macinazione e la stesa al suolo per l'asciugatura e la maturazione dei materiali scavati al fine di conferire alle stesse migliori caratteristiche meccaniche e fisiche, da condurre sempre nel rispetto dei requisiti previsti per i sottoprodotti e dei requisiti di qualità ambientale generale.

Di prassi, compatibilmente con la logistica di cantiere, le aree di deposito intermedio saranno ubicate all'interno dell'area di cantiere, conducendo le caratterizzazioni previste, prima del trasporto a destino definitivo. Nell'area di cantiere è prevista la predisposizione di aree logistiche

funzionali alle lavorazioni svolte nel cantiere, destinate al deposito provvisorio dei materiali derivanti dagli scavi ubicate all'interno di aree di cantiere.

Ai fini del presente progetto tali aree vengono considerate come i siti di deposito intermedio in cui il materiale da scavo è temporaneamente depositato in attesa del suo trasferimento nei siti di destinazione previsti. Infine in tali aree di cantiere avverrà anche il prelievo e la caratterizzazione ambientale secondo la normativa vigente.

Ai sensi del D.M. 120/2017, è un sottoprodotto, come definito dall'Allegato 3, il materiale da scavo che soddisfa, tra i vari requisiti, quello di essere idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso della normale pratica industriale.

Nell'ambito degli interventi previsti nel seguente progetto, i materiali che risulteranno idonei verranno riutilizzati all'interno del cantiere, mentre invece quelli descritti come rifiuti verranno gestiti secondo la parte IV del D.lgs. 152/2006 e s.m.i., ovvero verranno classificati ed inviati ad idonei impianti di recupero/smaltimento, privilegiando il conferimento presso siti autorizzati al recupero, e solo secondariamente prevedendo lo smaltimento a discarica.

In ogni caso, nel corso della redazione del progetto esecutivo, e preventivamente all'avvio dei lavori di scavo, sarà dettagliatamente definita la movimentazione dei materiali di scavo.

10.4 VIBRAZIONI

10.4.1 Fase di cantiere e di esercizio

Sulla base di esperienze passate, si ritiene che per questa opera non siano necessarie misure di mitigazione delle vibrazioni. Verrà comunque inserita come prescrizione da approfondire nel Progetto Esecutivo, mentre si procederà in questa fase alla sola valutazione di questa componente all'interno del Piano di Monitoraggio.

10.4.2 Piano di Monitoraggio

Per la progettazione del Piano di Monitoraggio della componente Vibrazioni si sono seguite le indicazioni metodologiche riportate nel capitolo dedicato alla stessa componente nell'Appendice delle "Linee guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi" (documento in revisione2 del 23/07/2007) nonché le prescrizioni metodologiche riportate all'interno della norma UNI 9614:2017 e UNI 9916:2014.

La fase di valutazione dell'impatto ha evidenziato che la componente Vibrazioni potrà essere oggetto dei seguenti impatti:

- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute ad attività di escavazione e movimentazione materiali;
- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute ad attività di demolizione e palificazione;

- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute alla presenza fisica dell'opera.

La significatività dell'impatto dipende dal grado di sensibilità della destinazione d'uso del ricettore raggiunto e dalla presenza di vibrazioni che possono impedire il normale svolgimento delle attività umane.

Gli impatti sopra indicati derivano da tre determinanti, per ciascuna delle quali è stata individuata una specifica area di indagine:

- Attività di escavazione e movimentazione materiali;
- Presenza di ricettori sensibili (scuola materna);
- Attività di realizzazione dei diaframmi strutturali;
- Presenza fisica dell'opera.

Per la componente Vibrazioni si prevedono perciò monitoraggi ante/post operam e in corso d'opera, i cui dettagli sono contenuti nell'elaborato "FER_BP_D_T0_AMB_GEN_R_003_A" del presente Progetto Definitivo.

10.5 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

10.5.1 Caratterizzazione della fase di cantiere

I principali effetti potenziali determinati dalla realizzazione di opere interrato sono riconducibili all'infiltrazione di inquinanti in falda e all'alterazione della naturale dinamica delle acque sotterranee.

La discreta profondità della falda (superiore a 15m) consente di escludere qualsiasi interferenza con la dinamica della stessa e l'eventuale contaminazione delle acque dovuta alle lavorazioni del cantiere.

10.5.2 Mitigazione degli impatti

Di seguito sono illustrate le procedure da adottare per prevenire impatti con l'ambiente idrico, superficiale e sotterraneo, e con il suolo durante le fasi di costruzione:

- durante la fase di costruzione è necessario garantire la possibilità di deflusso della rete idrica anche secondaria nelle aree interessate dai lavori, realizzando sistemi adeguati per il convogliamento delle acque;
- le acque di lavorazione dovranno essere smaltite secondo le prescrizioni della vigente normativa;
- lo stoccaggio e la gestione di eventuali sostanze chimiche impiegate per i lavori 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 opportunamente impermeabilizzata e protetti da una tettoia.

- relativamente ai depositi accidentali di polveri e caduta di materiale nei corsi d'acqua è necessario prestare attenzione alla corretta gestione delle operazioni, unita a bagnatura dei terreni secondo il bisogno

10.5.3 Caratterizzazione della fase di esercizio

Nel tratto in galleria, dalla galleria Zanolini alla fermata di via Libia, il drenaggio di piattaforma ha lo scopo di garantire la raccolta ed il convogliamento delle acque ricadenti sul tracciato ferroviario da eventuali aperture di areazione e/o per percolazione all'interno del corpo della galleria. Inoltre, il sistema di drenaggio ferroviario dovrà essere in grado anche di drenare la portata d'acqua dovuta alla messa in funzione dell'impianto antincendio.

Nei tratti in trincea, il drenaggio di piattaforma è effettuato mediante una canaletta in cls gettato in opera di dimensioni variabili o attraverso collettori passanti e pozzetti con bocche di lupo, a seconda delle caratteristiche del tratto ferroviario considerato.

Nel tratto in cui si opera l'interramento della ferrovia esistente tramite galleria artificiale, il ripristino dell'attuale sedime ferroviario prevede la realizzazione di un nuovo percorso ciclo pedonale. Per salvaguardare la capacità filtrante dello stato di fatto, che consta di un tratto di ferrovia su uno strato di terreno permeabile, in ottemperanza a quanto richiesto in sede di conferenza dei servizi, si prevede la realizzazione di una trincea drenante in grado di raccogliere le acque scolanti sulle nuove superfici impermeabilizzate e di disperderle nel suolo.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati di dettagli della componente idraulica.

10.6 VEGETAZIONE ED ECOSISTEMI

10.6.1 Inquadramento paesaggistico e della vegetazione

Come in tutte le aree della pianura padana ad elevata antropizzazione, anche il territorio in esame è caratterizzato da una limitata presenza di zone a buona naturalità.

La vegetazione forestale planiziale originaria, un tempo estesa su gran parte della pianura, è stata progressivamente sostituita dalle coltivazioni agricole e dagli abitati urbani che hanno occupato la maggior parte degli spazi aperti, dove le formazioni di maggior interesse dal punto di vista naturalistico sono ad oggi le siepi campestri, le alberate e i prati stabili.

Dalle analisi condotte emerge che le criticità individuate per il comparto vegetazionale sono dovute principalmente alla frammentazione e alla semplificazione del territorio per l'elevata pressione antropica.

Significative le pressioni sulla flora, rappresentate innanzitutto dalla urbanizzazione diffusa e dalla progressiva impermeabilizzazione di superfici corrispondenti all'espansione edilizia e alle infrastrutture, che ha comportato anche l'eliminazione della vegetazione campestre o la sua sostituzione con specie generalmente estranee alla flora potenziale.

Le vegetazioni arboreo-arbustive presenti non sono sempre quindi chiaramente inquadrabili, da un punto di vista fitosociologico, nei tipi vegetazionali relativi a veri e propri habitat come quelli riscontrabili in quell'area geografica, in quanto in ambito urbano è presente una situazione microclimatica peculiare dovuta per la maggior parte a fenomeni quali la cosiddetta isola di calore che altera le condizioni tipiche della foresta planiziale di quercu-carpinetu, oltre al fatto che per lo più si tratta di alberi e arbusti con funzione esclusivamente ornamentale, quindi scelti per le fioriture e la resistenza a smog e siccità, invece che per la reale appartenenza all'areale di riferimento. Tali strategie sono inoltre indirizzate dal Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato e delle Linee Guida per la Progettazione delle aree verdi pubbliche del Comune di Bologna che prescrive quali specie possano essere messe a dimora.

Dall'osservazione degli sviluppi dell'edificato e delle infrastrutture e dall'analisi dell'uso dei suoli si evidenzia una sempre più manifesta frammentazione del territorio con conseguenze dirette anche sulla fauna. Gli animali si trovano infatti di fronte a barriere che ne impediscono i movimenti con una riduzione degli habitat e semplificazione della catena alimentare.

10.6.2 Descrizione degli impatti derivanti dalle azioni di cantiere su flora e vegetazione

Dalle analisi eseguite è possibile rilevare che la situazione floristica e vegetazionale dei luoghi non risulta di particolare rilevanza, né si prevedono impatti rilevanti sulla vegetazione urbana. Poiché l'intervento interessa per lo più aree della fascia di rispetto ferroviaria, si riscontrano alcuni impatti relativi al sistema arboreo in fase di cantierizzazione, in quanto questo si svilupperà in concomitanza di alcuni alberi per i quali si prevede la rimozione.

Nel dettaglio per la tratta T1 verranno rimossi n.1 esemplare di *Ulmus minor*, n.3 esemplari di *Robinia pseudoacacia*, n.8 *Plantanus acerifolia* e n.2 *Quercus* spp, mentre per la tratta T2 verrà rimosso n.1 esemplare di *Fraxinus* spp.

10.6.3 Descrizione degli impatti derivanti dalle azioni di cantiere sugli ecosistemi

Sulla base degli approfondimenti operati in questa fase, ed in osservanza della documentazione relativa al PSC di Bologna, è stato possibile escludere l'interferenza del progetto con aree sottoposte a vincolo di tutela naturale e paesaggistica.

La fascia di tutela a carattere naturale e paesaggistico più prossima alla zona interessata dal progetto è quella individuata nel quadrante sud ovest, dal sistema delle colline ove sono presenti delle aree boschive naturali.

10.6.4 Interventi di mitigazione in fase di cantiere

Durante l'attività di cantiere dovranno essere prese alcune precauzioni ed osservate delle regole per tutelare la vegetazione arborea esistente:

- i lavori di abbattimento, estirpo o scalzamento delle piante dovranno essere condotti in modo da evitare ogni danno agli elementi vegetali limitrofi da conservare;

- per la difesa contro danni meccanici, come ad esempio contusioni e rotture della corteccia e del legno da parte di veicoli, macchine e altre attrezzature del sito di intervento, si dovranno munire gli alberi da preservare di un solido dispositivo di protezione, costituito da una recinzione che racchiuda una superficie almeno pari alla proiezione a terra della chioma e sia alta almeno 1,30 metri;
- nel caso in cui si proceda ad effettuare abbassamenti del terreno in prossimità di piante da salvaguardare, il livello preesistente del suolo non potrà essere alterato all'interno di una superficie estesa almeno 1,5 m attorno alla proiezione a terra della chioma degli alberi, per salvaguardare il capillizio radicale;
- per evitare la rottura delle radici, di regola gli scavi saranno eseguiti ad una distanza dal tronco delle piante da preservare non inferiore a 2,5 m. Qualora durante gli scavi vengano portate alla luce delle radici degli alberi di dimensioni significative, queste dovranno essere recise con un taglio netto, da spalmare subito con un apposito mastice sigillante e disinfettante.

10.6.5 Interventi di compensazione

L'area oggetto di riqualificazione urbana coincide sostanzialmente con il tracciato ferroviario oggetto di interrimento. Tutte le aree verranno riqualificate e a seconda dell'area sono state avanzate tipologie di opere a verde differenti tra di loro e diffuse sull'intera linea, con l'intento di integrarsi nel contesto e soprattutto attivare effetti sinergici tra di loro, aumentando il valore complessivo dell'intervento, grazie ad una lettura complessiva del progetto.

La progettazione definitiva tiene in considerazione le direttive imposte dal regolamento viario di Bologna e tutti gli elementi utilizzati per la progettazione di questa nuova fascia verde rispettano le "Linee guida per la progettazione di interventi su strada, piazze ed infrastrutture" del Comune di Bologna, dalle quali si è attinto per la scelta di materiali ed oggetti utilizzati per la riqualificazione.

Nel dettaglio per la tratta T1 è prevista, oltre alla formazione di prato per 7.078mq, la messa a dimora di alberi e arbusti in varietà che consentono fioriture scalari e cromatismi differenti, rendendo più gradevole la fruizione del parco lineare che si verrà a creare con l'intervento. Nel dettaglio:

- n.9 *Cercis siliquastrum* / Albero di Giuda (circ. 10-12cm)
- n.30 *Syringa vulgaris* / Lillà (v. 20 cm)
- n.12 *Euonymus europaeus* / Fusaggine (v. 20 cm)
- n.33 *Ligustrum vulgare* / Ligustro (v. 20 cm)
- n.8 *Viburnum opulus* / Pallon di neve (v. 20 cm)
- n.16 *Viburnum lantana* / Lantana (v. 20 cm)
- n.17 *Clematis* spp. / Clematide (v. 20 cm)
- 50.0ml *Viburnum tinus* / Laurotino (v. 20 cm)
- 197.0ml *Lonicera caprifolium* / Caprifoglio comune (v. 20 cm)

La tratta T2 invece prevede la sistemazione a prato per una superficie totale di 504mq, oltre alla messa a dimora dei seguenti esemplari vegetali:

- n.3 *Cercis siliquastrum* / Albero di Giuda (circ. 10-12cm)
- n.9 *Syringa vulgaris* / Lillà (v. 20cm)
- 21.0ml *Viburnum tinus* / Laurotino (v. 20cm)

Si rimanda agli specifici elaborati di progetto per i dettagli delle opere a verde e le sistemazioni superficiali.

10.6.6 Ripristino aree di cantiere

Le aree verdi pubbliche interessate o impattate dai lavori saranno sistemate nel rispetto del Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato e delle Linee Guida per la Progettazione delle aree verdi pubbliche del Comune di Bologna, ripristinando il manto erboso presente in precedenza con adeguata livellazione del terreno ed ogni eventuale danno agli esemplari arborei ed arbustivi, alle opere di pavimentazione artificiale ed ai manufatti eventualmente interessati.

10.7 CAMPI ELETTROMAGNETICI

10.7.1 Caratterizzazione della fase di cantiere e di esercizio

Obiettivo della caratterizzazione in relazione alle radiazioni ionizzanti è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette e indirette della costruzione e dell'esercizio dell'opera con gli standard e i criteri per la prevenzione dei rischi riguardante la salute umana a breve, medio e lungo periodo.

Per quanto riguarda la componente radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, vista la tipologia di opera in progetto, si può escludere qualsivoglia tipo di impatto evidenziando infine, che tutte le parti di cui si compone il progetto sono state sviluppate conformemente ai requisiti di normativa, e non hanno quindi caratteristiche tali da determinare rischi per l'utenza.

10.8 MONITORAGGIO AMBIENTALE

E' stato redatto il piano di monitoraggio ambientale (PMA) relativo alla fase di cantiere e all'esercizio dell'opera.

La struttura del piano è aderente con quanto indicato nel documento del progetto definitivo "Monitoraggio ambientale – Linee guida" (D0L0DPGFA003, emissione per CDS, revisione del 2015) e dal documento emanato dal Ministero dell'Ambiente "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)" in prima revisione del 16/06/2014.

In allegato alle suddette Linee guida sono presenti gli specifici indirizzi metodologici per i singoli componenti/fattori ambientali. Oltre alle indicazioni riportate nelle linee guida ISPRA, si è fatto riferimento, per le singole componenti oggetto di monitoraggio, a specifiche normative di settore e standard UNI/ISO.

Il monitoraggio si sviluppa nelle tre fasi temporali così definite e caratterizzate:

- monitoraggio ante-operam (AO): finalizzato alla caratterizzazione dello stato fisico dei luoghi e dell'ambiente naturale e antropico prima dell'inizio dei lavori,
- **monitoraggio in corso d'opera (CO)**: finalizzato ad analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, e identificare eventuali criticità ambientali non individuate nella fase ante-operam, che richiedano ulteriori esigenze di monitoraggio;
- **monitoraggio post-operam (PO)**: comprensivo delle fasi di pre-esercizio ed esercizio, allo scopo di controllare i livelli di ammissibilità, verificando al contempo l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione, anche al fine del collaudo.

La scelta di aree di indagine, componenti e fattori ambientali da monitorare è basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto evidenziate nel SIA; esse potranno essere eventualmente integrate qualora emergano nuovi elementi significativi.

I punti in corrispondenza dei quali dovrà essere effettuato il monitoraggio saranno ubicati all'interno delle aree di indagine determinate secondo i seguenti criteri:

- presenza della sorgente di interferenza;
- presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.

I principali ambiti di criticità sono stati riscontrati nelle seguenti componenti ambientali:

ATMOSFERA

- Peggioramento della qualità dell'aria a causa delle emissioni di polveri generate dalle attività di cantiere.

ACQUE SOTTERRANEE

- Possibili sversamenti di sostanze inquinanti connessi alle attività di cantiere;
- Alterazione dell'idrogeologia locale dovuta alla presenza fisica dell'opera.

RUMORE:

- Alterazione del clima acustico causata dalle emissioni acustiche dovute ad attività presso cantieri fissi;
- Alterazione del clima acustico causata dalle emissioni acustiche dovute ad attività presso aree di lavoro;
- Alterazione del clima acustico causata dalle emissioni acustiche dovute alla presenza fisica dell'opera.

VIBRAZIONI:

- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute ad attività di escavazione e movimentazione materiali;
- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute ad attività di demolizione e realizzazione fondazioni profonde;

- Alterazione del clima vibrazionale causata dalle vibrazioni dovute alla presenza fisica dell'opera.

Per ogni componente è prevista l'analisi della normativa vigente e l'eventuale integrazione del quadro normativo inserito nel SIA, al fine di convalidare:

- parametri da monitorare;
- valori di soglia e valori di riferimento;
- criteri di campionamento;
- eventuali integrazioni normative.

Per ogni componente e fattore ambientale, il PMA ha individuato i seguenti aspetti:

- a) ubicazione del campionamento;
- b) parametri da monitorare;
- c) tipo di monitoraggio (ante-operam; in corso d'opera; post-operam);
- d) modalità di campionamento;
- e) periodo/durata del campionamento.

Sono previste metodologie di controllo qualità, validazione e analisi dei dati raccolti durante le campagne di misura, che dovranno essere analizzati e confrontati con i valori soglia previsti dalla normativa relativamente ad ogni componente ambientale.

In caso di insorgenza di condizioni anomale o critiche, che evidenzino significativi superamenti dei limiti previsti da normativa, vengono proposte le prime azioni da intraprendere in riferimento alle fasi progettuali ante operam e post operam.

11 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma dei lavori è stato redatto considerando la sospensione completa dell'esercizio ferroviario per la quasi totalità della durata dei lavori in quanto per ragioni di sicurezza non risulta possibile nessun tipo di lavorazione in prossimità della linea di Trazione Elettrica attiva. Tale scelta consente anche una riduzione dei tempi di realizzazione rispetto al progetto definitivo a base di gara che prevedeva la realizzazione dei diaframmi con esercizio ferroviario attivo.

Per comprimere il più possibile la durata dei lavori e consentire la riapertura della linea, le due tratte saranno realizzate in contemporanea e avranno rispettivamente una durata di 525 giorni naturali consecutivi per la tratta T1 e di 505 giorni la tratta T2.

Come si evince dal seguente diagramma di Gantt, la durata complessiva dell'intervento è stata stimata in 545 giorni naturali consecutivi (sabati, domeniche e/o altre festività incluse).

Per i dettagli relativi alle durate delle singole lavorazioni si rimanda all'elaborato specifico (FER_BP_D_T0_GEN_GEN_R_007).

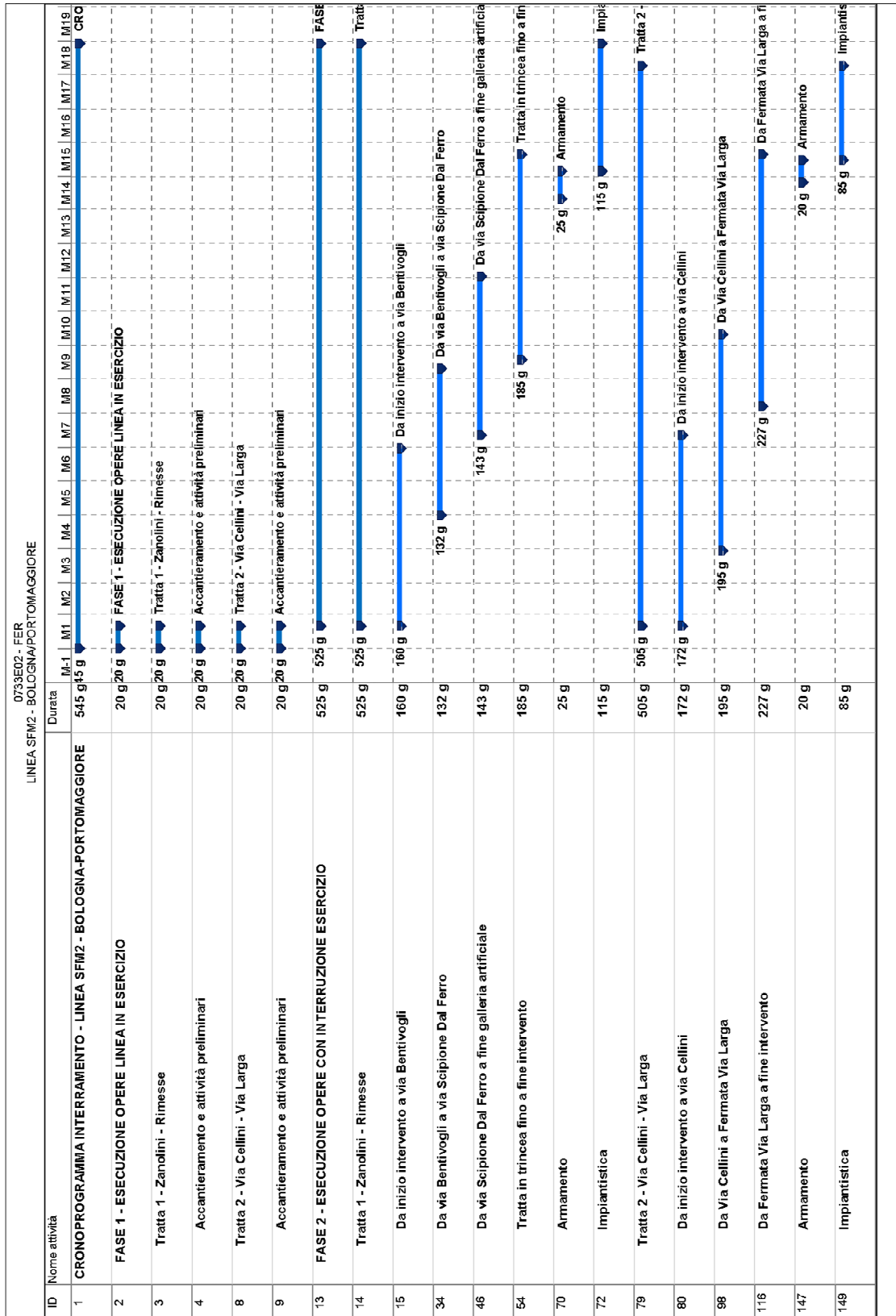


Figura 67: Cronoprogramma sintetico dei lavori

12 QUADRO ECONOMICO

Tabella 5: Quadro economico di sintesi

LINEA SFM 2 (Bologna-Portomaggiore) QUADRO ECONOMICO DI SINTESI				
		IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI	
A	IMPORTO ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI			
A1	LINEA SFM 2 - TRATTA 1 (COMPRESA BOB E SOTTOSERVIZI)	€ 29.153.811,44		
A2	LINEA SFM 2 - TRATTA 2 (COMPRESA BOB E SOTTOSERVIZI)	€ 17.320.070,94		
	Sommano opere		€ 46.473.882,38	
B1	Oneri per la sicurezza linea SFM 2	€ 1.806.816,90	€ 1.806.816,90	
B2	Oneri per la progettazione esecutiva a carico dell'appaltatore	€ 800.000,00	€ 800.000,00	
B3	Adeguamento alle prescrizioni della Conferenza dei Servizi	ricompresi in A	ricompresi in A	
	IMPORTO A BASE DI GARA		€ 49.080.699,28	€ 49.080.699,28
C	SOMME A DISPOSIZIONE			
C1	Spese Tecniche - Progettazione preliminare, definitiva, Direzione Lavori, coordinamento sicurezza in fase di progettazione, esecutiva e altre attività tecniche finalizzate alla Conferenza dei Servizi	€ 1.690.000,00		
C2	Imprevisti linea SFM 2	€ 2.500.000,00		
C3	Espropri ed oneri linea SFM 2	€ 1.136.565,35		
	Totale Parziale Somme a Disposizione (C1-C3)		€ 5.326.565,35	
	TOTALE PARZIALE OPERE			€ 54.407.264,63
C1.1	Rilievi accertamenti e indagini	€ 300.000,00		
C1.4	Accantonamento lavori in economia (max 8%)	€ 911.344,22		
C1.6	Accantonamento art. 217 del D.Lgs n. 50 del 18 aprile 2016	€ 630.000,00		
C1.7	Accantonamenti art. 217 del D.Lgs n. 50 del 18 aprile 2016 (transazioni e accordi bonari)	€ 50.000,00		
C1.12	spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al RUP e di verifica e validazione	€ 200.000,00		
C1.13	Eventuali spese per commissioni aggiudicatrici	€ -		
C1.14	Oneri per autorità di vigilanza (D.Lgs n. 50 del 18 aprile 2016)	€ -		
C1.15	Spese per pubblicità e pubblicazione bandi e BURP, per opere artistiche	€ 97.100,00		
C1.17	collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali specialistici	€ 485.000,00		
C1.18	Spese e rimborsi per attività di Alta sorveglianza eseguita dagli enti coinvolti nel progetto	€ -		
C2.1	Spese relative alle necessarie attività preliminari, alle conferenze di servizi, all'assistenza giornaliera e contabilità, spese per la struttura tecnica interna assegnata a seguire il progetto, nella sua realizzazione e messa in esercizio	€ 10.000,00		
C2.2	Spese per coordinamento Enti proponenti il progetto (D.Lgs n. 50 del 18 aprile 2016)	€ 10.000,00		
C2.3	Spese e rimborsi per uffici amministrativi, CDA, trasferte del soggetto attuatore (D.Lgs n. 50 del 18 aprile 2016)	€ -		
C2.4	Oneri diretti del soggetto attuatore	€ 273.291,15		
C4.1	Importi per opere di compensazione ambientale	compresi in B3		
C5.1	Importi per il monitoraggio ambientale	compresi in B3		
	Totale parziale oneri di gestione dell'investimento (oneri tipici del soggetto attuatore) e Oneri diretti e indiretti del soggetto attuatore		€ 2.966.735,37	€ 2.966.735,37
	TOTALE INTERVENTO			€ 57.374.000,00