

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA MILANO - NAPOLI
NODO DI FIRENZE - PENETRAZIONE URBANA LINEA AV**

**PASSANTE E STAZIONE AV
DOCUMENTI GENERALI**

RELAZIONE GENERALE

SCALA -

IL PROGETTISTA



Infrarail Firenze srl - IFR Firenze
sede legale: Via Circondaria, 32-34 - 50127 Firenze
PEC: infrarail.pec@legalmail.it
Codice fiscale e n. iscr. al Registro Imprese: 06956550484

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NF1W	00	E	ZZ	RG	MD0000	002	G

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
A	EMISSIONE	FRECENTESE	03/03/21	SORBELLO	04/03/21	SORBELLO	04/03/21
C	Rec. istruttorie	FRECENTESE	07/06/21	SORBELLO	08/06/21	SORBELLO	08/06/21
D	Revisione	FRECENTESE	04/03/22	SORBELLO	04/03/22	SORBELLO	04/03/22
E	Revisione	SIRIANNI	04/03/22	FRECENTESE	04/03/22	SORBELLO	04/03/22
F	Revisione	DE LORENZO	18/05/22	FRECENTESE	18/05/22	SORBELLO	19/05/22
G	Revisione	FRECENTESE	22/06/22	SORBELLO	22/06/22	SORBELLO	22/06/22

File: NF1W.00.E.ZZ.RG.MD0000.002.G.docx

n. Elab.:

SOMMARIO

1.	PREMESSA	1
2.	RISPONDENZA AL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO.....	2
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3.1.	NORMATIVE GENERALI.....	2
3.2.	PRINCIPALI NORMATIVE IN MATERIA AMBIENTALE.....	3
3.3.	PRINCIPALI NORMATIVE E SPECIFICHE TECNICHE.....	3
4.	RILIEVI E INDAGINI	5
4.1.	RILIEVI TOPOGRAFICI.....	5
4.2.	INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO	5
4.3.	STUDIO IDROLOGICO	5
4.4.	STUDI SISMICI.....	10
5.	GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA	11
5.1.	GEOMORFOLOGIA DELL'AREA DI PROGETTO	11
5.2.	GEOLOGIA DELL'AREA DI PROGETTO	11
5.3.	IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI PROGETTO	13
5.4.	GEOTECNICA.....	14
6.	MONITORAGGI.....	16
6.1.	GENERALITÀ	16
6.2.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE MISURAZIONI	16
6.2.1.	Controllo delle deformazioni delle strutture e delle infrastrutture di superficie	16
6.2.2.	Controllo degli spostamenti indotti e taratura dei parametri di scavo	17
6.3.	SVOLGIMENTO DELLE MISURAZIONI	17
6.3.1.	Misure di zero.....	17
6.3.2.	Misure "significative"	17
6.3.3.	Misure successive al passaggio della TBM	18
6.3.4.	Restituzione delle misure.....	18
6.3.5.	Strumentazione.....	18
7.	IL TRACCIATO	20
7.1.	GENERALITÀ	20
7.2.	ASSI GALLERIE PRINCIPALI E BYPASS.....	20
8.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	22
8.1.	INQUADRAMENTO GENERALE DELLE OPERE E DEGLI IMPIANTI DA REALIZZARE.....	22
8.2.	STAZIONE AV	22
8.3.	GALLERIE NATURALI	24
8.4.	IMPIANTI	26

8.4.1.	Impianti di Stazione.....	26
8.4.2.	Impianti in galleria.....	30
9.	STATO REALIZZATIVO DELLE OPERE	39
9.1.	PASSANTE AV.....	40
9.1.1.	Area Imbocco Nord “Rifredi”	40
9.1.2.	Area Imbocco Sud “Campo di Marte”	43
9.1.3.	Gallerie naturali	46
9.2.	LA NUOVA STAZIONE AV	47
9.3.	AREA DI DESTINAZIONE DEGLI SCAVI PRESSO L’EX CAVA DI LIGNITE A S. BARBARA.....	52
9.4.	BY-PASS DEL TORRENTE MUGNONE.....	54
9.5.	OPERE DI SALVAGUARDIA DEGLI EDIFICI	55
9.6.	CORRIDOIO ATTREZZATO	58
9.7.	CAMPI BASE.....	59
10.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	61
10.1.	MATERIALI DA COSTRUZIONE	61
10.2.	NORME DI RIFERIMENTO	62
10.3.	GALLERIE PRINCIPALI	63
10.3.1.	Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	63
10.3.2.	Criteri di base per il dimensionamento.....	65
10.4.	GALLERIE A DOPPIO BINARIO	67
10.4.1.	Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	67
10.4.2.	Criteri di base per il dimensionamento.....	69
10.5.	COLLEGAMENTI TRASVERSALI (BY-PASS)	69
10.5.1.	Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	69
10.5.2.	Criteri di base per il dimensionamento.....	70
10.6.	POZZO SMONTAGGIO FRESA – GA01	71
10.6.1.	Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	71
10.6.2.	Criteri di base per il dimensionamento.....	72
10.7.	GALLERIA ARTIFICIALE – GA02.....	72
10.7.1.	Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	72
10.7.2.	Criteri di base per il dimensionamento.....	73
10.8.	GALLERIA ARTIFICIALE – GA03	74
10.8.1.	Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	74
10.8.1.	Criteri di base per il dimensionamento.....	75
10.9.	STAZIONE AV	75
10.9.1.	Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	75
10.9.2.	Criteri di base per il dimensionamento.....	87

10.10. CABINA TE CAMPO DI MARTE.....	88
10.10.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	88
10.10.2. Criteri di base per il dimensionamento.....	89
10.11. FABBRICATO TECNOLOGICO CAMPO DI MARTE.....	90
10.11.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	90
10.11.2. Criteri di base per il dimensionamento.....	90
10.12. FABBRICATO TECNOLOGICO RIFREDI.....	91
10.12.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative.....	91
10.12.2. Criteri di base per il dimensionamento.....	91
11. ASPETTI CONNESSI ALLA COSTRUZIONE	92
11.1. CANTIERIZZAZIONE	92
11.1.1. Descrizione delle aree di cantiere.....	92
11.1.2. Logistica di costruzione.....	96
11.2. MODALITÀ COSTRUTTIVE.....	97
11.2.1. Stazione AV.....	97
11.2.2. Gallerie	97
11.3. FASI REALIZZATIVE.....	99
11.4. TEMPI DI COSTRUZIONE.....	102
12. GESTIONE DEL MATERIALE SCAVATO	105
12.1. GENERALITÀ	105
12.2. VIABILITÀ PER IL TRASPORTO DEL MATERIALE	106
12.2.1. Generalità.....	106
12.2.2. Movimentazione dei materiali interni al cantiere	106
12.2.3. Movimentazione dei materiali esterni al cantiere.....	106
12.3. FLUSSI DI TRAFFICO	106
12.3.1. Movimentazione dei materiali	106
13. IMPIANTI DI COLLEGAMENTO CON RETI ESTERNE	107
14. INTERFERENZE	107
14.1. RILIEVO DELLE INTERFERENZE ESISTENTI	107
14.2. OPERE DI SALVAGUARDIA FORTEZZA DA BASSO	107
14.2.1. Trincea 1	107
14.2.2. Trincea 2	109
14.2.3. Trincea 3	110
14.2.4. Trincea 4	111
14.3. ADEGUAMENTO FOSSO DI QUARTO	114
14.4. FOGNATURA VIA DEL SODO	114
14.5. CONSOLIDAMENTO EDIFICI.....	115

14.5.1.	Edifici 22, 24	115
14.5.2.	Edificio 29	115
14.5.3.	Edificio 35	116
14.5.4.	Edificio 174	116
14.5.5.	Sottoservizi Viale Corsica – Scuola Ottone Rosai	117
15.	BONIFICA ORDIGNI BELLICI	117
16.	TESTIMONIALI DI STATO	118
17.	PROGETTAZIONE AMBIENTALE.....	119
17.1.	TERRE E ROCCE DA SCAVO	119
17.1.1.	Inquadramento legislativo in materia di terre e rocce da scavo	119
17.1.2.	Gestione del materiale di scavo	119
17.1.3.	Procedure di normale pratica industriale	119
17.1.4.	Individuazione delle aree di deposito	120
17.1.5.	Campionamento ed analisi ambientali dei materiali di scavo.....	120
17.1.6.	Documentazione amministrativa inerente alla gestione dei materiali di scavo	120
17.1.7.	Acqua.....	121
17.2.	MONITORAGGIO AMBIENTALE	121
17.2.1.	Introduzione	121
17.2.2.	Obiettivi del progetto di monitoraggio ambientale.....	122
18.	ARCHEOLOGIA	123
19.	PROGETTO SOSTENIBILE	123

1. PREMESSA

La “Convenzione”, stipulata il 28 maggio 2007 tra Rete Ferroviaria Italiana Società per Azioni (“Soggetto Aggiudicatore”), rappresentata da Italferr S.p.A. e l’Associazione Temporanea di Imprese Coopsette Società Cooperativa e Ergon Engineering and Contracting Consorzio Stabile (“Contraente Generale”), ha avuto ad oggetto la progettazione esecutiva (c.d. “PEO”), la direzione lavori e la realizzazione del Passante Ferroviario Alta Velocità del Nodo di Firenze, della Nuova Stazione Alta Velocità e delle opere connesse con la fluidificazione del traffico ferroviario (Scavalco).

Il PEO riguardava, quindi, le opere di seguito riepilogate:

1. opere civili e impiantistiche del Passante A.V.;
2. la Nuova Stazione A.V.;
3. le opere propedeutiche alle opere di cui ai precedenti punti 1) e 2).

In data 10/03/2010 sono stati avviati i relativi lavori e tra gli anni 2010 e 2018 sono state, quindi, realizzate ed eseguite:

- la Nuova stazione AV di Belfiore: paratie a protezione dei manufatti intorno alla Stazione, diaframmi del Camerone, pali di fondazione, scavi di approfondimento e realizzazione del primo solaio;
- il Passante AV: pozzo avvio scavo meccanizzato, trincea di appoggio, prima fase delle gallerie artificiali, aria di triage nord;
- il Deposito Definitivo nell’ex miniera di S. Barbara: terminal ferroviario di Bricchette, piazzole per la caratterizzazione del materiale proveniente dagli scavi, area logistica, viabilità di accesso alle piazzole.

Dal 2018 i lavori oggetto di convenzione risultano di fatto sospesi, in quanto l’Appaltatore ad aprile di tale anno ha presentato richiesta di concordato preventivo, successivamente accettata. Ciò ha portato, in data 27/05/2020, RFI e l’Appaltatore alla risoluzione della Convenzione anzidetta.

A seguito di questi eventi, RFI, al fine di riavviare al più presto i lavori di costruzione e mettere in esercizio la linea AV, ha affidato alla propria società Infrarail Firenze (di seguito “IFR”) le attività necessarie produrre la documentazione progettuale necessaria ad affidare l’appalto delle opere ancora da realizzare.

In ragione di questo affidamento, è stato aggiornato il progetto esecutivo già approvato (c.d. “PER”), rendendolo coerente con lo stato attuale delle opere già realizzate e le attività finora eseguite, nonché con le vigenti norme di riferimento.

L’aggiornamento progettuale è stato svolto nel rispetto degli indirizzi e delle autorizzazioni ottenute, pertanto sono stati inseriti, per completezza documentale, nella documentazione costituente il progetto esecutivo revisionato anche gli elaborati già approvati dagli enti competenti, con particolare riferimento all’Osservatorio Ambientale a suo tempo nominato, e che, come tali, sono stati di riferimento per la revisione ed aggiornamento delle soluzioni progettuali, al fine di garantire la validità delle autorizzazioni già espresse.

2. RISPONDENZA AL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO

Il PER è stato elaborato mantenendo inalterate le soluzioni adottate ed autorizzate del PEO, apportando le dovute revisioni progettuali dettate dalla necessità di recepire le prescrizioni emesse dagli Enti a suo tempo coinvolti nell'approvazione dello stesso e dalle nuove disposizioni normative intervenute.

Allo stesso tempo, in ragione delle opere realizzate, nell'elaborazione del PER si è provveduto a rivedere le fasi realizzative del PEO oramai non più attuabili

Le rimanenti variazioni apportate riguardano solamente adattamenti tecnici derivanti dal naturale approfondimento dell'analisi dei dati, nonché dall'approfondimento delle analisi di dettaglio. Alcune variazioni sono altresì connesse puramente ad aspetti costruttivi e di organizzazione del cantiere.

In particolare, come meglio esposto nel seguito, il PER è stato sviluppato rispettando i seguenti dati di base:

Geologia

Sono stati integrati gli studi relativi alle zone geologicamente più incerte ed interessate da opere specifiche e specialistiche che necessitano di indagini puntuali, sia in sito che in laboratorio. Queste indagini hanno permesso di dimensionare dettagliatamente aspetti specifici e puntuali di particolare interesse.

Caratteristiche del sistema, Tracciato e Sezioni tipo

Non è stata apportata alcuna modifica/variazione sostanziale al sistema previsto in PEO, riproponendo una galleria a doppia canna con cunicoli trasversali di collegamento.

Il tracciato della linea ripercorre esattamente quanto previsto nel PEO, apportando minimi adattamenti per l'adeguamento della linea agli standard oggi previsti.

Le sezioni tipo della galleria sono rimaste pressoché analoghe a quelle previste in PEO, provvedendo a garantire i nuovi ingombri per l'esodo, in caso di evento, come dettato dalle nuove norme intervenute.

Aspetti costruttivi

Le linee generali degli aspetti costruttivi sono state mantenute invariate rispetto al PEO, in quanto già autorizzate.

Anche per quanto riguarda le problematiche inerenti allo smarino del materiale di scavo, sono stati mantenuti i concetti sviluppati nel PEO, consentendo il solo trasporto su ferro per l'allontanamento del materiale proveniente dagli scavi delle gallerie e della stazione, nonché per l'approvvigionamento dei materiali necessari alla loro costruzione.

Inoltre, è da precisare che il progetto è stato sviluppato considerando anche i lavori che si sono svolti nell'ambito del "Progetto Stralcio". Infatti, quest'ultimo prevedeva l'abbassamento della quota di scavo all'interno del camerone di Stazione da ca. +41,00 m s.l.m. attuali a ca. +31,00 m s.l.m., ma, per alcune modifiche tecniche sopravvenute, in alcuni punti del camerone la quota di scavo si è attestata a livelli più alti.

Aspetti ambientali

Le soluzioni tecnico-organizzative sviluppate nel PER seguono rigorosamente le scelte adottate nel PEO ed approvate dall'Osservatorio Ambientale.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano le principali norme vigenti prese a riferimento per la revisione del progetto esecutivo (le normative specifiche sono riportate nelle relazioni specialistiche delle varie discipline).

3.1. NORMATIVE GENERALI

- D.lgs. 18/04/2016 n.50 e s.m.i. (D.lgs. 56/2017);

- D.Lgs 12 aprile 2006, n. 163 e s.m.i. - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- Linea Guida n.1 ANAC, Indirizzi generali sull'affidamento dei servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria;
- D.P.R. 05/10/2010 n. 207, Documento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 10 aprile 2006, n.163;
- RFI DTC SI MA IFS 001 D – Manuale di progettazione delle opere civili;
- 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.

3.2. PRINCIPALI NORMATIVE IN MATERIA AMBIENTALE

- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. - Norme in materia ambientale;
- Decreto legislativo 15 giugno 2016, n. 124 - Modifiche al decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 27, recante attuazione della direttiva 2011/65/UE sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120. Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

3.3. PRINCIPALI NORMATIVE E SPECIFICHE TECNICHE

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, "Aggiornamento delle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni";
- C.S.LL.PP., Circolare n°7 del 21/01/2019, "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 14/01/2018";
- Decreto Ministeriale 28/10/2005. "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie";
- UNI EN 206:2016 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI EN 12111:2014: Macchine per scavo meccanizzato di gallerie – Frese e minatori continui - Requisiti di sicurezza;
- UNI EN 16191:2014: Macchine per scavo meccanizzato di gallerie – Requisiti di sicurezza;
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81, "Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza delle Lavoratrici e dei Lavoratori" e successivo Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n° 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.lgs. 106/2017 del 16/06/2017, Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE + REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011, 01/07/2015, Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio;
- RFI DTCSI M AR 01 001 1 A - Manuale di progettazione d'Armamento;
- D.M. 236/89 Prescrizioni tecniche eliminazione barriere architettoniche e D.P.R. 503/96 Regolamento norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche;

- D.P.R. 16/12/1992 n.495 Nuovo Codice della Strada;
- D.P.R. 16/09/1996 n.610 e s.m. e i. Agg Nuovo Codice della Strada;
- Dlgs 19 agosto 2005, n. 192: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- Dlgs 4 luglio 2014, n. 102: Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

4. RILIEVI E INDAGINI

4.1. RILIEVI TOPOGRAFICI

Per l'aggiornamento del PEO non è stato necessario svolgere ulteriori rilievi topografici rispetto a quelli già disponibili, in quanto non sono intervenute modifiche alle aree interessate dai lavori già a suo tempo avviati e interrotti nel 2018.

4.2. INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO

Per l'area di indagine interessata dalle opere per il sottoattraversamento della città di Firenze è disponibile un numero elevato di informazioni geologiche e idrogeologiche, raccolte nel corso di varie campagne di indagine (sondaggi geognostici, prove in sito, prove di laboratorio, stendimenti sismici, rilevamenti geologici, prove di pompaggio, ecc.). La relativa documentazione è contenuta ed illustrata nella relazione geologica e idrogeologica.

4.3. STUDIO IDROLOGICO

In totale, sono a disposizione circa 126 dati di prove di permeabilità, ottenuti mediante prove di assorbimento tipo Lefranc e prove di pompaggio.

I valori di permeabilità ottenuti sono riferiti alle diverse unità idrogeologiche presenti in situ e quindi, attraverso una loro analisi critica, è stato possibile anche verificare la distribuzione lungo la verticale di tale parametro e associare dei valori di permeabilità alle lenti presenti all'interno del Supersistema del Lago Firenze-Prato-Pistoia.

Le prove di pompaggio eseguite lungo il tracciato sono 10; queste prove vengono generalmente preferite ad altre che forniscono valori più puntuali (Lefranc e Slug Test), poiché il volume di acquifero investigato è maggiore e quindi più rappresentativo delle caratteristiche medie dell'acquifero oggetto di valutazione. I valori sono riportati in Tabella 1.

Piezometro	P1	P2	P3	PE1	P4	P6	PE2	P7	P9	P10
Conducibilità idraulica (m/s)	$9,2 \cdot 10^{-7}$	$4,8 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-0}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$

Tabella 1 - Valori di conducibilità idraulica (m/s)

La carta del substrato dell'invaso lacustre (Figura 1) mostra nell'area di Firenze profondità contenute, al massimo dell'ordine di 100-150 m e comunque inferiori a quelle che si registrano nel bacino Firenze-Prato-Pistoia.

L'opera in progetto interessa il Supersistema del Lago Firenze-Prato-Pistoia nei tratti iniziale e finale e l'unità Sistema dell'Arno e in parte del Paleo-Arno nel tratto centrale; tuttavia, tale schema non è sempre rispecchiato a causa dell'andamento irregolare della base dell'acquifero superficiale.

Sulla base di quanto esposto finora si è pertanto deciso, come priorità, di ricostruire in dettaglio la base strutturale del Sistema dell'Arno e del Paleo-Arno in quanto essi rappresentano l'unità più permeabile e quindi maggiormente significativa dal punto di vista idrogeologico.

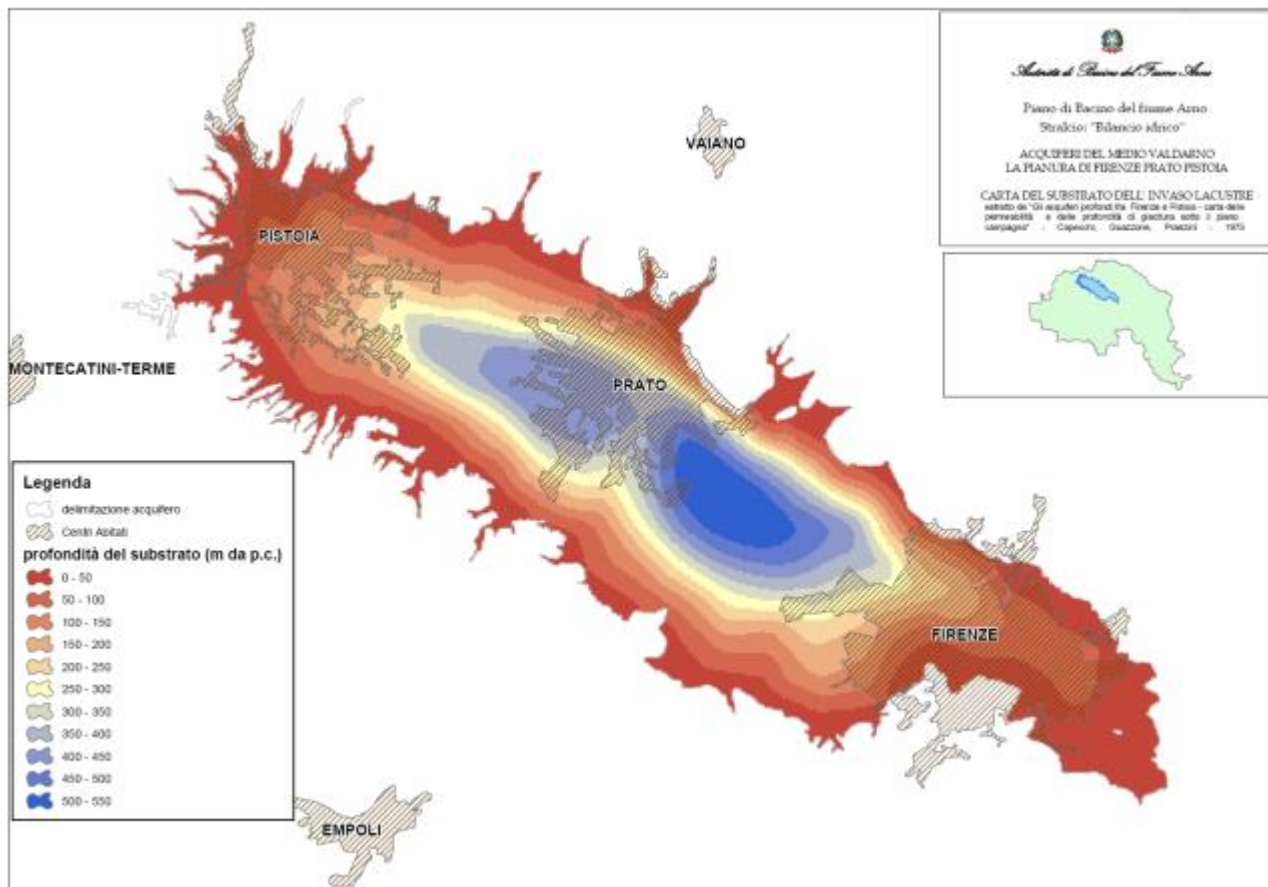


Figura 1 - Carta del substrato dell'invaso lacustre (da Capecchi et Al., 1975 in "Piano di bacino del Fiume Arno, 2004")

In Figura 2 è rappresentato l'andamento delle isopache di tale Sistema, desunte dalla documentazione bibliografica esistente (Capecchi et al., 1975).

Relativamente all'area di studio si osserva che i maggiori spessori (circa 20 m) vengono raggiunti nella zona occidentale (Campo di Marte), mentre procedendo verso Nord e Sud tali spessori diminuiscono fino in pratica ad annullarsi verso Rifredi.



Figura 2 - Isopache degli orizzonti Firenze 2 e Firenze 3 (da Capecchi et Al., 1975)

La medesima cartografia è riportata anche dall'Autorità di Bacino del fiume Arno (Figura 3). La consultazione della cartografia geologica e idrogeologica disponibile ha inoltre guidato la delimitazione dell'area di studio e la imposizione dei limiti al contorno, la cui posizione e significato verranno ulteriormente verificati in sede di elaborazione numerica dei dati.

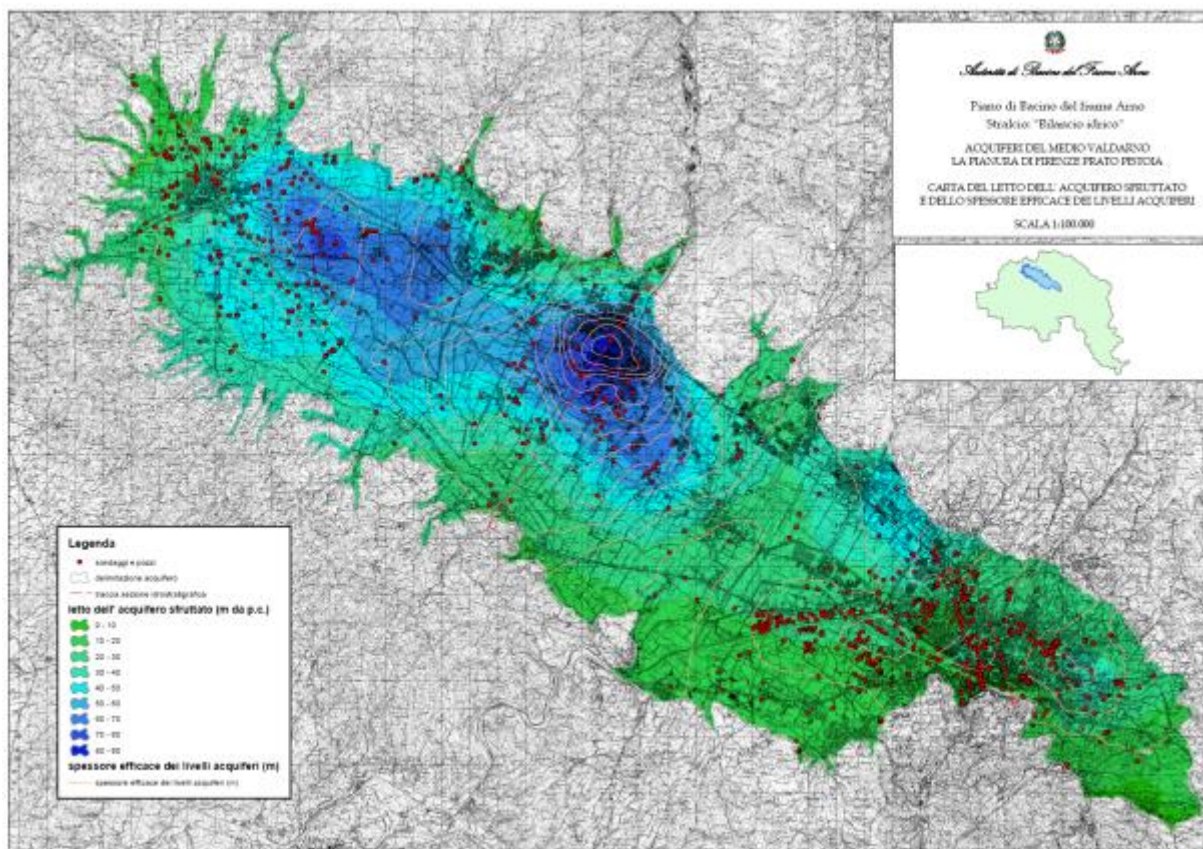


Figura 3 - Carta del letto dell'acquifero sfruttato e dello spessore efficace dei livelli acquiferi (da Piano di Bacino del Fiume Arno, 2004)

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici del sottosuolo fiorentino, facendo riferimento alla specifica Relazione Idrogeologica (NF1W.00.E.ZZ.RG.GE0002.002), le formazioni geologiche prelacustri, che affiorano nelle colline che circondano la conca di Firenze, sono composte da rocce a permeabilità secondaria da bassa a media, secondo la facies prevalente (siltitica o arenacea) e il grado di fratturazione.

Nelle colline a ridosso della città, soprattutto a nord, affiorano i sedimenti del Supersistema del Lago di Firenze-Prato-Pistoia; questi, costituiti in prevalenza da limi argillosi con livelli lentiformi e discontinui di ghiaie con notevole matrice limoso-argillosa, sono dei materiali a permeabilità da bassa a molto bassa, e solo in alcuni orizzonti media.

In tale situazione si ha una ridotta infiltrazione efficace sulle colline e, conseguentemente, una modesta alimentazione profonda dei depositi alluvionali recenti che formano l'attuale pianura. Al contrario, un discreto contributo deriva dalle acque di ruscellamento superficiale e da quelle del deflusso ipodermico che si infiltrano nei conoidi ai margini della pianura e nel colluvium pedecollinare.

I terreni appartenenti ai depositi lacustri-palustri, affioranti nelle basse colline a settentrione della città, sono costituiti in prevalenza da limi argillosi, con livelli e lenti di ghiaie in matrice limoso-argillosa. La permeabilità di questi sedimenti è da molto bassa a bassa, e solo raramente in determinati livelli media.

La falda idrica principale del sottosuolo fiorentino è contenuta nel materasso alluvionale recente del Fiume Arno e suoi affluenti (cfr. Orizzonte Firenze 2 e Strato 4) e si trova, come falda libera, ad una profondità compresa fra 1,0 m e 10,0 metri dal piano campagna. In alcune zone della pianura si può parlare, tuttavia, di falda semiconfinata, in quanto il livello piezometrico si situa in corrispondenza del limo di copertura (cfr. Orizzonte Firenze 1) che ha le caratteristiche di acquitrardo. Questo intervallo acquifero, composto di ghiaie e ciottoli prevalenti, è presente nel sottosuolo della maggior parte della pianura; solo ad Ovest della città di Firenze, lungo una linea circa coincidente con la Via Pistoiese, le macroclastiti passano a Nord a limi ed argille di natura lacustre o palustre: infatti, a Nord di questa linea, l'Arno non è arrivato a scavare la valle d'erosione nei sedimenti fluviolacustri precedenti, valle nella quale ha successivamente depositato le ghiaie dell'Orizzonte Firenze 2. Pertanto, nella zona dell'Osmannoro, il primo acquifero è costituito dall'Orizzonte Firenze 3, anch'esso formato da ghiaie e ciottolami; orizzonte che, come

precedentemente definito, è presente nel settore ad ovest dell'area del Parco delle Cascine laddove è separato dall'Orizzonte Firenze 2 da uno strato di argilla dello spessore massimo di due metri.

In alcune zone periferiche della pianura si può avere una falda semiconfinata, in quanto il livello piezometrico si colloca in corrispondenza dello Strato 2 costituito da limi argilloso-sabbiosi di copertura, che funge da acquitardo.

Per quanto riguarda l'alimentazione dell'acquifero queste acque sotterranee sono alimentate dai corsi d'acqua, sulla pianura e dalle acque di ruscellamento superficiale che, scendendo dai versanti collinari, si infiltrano nei detriti di versante e nei depositi eluvio-colluviali.

In base agli "Strati" e agli "Orizzonti" precedentemente individuati, su cui si è stata basata la ricostruzione del sottosuolo della pianura fiorentina, si possono riassumere le seguenti caratteristiche idrogeologiche:

- Strato 1 - comprende i terreni di riporto, che vengono, quindi, trascurati per la definizione dei parametri idrogeologici dei livelli.
- Gli strati 2 e 3 vengono associati – Costituiscono lo strato superficiale, formato da materiale depositato dall'Arno e dai suoi affluenti durante gli eventi di esondazione. È caratterizzato da limi più o meno sabbiosi e/o argillosi, talvolta con ghiaia e ciottoli dispersi all'interno del banco e livelli sabbiosi, e costituisce l'orizzonte sul quale sono fondati gli edifici della pianura. Si tratta di fatto di un acquitardo, per la prevalenza della frazione limosa rispetto alla componente argillosa, le cui variazioni possono modificare la permeabilità anche di qualche ordine di grandezza, e a quella sabbiosa. Quest'ultima cresce percentualmente, procedendo verso il basso, fino a passare talora a sabbie. Sulla base di indagini specifiche, destinate alla definizione del coefficiente di permeabilità, i valori di conducibilità idraulica per gli strati in questione variano generalmente da 10^{-6} a 10^{-9} m/s, con un massimo di frequenza intorno a 10^{-7} m/s. Lo strato più superficiale, per uno spessore medio intorno a un metro, risulta nettamente più permeabile a causa della pedogenesi e dei rimaneggiamenti antropici. I depositi appartenenti ai presenti strati corrispondono ai sedimenti inclusi da Capecchi et altri (1976) nell'Orizzonte Firenze 1. In generale, la permeabilità di questo orizzonte è maggiore in prossimità del corso dell'Arno: allontanandosi da questo, la frazione argillosa tende ad aumentare, sebbene ci siano delle zone a granulometria limoso-sabbiosa, interpretabili come paleo-alvei dell'Arno e dei suoi affluenti, anche lontano dal fiume.
- Strato 4: è costituito da materiale incoerente, che va dai ciottoli alle ghiaie in matrice sabbiosa e/o argilloso-limosa e alle sabbie a granulometria medio-grossolana; la prevalenza di ghiaia e ciottoli rende lo Strato 4 un buon acquifero. Si tratta in effetti di un unico livello macroclastico, talora interessato da intercalazioni limoso-argillose discontinue, che costituisce l'acquifero contenente la falda più importante della pianura fiorentina, grazie alla buona permeabilità orizzontale legata alla presenza di ghiaie e ciottolami generalmente privi o con tenori modesti di materiali fini dispersi. La permeabilità verticale è talora ridotta per la presenza di livelli argillosi intercalati, sia pure di spessore ridotto e con sviluppo orizzontale discontinuo. La produttività di queste macroclastiti è anche dovuta alla buona alimentazione che esse ricevono dalle acque di superficie, sia per infiltrazione diretta delle piogge, attraverso gli strati superiori, che dal subalveo del Fiume Arno. Nella stagione secca è proprio l'acqua del fiume che costituisce la maggiore alimentazione della falda. La porzione basale, generalmente con maggiore matrice, è solitamente meno produttiva, sia per la minore trasmissività che per l'alimentazione che raramente è diretta.

Le prove di permeabilità eseguite su questo strato lungo il tracciato sono di due tipi: 1) Lefranc in fori di sondaggio, 2) tramite prove di portata nei pozzi. Le prove Lefranc in fori di sondaggio hanno fornito ordini di grandezza del coefficiente K fra 10^{-3} e $2 \cdot 10^{-6}$ m/s per le ghiaie. I valori di K ottenuti dalle prove di portata nei pozzi risultano generalmente compresi fra da $1 \cdot 10^{-3}$ a $5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

È da rilevare che la forte disomogeneità della composizione granulometrica del sedimento, anche in settori vicini tra loro, comporta differenze sensibili di permeabilità anche su brevi distanze.

I valori che si ottengono con le prove di portata dei pozzi sono certamente più vicini a quelli reali, in quanto le prove di portata forniscono il valore medio di un volume di materiale assai grande e quindi più significativo.

La permeabilità delle ghiaie con matrice sabbiosa è solitamente maggiore nei settori laddove si rinvenivano i sedimenti più grossolani e, quindi, meno infiltrati dalle particelle fini. In particolare, all'Anconella, alle Cascine e a Mantignano, alcune prove di portata nei pozzi dell'Acquedotto Comunale, eseguite con il metodo di non equilibrio, fornirono valori di conducibilità idraulica fra $1 \cdot 10^{-3}$ e $3 \cdot 10^{-3}$ m/s. Il coefficiente di immagazzinamento medio è intorno a 0,15, valore tipico delle ghiaie e ciottolami alluvionali in falda libera. I pozzi forniscono qui portate fino a 20-30 l/s.

I depositi appartenenti al presente strato corrispondono ai sedimenti inclusi da Capecchi et alii (1976b) nell'Orizzonte Firenze 2 e Orizzonte Firenze 3. In particolare, all'interno dell'Orizzonte Firenze 2 si hanno delle variazioni del valore della permeabilità legate alle variazioni di granulometria; sono presenti, infatti, sia ciottolami e ghiaie "puliti", sia con abbondante matrice limosa.

Nelle ghiaie con matrice limosa la permeabilità diminuisce fino a valori dell'ordine di 10^{-6} - 10^{-7} m/s.

Nella Relazione Geologica (NF1W.00.E.ZZ.RG.GE0001.002) in cui la stratigrafia dell'area in esame è organizzata in UBSU (Unità Stratigrafiche a Limiti Inconformi), sia l'Orizzonte Firenze 1 e che l'Orizzonte Firenze 2 fanno parte del Supersistema dell'Arno, generato dalla sedimentazione recente dell'Arno e dei suoi affluenti.

Nella successione stratigrafica di Capecchi et al. (1976b) viene individuato un secondo orizzonte macroclastico, simile dal punto di vista litologico all'Orizzonte Firenze 2 ma stratigraficamente sottostante, definito Orizzonte Firenze 3 e corrispondente al Sistema del paleo-Arno facente parte del Supersistema di Firenze. Solitamente esso presenta maggiore abbondanza di limo nella matrice delle ghiaie rispetto alle macroclastiti del Supersistema dell'Arno, la qual cosa determina una diminuzione della permeabilità che risulta in media dell'ordine di 10^{-4} m/s.

- Strato 5 - argille lacustri s.l.; limi argillosi talora sabbiosi con livelli ghiaiosi. È costituito da argille e limi lacustri, più o meno compatti e consolidati, di colore turchino o più raramente giallastro, localmente con lignite o torba, talora con lenti ad elementi ghiaiosi o ciottolosi e più raramente di sabbie. In generale gli intervalli macroclastici risultano più o meno sporchi di argilla. I sondaggi, che si sono spinti sino ad incontrare tali livelli ghiaiosi, hanno evidenziato, grazie a prove di portata effettuate, dei risultati deludenti circa la possibilità di sfruttare tali acquiferi, probabilmente a causa della presenza di matrice fine fra gli elementi ghiaiosi, che ne riduce drasticamente la permeabilità.

Dal punto di vista idraulico si tratta sostanzialmente di un acquicludo. Il coefficiente di permeabilità, relativo a campioni indisturbati di limo argilloso o argilla prelevati a carotaggio continuo, ottenuto con permeametro a carico variabile o tramite prove edometriche, è risultato fra 10^{-9} e 10^{-11} m/s. Si tratta quindi di terreni praticamente impermeabili.

Ovviamente gli intervalli ghiaiosi e sabbiosi hanno permeabilità maggiore mediamente pari a 10^{-5} m/s.

Questa successione di limi argillosi ed argille, a colorazione da turchina a gialla, con qualche strato di ghiaie a matrice limoso-argillosa di natura lacustre, nei quali le lenti di materiali più grossolani indicano il restringimento dello specchio d'acqua e l'avanzamento delle aree fluviali, è stato denominato Orizzonte Firenze 4 (Capecchi et alii, 1976b), e fanno parte del Supersistema del Lago Firenze-Prato-Pistoia e del Supersistema di Firenze. L'Orizzonte Firenze 4, che corrisponde ai terreni della successione lacustre, dal punto di vista idraulico è fondamentalmente un acquicludo, per effetto della prevalenza di litotipi limoso-argillosi. Tuttavia, i livelli ghiaioso-sabbiosi con elevata matrice limosa presenti (Orizzonte Firenze 4) all'interno della successione fluvio-lacustre sono acquiferi confinati contenenti falde in pressione, alimentate dalle zone apicali dei conoidi e dalla lenta infiltrazione dalla superficie.

- Strato 6: alternanze di ghiaie sabbiose con limo e limi argillosi o argille limose s.l.. Questa unità geotecnica si rinviene solamente ad ovest della faglia Castello-Scandicci, a partire da Via Vasco De Gama fino a Rifredi e sostituisce di fatto le argille turchine s.l.

4.4. STUDI SISMICI

Durante la redazione del PEO, il Contraente Generale ha provveduto alla caratterizzazione sismica dei luoghi oggetto di intervento secondo quanto disciplinato dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e dalle successive NTC2008.

In particolare, ha adottato il sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie dei suoli (A - B - C - D - E) (più altre due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (VS30). Per le opere afferenti la futura stazione AV di Belfiore ed il nuovo Passante AV di Firenze, la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo di fondazione è stata così individuata con due prove down-hole eseguite nell'area di Rifredi. Tramite queste prove sono stati determinati i parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (VS30), da cui ne è derivato che la categoria di suolo di fondazione ($662 \div 666$ m/sec) è B.

La categoria B comprende i depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec ($N_{spi} > 50$, o $c_u > 250$ kPa).

Definita, quindi, la categoria di suolo di fondazione, sono stati assegnati i seguenti parametri:

Categoria suolo	S	TB	TC	TD
B	1,25	0,15	0,50	2,0

Questi parametri sono stati utilizzati per la definizione dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali.

Anche per il sito di S. Barbara è stata eseguita la medesima caratterizzazione sismica, in particolare sono state eseguite le prove geofisiche ReMi e le prove sismiche in foro "down hole", dalle quali è stato determinato il profilo sismico del sito in esame attraverso la determinazione del parametro $V_{S,30}$.

Tutte le determinazioni fatte hanno concordemente indicato un valore di $V_{S,30}$ compreso fra 180 m/s e 360 m/s, intervallo che definisce la **Categoria di suolo C**.

5. GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA

5.1. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA DI PROGETTO

L'area fiorentina è caratterizzata dall'estesa pianura alluvionale dell'Arno, orientata in direzione NW-SE e posta a circa 45+60 m s.l.m., ed in parte da rilievi collinari, spesso con sommità tabulare, che si raccordano con versanti a bassa acclività con la zona di pianura. Dal punto di vista morfologico l'area è divisibile in fasce altimetriche distinte, litologicamente caratterizzate da differenti tipi di terreni, allungate in direzione NW-SE. La fascia nord-orientale è costituita dalla dorsale di Monte Ceceri-Monte Rinaldi che si erge con un brusco cambio di pendio (pendenze medie del 30+35%, pari a circa 18°+20°), corrispondente al versante degradato della faglia di Fiesole, fino a raggiungere le quote sommitali spianate, con pendenze <5%, comprese tra i 414 m s.l.m. di Monte Ceceri, i 285 m s.l.m. di Monte Rinaldi ed i 216 m s.l.m. delle colline di Monterivecchi sopra a Careggi; litologicamente tale fascia è caratterizzata dagli affioramenti arenacei del Macigno. La fascia successiva, interrotta nella sua continuità dalla valle del Torrente Mugnone, costituisce dei piani rialzati (Cionfo, San Domenico) con sommità spianata (<5%) situati a circa 130+150 m s.l.m., raccordantesi con la pianura fiorentina tramite declivi dolci a pendenze medie (10%; 5°); litologicamente è caratterizzata dai depositi fluvio-lacustri villafranchiani. La fascia principale è costituita dal fondovalle della pianura fiorentina e si pone ad una quota media di circa 45+ 60 m s.l.m.; litologicamente è caratterizzata dai depositi alluvionali dell'Arno e dei suoi principali affluenti. Il margine meridionale del bacino di Firenze, ove affiorano oltre ai depositi villafranchiani anche le unità Liguri, è costituito da rilievi a morfologia di tipo collinare e con versanti dalle forme dolci, intensamente coltivati; le quote variano dai 60 m s.l.m. al raccordo con la pianura alluvionale, fino a 90 m s.l.m. raggiunti nell'area di Torre del Gallo. Tutti i rilievi hanno alla sommità superfici a bassa pendenza (< 5%), corrispondenti alle antiche superfici di equilibrio impostatesi durante le varie fasi di riempimento del bacino lacustre, in relazione ai movimenti di tettonica distensiva che hanno interessato l'intera area durante il Plio-Pleistocene.

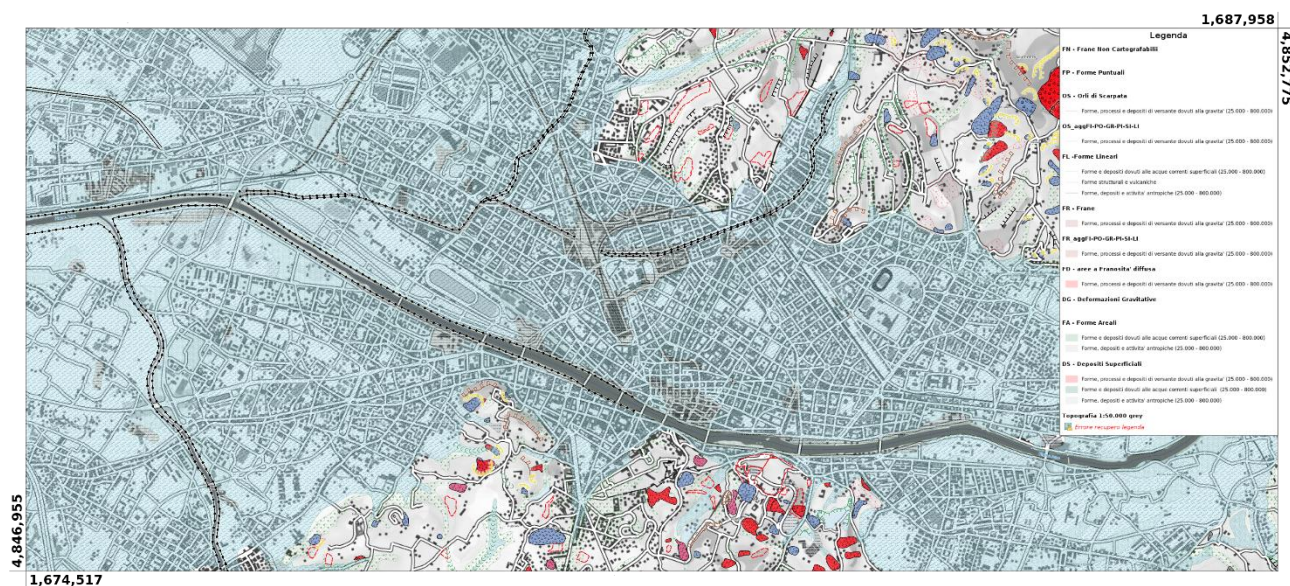


Figura 4 - Mappa geomorfologica

5.2. GEOLOGIA DELL'AREA DI PROGETTO

Il passante ferroviario A.V. attraversa una vasta zona di pianura alluvionale, in prevalenza costituita dai sedimenti fluviali e torrentizi dell'Arno e dei suoi affluenti, appoggiati su depositi di natura lacustre.

La distribuzione spaziale dei depositi, funzione dell'energia e della capacità di trasporto del mezzo, risulta spesso assolutamente casuale con passaggi eteropici e repentini dalle frazioni grossolane a quelle fini, e frequenti discontinuità stratigrafiche, in gran parte corrispondenti a fenomeni erosivi.

Considerando la natura dei depositi e la loro disposizione spaziale piuttosto caotica, si è deciso di adottare una nuova classificazione, rivedendo l'intera successione clastica neogenica dell'area fiorentina, secondo il criterio delle UBSU (Unità Stratigrafiche a Limiti Inconformi) suggerito dal Servizio Geologico Nazionale (S.G.I., 1992) e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R., 1991), in modo da definire per i diversi corpi sedimentari, oltre ai reciproci rapporti spaziali, anche il legame con le aree di provenienza.

I terreni studiati sono stati pertanto suddivisi in Sintemi a loro volta raggruppati in Supersintemi o divisibili in Subsintemi.

Lo scavo delle gallerie naturali interesserà tre unità sedimentarie che, dalle più antiche alle più recenti, sono: le Argille turchine del Supersintema del Lago Firenze-Prato-Pistoia, i depositi del Supersintema di Firenze e quelli del Supersintema dell'Arno.

Supersintema del Lago Firenze-Prato-Pistoia (Argille turchine)

Sono i sedimenti più antichi, di origine lacustre, sovraconsolidati, costituiti prevalentemente da argille sabbiose o limose o da limi argillosi, contenenti frequenti inclusi ghiaiosi di origine calcarea. Tali termini presentano una consistenza da solido-plastica a solida, con I_c prossimo o superiore all'unità. In alcune zone sono presenti lenti e strati di ghiaie sabbiose o limose mediamente addensate ($D_r = 50\%$).

Depositi del Supersintema di Firenze

Si possono distinguere due litofacies:

- argille sabbiose e limose, o limi argillosi, a consistenza semisolida (I_c compreso tra 0,75 e 1), da poco a mediamente plastiche, con livelli ghiaiosi sabbiosi addensati e con contenuto variabile di limo. Nelle ghiaie sono stati rinvenuti ciottoli di natura arenacea della dimensione dei 100÷150 mm di diametro, e a volte anche superiore ai 200 mm. Si tratta di materiali di natura lacustre o fluvio-lacustre, che rispetto ai terreni del Supersintema di Firenze precedentemente citati, presentano una maggiore frequenza di lenti ghiaiose sabbiose addensate rispetto ai livelli argillosi. I termini granulari risultano in genere addensati ($D_r = 70\%$).
- ghiaie eterometriche con ciottoli (diam. max > 10 cm), poligenica, in matrice da limoso argillosa a limoso sabbiosa; a volte sono intercalati livelli limoso argillosi o limoso sabbiosi (di spessore massimo intorno al metro). Si tratta di materiali attribuiti alla sedimentazione del paleo-Arno. Sono terreni addensati con valore di densità relativa $D_r = 65\%$.

Depositi del Supersintema dell'Arno

Sono in prevalenza costituiti da ghiaie sabbiose addensate e in misura minore da argille limose compatte e limi argillosi di media plasticità. Possono presentare inclusi ciottoli arenacei di diametro dell'ordine dei 100÷150 mm e più raramente superiore ai 200 mm.

della zona di Bellariva, le acque del Fiume si infiltrano nel sottosuolo. Tale condizione è tuttavia fortemente condizionata dai vari emungimenti dei pozzi presenti nella zona. In conclusione, possiamo ritenere che, circa l'alimentazione, nei terreni collinari l'infiltrazione efficace delle acque meteoriche è molto scarsa e, pertanto, nei depositi alluvionali della piana l'alimentazione profonda è estremamente ridotta. Le falde della pianura vengono invece alimentate dalle acque di pioggia, dall'acqua di ruscellamento superficiale e da quella del deflusso ipodermico, che si infiltrano nei conoidi ai margini della pianura e nella coltre eluviocolluviale pedecollinare. Il maggior apporto nell'alimentazione laterale dell'acquifero del sottosuolo di Firenze proviene presumibilmente dalle colline calcaree di Bagno a Ripoli attraverso i sedimenti lacustri, qui particolarmente grossolani e, subordinatamente, dalle colline arenacee di Fiesole, anche se il lacustre di San Domenico appare poco permeabile.

I livelli o strati individuati nel sottosuolo della pianura fiorentina e le caratteristiche idrogeologiche sono appresso riportati:

Strato 1: comprende i terreni di riporto. Lo spessore di detto strato varia da 0,6 m a 12,0 m (Viale Strozzi) e viene qui trascurato.

Strato 2: limo argilloso e/o argilla limosa s.l.

Strato 3: limo sabbioso e/o sabbia limosa s.l.

Strato 4: materiale incoerente che va dai blocchi, ai ciottoli, alle ghiaie e sabbie grossolane, in matrice sabbiosa e/o argilloso-limosa. Lo spessore massimo è di circa 20.0 m in corrispondenza del centro storico di Firenze.

Strato 5: argille lacustri s.l.; limi argillosi talora sabbiosi con livelli ghiaiosi.

Strato 6: alternanze di ghiaie sabbiose con limo e limi argillosi o argille limose s.l..

5.4. GEOTECNICA

La stratigrafia dell'area è caratterizzata dalla seguente successione verticale, partendo dai depositi più recenti (le sigle sono quelle riportate per brevità nel prosieguo della relazione):

1. Riporto superficiale costituito da ciottoli, ghiaia e frammenti di laterizi, poco addensato in matrice sabbioso – limosa con spessore variabile da 3,5 a 7,5 m (R);
2. Sabbie fini Limose con spessore variabile da 0 a 5,7 m (LAS);
3. Ghiaie in matrice sabbiosa-limosa con spessore variabile da 6,10 a 11,10 m (G);
4. Limi Argillosi lacustri con intercalazione di lenti e/o strati di ghiaia in matrice limosa-argillosa verificate fino a -23 m slm ovvero a 70 m dal pc (LAL);
5. Substrato prelacustre (formazione di Sillano).

Nell'area il substrato risulta a circa 100 m di profondità dal pc. Gli strati 0 e 1, nei dimensionamenti effettuati, vengono considerati congiuntamente e denominati per brevità (RLS).

La stratigrafia di progetto, per profondità spinte fino al substrato, è quella riportata nel seguente prospetto:

Stratigrafia di Progetto

Strato	Profondità	da pc	Q slm	Spessore
RLS	Ztop	0.00 m	46.00 m	6.00 m
	Zbot	6.00 m	40.00 m	
G	Ztop	6.00 m	40.00 m	6.00 m
	Zbot	12.00 m	34.00 m	
LAL	Ztop	12.00 m	34.00 m	88.00 m
	Zbot	100.00 m	-54.00 m	

La falda si assume a quota 40.00 m slm.

Si riassumono nel seguito i parametri geotecnici caratteristici dei diversi strati investigati:

Parametri caratteristici degli strati (stato limite)

Strato	γ_k (kN/m ³)	γ_{sk} (kN/m ³)	c_{sk} (kPa)	OCR _k (-)	$\varphi'_{cr,k}$ (°)	φ'_{pk} (°)	c'_k (kPa)
RLS	19	17	-	1	27	-	-
G	21	19	-	1÷1.5	38	-	-
LAL	20.5	17	218	(*)	27.5	21	28

(*) Per lo strato di LAL, variando con la profondità OCR tra § e 2.5

Parametri caratteristici degli strati (permeabilità)

Strato	K_h (m/s)	K_v/K_h
RLS	10 ⁻⁶	1
G	10 ⁻³	1
LAL	10 ⁻⁸	1

Parametri caratteristici degli strati (Moduli medi) (cfr § 5.1)

Strato	E_0 (MPa)	E_u/E_0
RLS	17	1.6
G	62	1.6
LAL	88	OCR ^{0.5}

I moduli indicati sono dedicati al calcolo delle opere di sostegno e considerano un livello atteso di deformazione dell'ordine di 10⁻³ o di poco superiore.

6. MONITORAGGI

6.1. GENERALITÀ

Il sistema di monitoraggio è stato progettato in modo da poter fornire, nel modo più completo e rapido 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 al superamento dei limiti progettuali prefissati.

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 lungo l'asse del tracciato della futura linea ferroviaria, potranno essere confrontati con quanto previsto in progetto, al fine di verificare la validità delle ipotesi assunte e dei modelli utilizzati.

L'analisi viene estesa ad un "volume di controllo" significativo, 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. 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, della possibilità di installazione degli strumenti di misura, della lunghezza del tracciato e della sua collocazione planimetrica al di sotto dell'area urbana di Firenze.

I dati ottenuti dal monitoraggio, oltre a fornire un complesso di informazioni utili ad analizzare i fenomeni connessi con lo scavo delle gallerie, quali il comportamento delle strutture e dell'ammasso circostante, verranno opportunamente analizzati in funzione delle soglie di attenzione e allarme prefissate. Si nota, in particolare, che, mentre le soglie individuate con riferimento al comportamento strutturale degli edifici costituiscono un utile e necessario criterio per anticipare il possibile insorgere di effetti negativi sulle strutture monitorate, quelle fissate relativamente al volume perso costituiscono un preciso vincolo esecutivo, approvato dagli Enti coinvolti nella realizzazione dell'opera.

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 di tutti i dati a disposizione. A tale scopo è previsto l'impiego di una piattaforma web in grado di raccogliere tutti i dati delle misure effettuate, sia quelle automatiche che quelle manuali, ma anche di elaborarli in modo da fornire sintesi, medie e dati aggregati che permettano non solo la lettura diretta dei risultati del monitoraggio ma anche fornire elementi per una visione di insieme di tali risultati.

Al sistema di monitoraggio "esterno" sarà affiancato un sistema di monitoraggio "interno" (all'interno della galleria) che ha lo scopo di verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto in corso d'opera tra le stesse previsioni e il comportamento del terreno al contorno e le prestazioni dei rivestimenti, assicurando che l'opera espliciti le sue funzioni.

6.2. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE MISURAZIONI

In funzione del tipo di strumentazione installata e della sua posizione, in superficie o interna alla galleria, si procederà alla lettura degli strumenti tramite centraline automatiche oppure letture manuali, come nel caso delle mire ottiche installate lungo tutto il tracciato del Passante AV.

6.2.1. Controllo delle deformazioni delle strutture e delle infrastrutture di superficie

Il sistema di monitoraggio deve fornire tutte le informazioni necessarie affinché si possano verificare le previsioni progettuali dei cedimenti e delle deformazioni indotte sui manufatti. Le deformazioni indotte sui manufatti dalle operazioni di scavo sono direttamente correlabili ai cedimenti verticali e agli spostamenti orizzontali che sono monitorati attraverso una serie di:

- mire ottiche collocate nei punti maggiormente significativi dei manufatti;
- sezioni strumentate poste in prossimità dei manufatti in oggetto.

6.2.2. Controllo degli spostamenti indotti e taratura dei parametri di scavo

Il sistema di monitoraggio deve permettere il rilievo degli spostamenti indotti dalle operazioni di scavo nella condizione "green field" (piano campagna libero). I valori delle grandezze misurate permettono sia la verifica delle assunzioni progettuali, che vengono fatte nell'ipotesi di condizioni "green field", sia la taratura dei parametri di scavo della macchina.

Le subsidenze e gli spostamenti orizzontali sono monitorati attraverso una serie di:

- sezioni strumentate poste in zone prive di manufatti;
- sezioni strumentate poste in prossimità dei manufatti;
- punti di rilievo topografico collocati sul p.c. in asse con le gallerie.

La massima parte delle sezioni strumentate prevede unicamente misure di livellazione della superficie del terreno; in corrispondenza dei tratti più significativi, la strumentazione di superficie è integrata da strumentazione geotecnica in grado di fornire un quadro completo del sistema di deformazioni verticali ed orizzontali e variazioni del livello piezometrico che si sviluppa nell'intorno delle gallerie, al passaggio della fresa.

6.3. SVOLGIMENTO DELLE MISURAZIONI

Gli effetti dello scavo cominciano a rilevarsi, nella sezione di monitoraggio e/o sugli edifici, quando il fronte di scavo si trova a circa 1,5 volte la distanza z tra l'asse della galleria e il p.c. (misurata in corrispondenza della sezione o della facciata degli edifici). Pertanto, l'anticipo necessario per la messa in funzione della strumentazione prevista deve essere rapportato a tale minore progressiva e non a quella del punto o dei punti da monitorare.

6.3.1. Misure di zero

La strumentazione andrà installata con congruo anticipo rispetto al momento per cui è previsto l'inizio delle misure "significative" ai fini del monitoraggio, in modo da garantire un tempo sufficiente per le verifiche di funzionalità della strumentazione installata e per effettuare le misure di zero.

La lettura di zero, condizione indisturbata, dovrà essere effettuata non appena lo strumento non risentirà più degli effetti delle operazioni di installazione.

6.3.2. Misure "significative"

Le grandezze rilevate nella serie che presenta una distanza del fronte rispetto alla sezione di 2,5 volte la profondità z dell'asse della galleria rispetto al p.c., sono quelle da considerarsi per il calcolo del valore definitivo di volume perso e del rapporto di inflessione a breve termine.

Le misure di controllo sui binari mediante elettrolivelle saranno svolte in continuo per tutto il tempo previsto per l'effettuazione di tali misure, e cioè durante l'intervallo di tempo in cui il fronte di scavo si trova compreso fra -30 m e +70 m rispetto alla progressiva del gruppo di elettrolivelle considerate.

Il piano delle altre misure da effettuare al passaggio della TBM è sintetizzato nel seguente grafico:

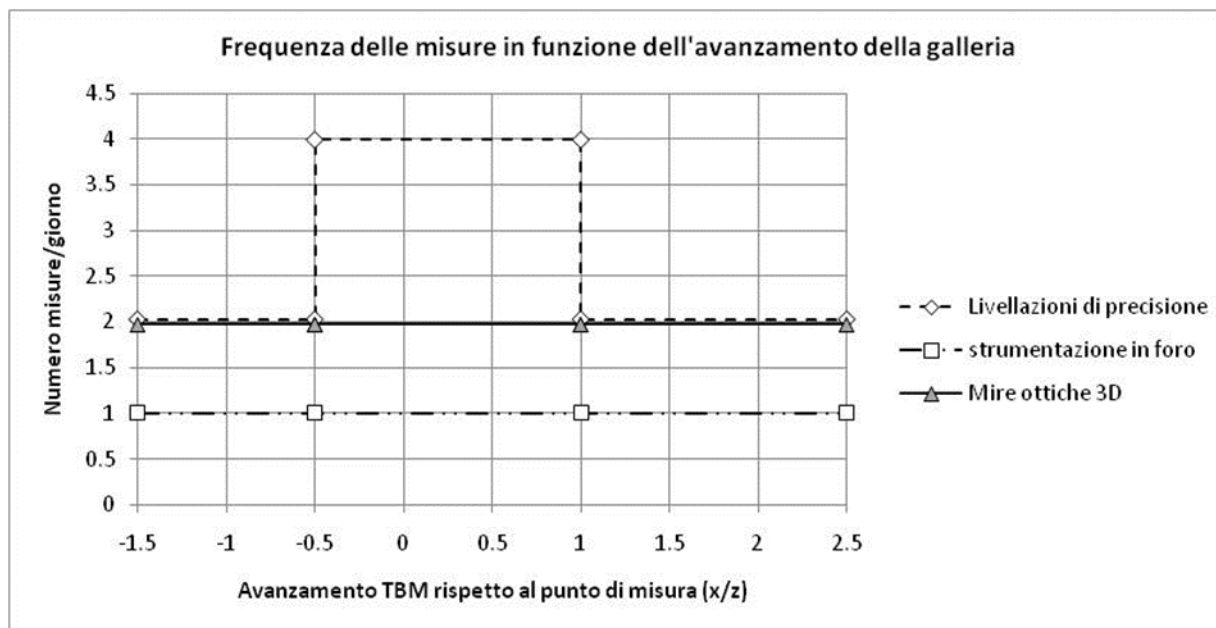


Figura 6 - Frequenza delle misure in funzione dell'avanzamento della galleria

6.3.3. Misure successive al passaggio della TBM

Ad eccezione delle elettrolivelle, che vengono rimosse ed eventualmente riposizionate dopo il passaggio della TBM, tutta la strumentazione verrà controllata con la seguente frequenza a partire dal momento in cui il fronte di scavo della galleria supera di 2,5 z la progressiva della strumentazione stessa:

- **primo mese:** una volta alla settimana
- **successivi 3 mesi:** una volta al mese
- **fino a fine scavo galleria:** una volta ogni 3 mesi

6.3.4. Restituzione delle misure

Il sistema di monitoraggio si avvarrà di un'archiviazione web, al fine di rendere i dati disponibili da remoto e verificare il corretto avanzamento delle procedure di scavo.

Saranno redatti dei report di avanzamento delle gallerie che riassumeranno tutti i parametri misurati in relazione ai dati della fresa ed indicando le eventuali azioni correttive.

6.3.5. Strumentazione

Di seguito si riporta una tabella con la tipologia di strumentazione e la relativa quantità.

STRUMENTI	QUANTITÀ
Piezometri elettrici	47
Piezometri di Casagrande	14
Inclinometri	41
Inclino-assestimetri	30
Assestimetri a piastra	28
Assestimetri orizzontali	6

Estensimetri multibase	38
Barrette estensimetriche / strain gauge	384
Celle assestimetriche	155
Celle di carico toroidali	12
Clinometri biassiali	1818
Fessurimetri elettrici	620
Punti di livellazione strutture	139
Punti di livellazione a terra / capisaldi	1685
Target	2196
Miniprisma	450

Tabella 2 - Strumentazione impiegata per il monitoraggio

Alla strumentazione riportata nella tabella precedente si sommano i rilievi laser scanner, l'interferometria satellitare e il rilievo delle vibrazioni con accelerometri triassiali.

7. IL TRACCIATO

7.1. GENERALITÀ

Il tracciato ferroviario si sviluppa dal PRG di Campo di Marte, da dove si immette in galleria per sottoattraversare l'area densamente abitata compresa tra l'ospedale Mayer e Piazza della libertà, per poi seguire la direttrice di Viale Spartaco Lavagnini fino alla Fortezza da Basso, proseguendo lungo i bastioni dal lato di Viale Strozzi. In corrispondenza del bastione Cavriglia il tracciato inizia a curvare e, una volta oltrepassato il fascio binari di SMN, prosegue parallelamente alla linea esistente di superficie seguendo Viale delle Ghiacciaie, anch'esso caratterizzato dalla presenza di numerosi edifici, per giungere nella nuova stazione AV di Belfiore. Dalla nuova stazione di Belfiore, il tracciato prosegue verso nord per altri 3 km c.a., al disotto della linea ferroviaria esistente attraversando aree mediamente urbanizzate, fino a raggiungere l'imbocco Nord di Rifredi, in corrispondenza del quale la linea AV si immette nell'esistente linea della stazione di Castello, per poi proseguire, lungo la linea in esercizio Firenze-Bologna.

Considerando il verso di percorrenza del binario pari, dall'imbocco di Campo di Marte fino alla fine di Viale Spartaco Lavagnini il tracciato ha una pendenza del -2‰ ca., raggiungendo il punto di minimo alla progr. 3+116,5. Da questa progressiva il tracciato comincia a risalire fino alla stazione AV dove per tutto lo sviluppo, comprensivo delle gallerie a doppio binario di precedenza, è pressoché orizzontale, per poi incrementarne la pendenza longitudinale fino all'imbocco di Rifredi.

Nel tratto compreso tra Campo di Marte e la nuova stazione AV il tracciato intercetta il maggior numero di opere. Infatti, sottopassa la linea ferroviaria Firenze-Roma e Firenze-Pisa, i numerosi edifici del centro abitativo di Firenze siti lungo il Viale Sparco Lavagnini, i monumenti presenti in Piazza della Libertà e, soprattutto, il monumento storico della Fortezza Da Basso. In questo primo percorso le coperture aumentano da un minimo di 7 metri, in corrispondenza dell'imbocco, fino ad un massimo di 26 m verso la fine del Viale Lavagnini, per poi diminuire a 19 m in corrispondenza della stazione AV di Belfiore. L'andamento altimetrico è stato studiato in modo tale da permettere di sottopassare le fondazioni dei bastioni della Fortezza con una copertura di circa 15 m che permette di sottoattraversare tale opera con maggior sicurezza. Dalla stazione AV di Belfiore in direzione Rifredi, le coperture vanno da 15 m in corrispondenza di Via Circondaria fino a circa 6 m allo sbocco Nord.

Le gallerie a semplice binario corrono lungo tutto il tracciato ad un interasse di circa 19,30 m, tranne che nei tratti estremi dove la distanza è variabile e raggiunge il minimo valore in corrispondenza degli imbocchi. All'imbocco Sud il valore è di 17,20 m e all'imbocco Nord si riduce fino 11,9 m a causa delle ridotte dimensioni del camerone di uscita, vincolate dalle opere ed infrastrutture ferroviarie esistenti.

7.2. ASSI GALLERIE PRINCIPALI E BYPASS

Le gallerie principali a singolo binario hanno andamento pressoché parallelo, per poi avvicinarsi in corrispondenza delle zone di imbocco. All'incirca a metà tracciato confluiscono nel camerone della Stazione AV. In particolare, in entrata e in uscita dalla Stazione, le gallerie a singolo binario subiscono un allargamento per accogliere il binario di precedenza (ca. 70 m), divenendo a doppio binario. Mentre, le interconnessioni sono poste a ca. 500 m di distanza, per un totale di 11 (6 nella tratta Campo di Marte-Stazione e 5 nella tratta Stazione-Rifredi).

Le gallerie a singolo binario si estendono per le seguenti tratte:

- binario pari: dal km 1+317,760 al km 4+252,000;
- binario dispari: dal km 1+318,940 al km 4+242,674;
- binario pari: dal km 4+850,910 al km 6+891,200;
- binario dispari: dal km 4+841,584 al km 6884,899.

Le interconnessioni sono poste a (progressive binario pari):

- bypass 3 al km 1+801

- bypass 4 al km 2+286
- bypass 5 al km 2+776
- bypass 6 al km 3+266
- bypass 7 al km 3+761
- bypass 8 al km 4+265
- bypass 9 al km 4+841
- bypass 10 al km 5+251
- bypass 11 al km 5+661
- bypass n.12 al km 6+071
- bypass n.13 al km 6+481

La sezione tipo di scavo per le gallerie di linea è circolare. Il diametro interno di 8,3 m permette il transito di treni con un P.M.O.n.5 con ampi margini di sicurezza.

Di seguito le principali caratteristiche geometriche della sezione ferroviaria:

- transito di un Gabarit tipo C;
- area libera di 46 m²;
- piano teorico di contatto della T.E. a 5,20 m dal piano ferro con franco libero dalla calotta di 150 cm;
- uso di traverse da 260 cm;
- distanza delle traverse dal rivestimento o dalla banchina di 80±10 cm;
- piano banchina posto a +55 cm dal piano ferro;
- larghezza corrente di banchina di 213 cm e di 155 cm in corrispondenza della nicchia di tratta;
- altezza di ballast di 45±10 cm;
- banchina dotata di tubi per l'alloggiamenti dei cavi IS, TLC, e LFM e di una canaletta per il tubo antincendio. Ogni 25 m ed in particolare in corrispondenza della nicchia e dei by-pass i tubi per i cavi sono interrotti da pozzetti di derivazione e manutenzione;
- canaletta per la raccolta delle acque di infiltrazione al disotto del ballast;
- velocità massima della linea 100 km/h;
- velocità massima dei rami deviati degli scambi formanti comunicazione tra binari di corsa a 100 km/h;
- velocità dei rami deviati degli scambi formanti comunicazione tra binari di corsa e di precedenza a 60 km/h;
- interasse minimo dei binari di corsa m 4,00;
- carico massimo per asse ton 22,5 e 8,0 t/m per metro corrente;
- raggio minimo di curvatura orizzontale m 3,06;
- sopraelevazione massima 160 mm.

I bypass di collegamento tra le due canne del passante hanno una dimensione di 5,0 x 9,4m (minimo).

Il bypass n°9 conterrà anche una vasca di accumulo, un locale pompe e un locale apparati.

8. DESCRIZIONE DELL'OPERA

8.1. INQUADRAMENTO GENERALE DELLE OPERE E DEGLI IMPIANTI DA REALIZZARE

I lavori per il sottoattraversamento della città di Firenze prevedono la realizzazione delle opere vere e proprie del passante ferroviario e della stazione, ma anche opere accessorie. Di seguito si riportano le opere da realizzarsi:

- Completamento Camerone Stazione AV da quota +30 s.l.m.;
- Testa Nord e Testa sud;
- Aree Commerciali Stazione AV;
- Copertura Stazione AV;
- Sistemazioni Esterne Stazione AV;
- Galleria naturali a singolo binario scavate in meccanizzato (Binario Pari e Binario Dispari);
- Galleria naturali a doppio binario scavate in tradizionale (Binario Pari e Binario Dispari);
- Interventi di salvaguardia delle opere esistenti (consolidamento e compensation grouting);
- Completamento imbocco Sud (Gallerie Artificiali);
- Completamento imbocco Nord (rivestimento pozzo smontaggio TBM);
- Cunicoli di Collegamento (n. 9 By – Pass);
- Trincea Campo di Marte;
- Rilevato Campo di Marte;
- Pozzo di aggettamento viale Strozzi;
- Pozzo Costruttivo e di Ventilazione Nord;
- Pozzo Ventilazione Sud;
- Sistemazioni Area triage Nord;
- Sistemazioni Area triage sud;
- Armamento ferroviario;
- Trazione Elettrica;
- Impianti Meccanici;
- Impianti LFM;
- Collina Schermo nell'ex miniera di lignite di Santa Barbara;
- Adeguamento tombino Fosso di Quarto;
- Bypass del torrente Mugnone;

8.2. STAZIONE AV

Il progetto della Stazione AV, sviluppato da Norman Foster & Partners, per la parte architettonica, e Ove Arup & Partners, per l'ingegneria, si avvale di una gamma di materiali accuratamente selezionati per garantire che l'edificio conservi un aspetto fresco e sia di facile manutenzione per tutta la vita utile. La scelta dei materiali è stata influenzata dall'ubicazione della stazione nella città storica di Firenze. È stata data priorità a materiali durevoli che conserveranno il loro aspetto originario per un ampio lasso di tempo e la cui manutenzione non presenti problemi. Sono stati

selezionati i materiali più adatti, determinati dalle diverse circostanze di applicazione. Le grandi dimensioni del box della stazione celebrano l'ingegneria richiesta per questa costruzione, che funge da nuova porta d'ingresso a questa splendida città.

Sotto il livello del suolo, lo spazio è stato progettato per migliorare l'esperienza dei visitatori che fanno il loro ingresso nella città storica. Le aree dove le persone si muovono sono fiancheggiate da pareti ricoperte di marmo verde riccamente decorato, mentre al di sopra dell'altezza d'uomo, si può ammirare una moderna interpretazione del bugnato, ottenuto grazie all'impiego di rivestimenti murali, realizzati con calcestruzzo prefabbricato modulato di grandi dimensioni, le cui proporzioni variano man mano che lo sguardo si sposta verso l'alto. Il pavimento è costituito da una splendida superficie di marmo simile a quella presente sulle pareti, intarsiata con una pietra bianca che ricorda i magnifici pavimenti degli edifici civili ed ecclesiastici della regione. Il soffitto della camera sotterranea sfoggia enormi strutture a ventaglio che sostengono il pavimento soprastante. Il calcestruzzo esposto in loco esprime chiaramente l'impresa di alta ingegneria compiuta nella realizzazione della stazione.

A piano campagna l'esperienza cambia, divenendo più leggera, con la pavimentazione che passa dalla predominanza del verde al granito bianco, più duraturo, meno soggetto a macchiarsi e meno scivoloso in prossimità delle aree esterne quando bagnate. Il pavimento più chiaro aumenta la quantità di luce riflessa e riduce l'effetto dell'aumento termico. Inoltre, il trattamento delle pareti diviene più leggero, con il rivestimento dei muri che passa dalla pietra e dal calcestruzzo al vetro e al metallo, esprimendo il cambiamento nelle strutture che dall'imponente ingegneria civile presente sotto il livello del suolo passano all'ingegneria strutturale più leggera delle aree commerciali e del tetto soprastante.

Il progetto comprende una serie di tapis roulant inclinati e di ascensori che portano dai binari fino al livello del suolo. Inoltre, è previsto un collegamento continuo mediante scale mobili per i passeggeri sprovvisti di bagaglio, permettendone così il movimento rapido e una riduzione della lunghezza del tratto da essi percorso. I tapis roulant permettono ai passeggeri con bagaglio di salire alla stazione senza scaricare i carrelli, mentre i passeggeri disabili potranno usufruire degli ascensori incorporati che servono tutti i binari. La proporzione tra tapis roulant e scale mobili è equilibrata al fine di garantire la presenza della più ragionevole varietà di elementi per tutte le possibili dimensioni dei treni. I sistemi di trasporto verticale portano tutti i passeggeri all'area del mezzanino centrale. Tutti i passeggeri che entrano o escono dalla stazione passeranno dalla galleria con i negozi. I negozi sono disposti su due piani, con un livello di mezzanino sospeso ai lati delle aree superiori dei negozi. La galleria è dotata su entrambi i lati di spazi vuoti, situati tra i vari punti vendita, che la mettono in comunicazione con la stazione sottostante e che collegano visivamente i binari con gli spazi superiori e viceversa, lasciando passare la luce del sole attraverso l'edificio fino ai binari sottostanti. Al di sopra dell'area dei negozi si trovano i locali con gli impianti di condizionamento per questi spazi secondo le necessità, controllati dall'interno dei singoli punti vendita. Il magnifico tetto che avvolge l'intera stazione è composto da una struttura reticolare diagonale a volta, con pannelli inseriti nella griglia che lasciano passare la luce solare illuminando così tutto l'edificio. Realizzato in acciaio con pannelli in vetro trasparente, il tetto è stato progettato per ridurre la radiazione termica diretta e, di conseguenza, ridurre l'aumento di temperatura all'interno. Il profilo dell'arco consente all'aria calda all'interno di salire verso l'alto, allontanandosi dal flusso dei passeggeri principale, e di essere espulsa gradualmente attraverso aperture che permettono uno sfiato costante. La superficie del tetto, provvista di sfiati, provvede all'estrazione dei fumi, riducendo così le esigenze degli impianti dell'edificio. I lucernari sono disposti con un'angolazione che impedisce il passaggio della luce solare diretta, riducendo così ulteriormente gli effetti dell'irraggiamento termico diretto. Il rivestimento sul lato est del tetto è più compatto e isolato al fine di ridurre gli effetti della trasmissione acustica attraverso l'edificio dalla stazione operativa adiacente, mentre il lato ovest è aperto per così materializzare l'accesso principale da viale Corsica. Cellule fotovoltaiche sono incorporate nei pannelli intermedi della copertura, dove potranno raggiungere la massima efficienza in termini di generazione di potenza e contribuire a filtrare la luce trasmessa attraverso il tetto stesso direttamente sopra all'entrata dell'area commerciale. Il soffitto interno è realizzato in pannelli di acciaio riflettenti. Tale soffitto interno consente d'installare materiali fonoassorbenti che soddisfano i necessari livelli di comprensibilità delle parole grazie all'aggiunta di pannelli che combinano tubi in acciaio collocati contro una camicia fonoassorbente posta dietro. Questa soluzione fornisce una superficie durevole e che richiede poca manutenzione, che assorbe il suono ma riflette la luce, garantendo che il cinquanta per cento delle superficie del soffitto sia fonoassorbente. Il tetto, che forma un insieme continuo, è privo di impianti d'illuminazione e servizi. La struttura funge

piuttosto da cielo artificiale sospeso al di sopra della stazione, che riflette le fonti d'illuminazione dirette dal basso verso l'alto e portando all'interno i colori circostanti. Di sera i lucernari all'interno del tetto brilleranno, creando un segnale esterno di grande effetto per tutta la lunghezza della stazione. L'ingegneria della stazione è celebrata nella progettazione del box ed esposta deliberatamente nella sua architettura. Il box in calcestruzzo 'cut and cover', affondato nel terreno per accogliere le gallerie, è stato progettato al fine di ridurre le esigenze di manutenzione e garantire flessibilità per tutta la durata della stazione. Su entrambi i lati della stazione è presente una doppia parete, dove si trovano vie di fuga sicure dalla stazione dai binari laterali. Le pareti interne sono rivestite con pannelli in calcestruzzo prefabbricato e in pietra di alta qualità nei punti dove può esserci contatto diretto con i passeggeri. I pannelli saranno asportabili e intercambiabili per facilitare l'installazione di apparecchi e altri servizi destinati agli utenti; servizi che potranno modificarsi e svilupparsi nel corso della vita utile della stazione. Lungo le pareti saranno predisposte zone di servizio secondarie mediante l'impiego di grandi canali in bronzo incastonati nei muri, che costituiranno una giuntura tra il rivestimento di pietra e la struttura modulare dei pannelli di calcestruzzo prefabbricato sovrastanti. In questo modo si creerà un fregio con la segnaletica informativa, l'illuminazione e gli elementi acustici, che controllerà il posizionamento degli elementi di servizio secondari. Il progetto prevede l'illuminazione artificiale direzionale, che informerà i passeggeri dei percorsi da seguire e sarà collocata specificamente lungo le principali linee del flusso di passeggeri. La luce solare sarà filtrata dal tetto, cosicché non vi sarà riverbero diretto o punti caldi che potrebbero disorientare e creare disagio ai passeggeri in attesa. Le aree circostanti la stazione, che servono per il collegamento ad altri sistemi di trasporto, saranno ben illuminate e garantiranno agli utenti della stazione un ambiente sicuro e con ottima visibilità. I percorsi di servizio passano all'interno della doppia parete su entrambi i lati del box, consentendo di effettuare la manutenzione ordinaria a qualunque ora del giorno o della notte, senza disturbare l'attività all'interno della stazione e senza impatto sulle finiture e sui rivestimenti interni del box stesso. L'accesso a tutte le superfici è stato semplificato al fine di consentire una pulizia e una manutenzione rapide e regolari.

All'accesso Nord della Stazione sono state previste 16 aree di sosta per i taxi. Questi ultimi permettono la discesa dei passeggeri all'entrata di via Circondaria (a livello 00) e proseguono a Sud lungo il confine Est del sito e lungo la strada di servizio che consente l'attesa in coda. Da qui caricano i passeggeri al livello inferiore (lato Sud) per poi uscire utilizzando la rampa Kiss&Ride (quest'ultima dovrà collegarsi a viale Redi – parte di progetto attualmente stralciata).

A est del sito, il terrapieno ferroviario esistente crea un muro, che divide la città tagliandola nel cuore del centro storico, terminando alla Stazione di Santa Maria Novella. Quest'area forma in modo naturale la parte posteriore della stazione e fornisce un punto ideale per l'accesso dei veicoli di servizio.

Sul lato Ovest la Stazione prevede un'apertura aggiuntiva, che apre sull'area ex Macelli. Tale area attualmente non prevede una riqualificazione, ma è intenzione futura (prevista anche nel progetto originario) destinarla a verde pubblico.

8.3. GALLERIE NATURALI

Le gallerie naturali hanno una lunghezza complessiva di circa 5000 m tra l'imbocco di Campo di Marte (Sud) e quello di Rifredi (Nord), interrotte solo dalla nuova stazione AV posta a circa 3000 m dall'imbocco Sud.

Il sistema delle gallerie naturali di linea è costituito da due gallerie a semplice binario che corrono affiancate dagli imbocchi alla stazione. Ciascuna galleria, in corrispondenza degli ingressi/uscite della nuova stazione AV, presenta una sezione più larga per contenere, oltre al binario di corsa, anche il binario di precedenza con la relativa comunicazione e tronchino di sicurezza. Le gallerie a doppio binario di ingresso/uscita della stazione, denominate nel seguito "di precedenza", sono lunghe circa 60 m e si estendono, nel tratto a nord, tra la stazione e il pozzo costruttivo Nord, e nel tratto Sud, tra la stazione AV e la galleria costruttiva Sud (by-pass n°8), che costituisce nell'esercizio dell'infrastruttura un collegamento trasversale tra le gallerie con funzioni tecnologiche.

Completano il sistema delle opere in sotterraneo attinenti alle gallerie naturali, i cunicoli di collegamento per la sicurezza dei passeggeri tra le due gallerie a semplice binario (by-pass), i pozzi di ventilazione e il pozzo di aggettamento.

In questa parte si fornisce un elenco delle gallerie naturali, delle principali opere ad esse relative e un sommario dei principali temi affrontati nella progettazione.

Procedendo da Sud verso Nord la configurazione finale delle gallerie naturali si presenta come segue (le progressive sono riferite al binario pari):

- due gallerie affiancate a semplice binario di sezione circolare di diametro interno di 8,3 m dalla progr. 1+317,76 (imbocco Sud) alla progr. 4+252,00 (inizio galleria di precedenza tratto sud);
- due gallerie di sezione policentrica a doppio binario dalla progr. 4+252,00 (inizio galleria di precedenza tratto sud) alla progr. 4+323,64 (inizio banchina e camerone stazione AV);
- due gallerie di sezione policentrica a doppio binario dalla progr. 4+776,44 (fine banchina e camerone stazione AV) alla progr. 4+838,71 (inizio pozzo costruttivo e di ventilazione nord);
- due gallerie affiancate a semplice binario di sezione circolare di diametro interno di 8,3 m dalla progr. 4+850,91 (fine pozzo costruttivo e di ventilazione nord) alla progr. 6+891,20 (imbocco Nord).

Le gallerie a semplice binario verranno eseguite mediante fresa a pressione del fronte (TBM-EPB), mentre le gallerie a doppio binario verranno scavate con metodo tradizionale, utilizzando la tecnologia del congelamento per il consolidamento e l'impermeabilizzazione del terreno. Con la medesima tecnologia saranno scavati anche i by-pass. Lo scavo delle gallerie naturali con la TBM ha inizio dal pozzo all'uopo realizzato all'imbocco di Campo di Marte, fino al pozzo smontaggio fresa dell'imbocco Nord di Rifredi, già realizzato nell'ambito del precedente appalto. Lo scavo avverrà prima per la canna del binario pari e successivamente, sempre da sud verso nord, per la canna del binario dispari.

Invece, gli 11 collegamenti trasversali (di cui 9 tra le gallerie scavate in meccanizzato) delle due gallerie (by-pass), posizionati a intervalli variabili compresi tra 410 m e 490 m, saranno completati una volta ultimati tutti gli scavi eseguiti con TBM.

Rientrano tra le opere accessorie per l'esercizio e la sicurezza delle gallerie le seguenti costruzioni:

- la camera di sconnessione dei fumi Nord tra le gallerie e la stazione AV, contenente anche gli impianti tecnologici tra le progr. 4+838,71 e 4+850,91 (denominata Pozzo costruttivo e di ventilazione Nord). Essa è costituita da un camerone interrato (indicato in seguito e negli elaborati come pozzo) utilizzato in fase esecutiva per lo scavo delle gallerie a doppio Binario lato Nord in direzione sud (fino a raggiungere il camerone della stazione AV) e per la traslazione delle frese in ripartenza in direzione nord;
- un pozzo di sconnessione dei fumi Sud tra le gallerie e la stazione AV posto in corrispondenza delle gallerie a doppio binario Sud alla progressiva 4+316,84;
- un pozzo di aggotamento acque di piattaforma delle gallerie munito di pompe di aggotamento alla progressiva 3+140,14.

Per la sicurezza degli scavi e la salvaguardia di alcune interferenze sottopassate dalle gallerie a semplice binario sono previsti, inoltre, alcuni interventi di consolidamento da eseguirsi dalla superficie. Si elencano tali interventi procedendo da Nord a Sud:

- consolidamento del terreno mediante trattamenti colonnari dall'alto dello sbocco delle frese a bassa copertura in zona Rifredi (già eseguito);
- consolidamento mediante trattamenti colonnari dall'alto dei fronti del pozzo Nord e del camerone della nuova stazione A.V. tratto sud lato binario dispari, dove le frese sono in entrata ed uscita;
- controllo dei cedimenti mediante iniezioni cementizie (metodo del compensation grouting) per i bastioni murari del monumento storico di Fortezza da Basso;
- controllo dei cedimenti mediante iniezioni cementizie (metodo del compensation grouting) per due edifici posti a circa 100 m dall'imbocco di Campo di Marte;

- consolidamento delle fondazioni della spalla del cavalcavia ferroviario “ponte al Pino” mediante micropali, posto anch’esso a circa 100 m dall’imbocco delle frese;
- consolidamento colonnare mediante jet-grouting del fronte di imbocco delle frese a Campo di Marte (già eseguito).

In coerenza al PEO approvato, i cantieri principali rimangono concentrati nelle aree ferroviarie poste agli imbocchi e nella zona della nuova stazione, il trasporto delle terre è previsto mediante l’uso di treni e le tecniche di scavo scelte assicurano il contenimento dei cedimenti in superficie entro limiti accettabili per la sicurezza e la conservazione delle preesistenze. Come descritto in precedenza, il progetto comprende anche un diffuso monitoraggio in corso d’opera che prevede misure in superficie e sulle opere esistenti allo scopo di dare evidenza ai terzi degli effetti dagli scavi in sotterraneo, di verificare l’efficacia delle tecnologie utilizzate e di prevenire la produzione di danni e disturbi alle opere preesistenti.

8.4. IMPIANTI

8.4.1. Impianti di Stazione

8.4.1.1. Impianto di climatizzazione

L’impianto di climatizzazione è essenzialmente costituito da sistemi distinti, in funzione della temperatura del fluido termovettore impiegato:

- Impianti ad acqua calda (termoventilanti e pannello radiante);
- Impianti ad acqua refrigerata (pannello radiante);
- Impianti collegati all’anello d’acqua di condensazione/evaporazione (pompe di calore polivalenti per UTA aria primaria, UTA locali tecnologici ed impianti terminali ad espansione diretta per uffici e negozi).

Per la produzione di acqua calda è prevista una centrale termica con caldaie a gas metano.

Per la produzione di acqua refrigerata è previsto un gruppo frigorifero condensato ad acqua.

Il controllo della temperatura dell’anello d’acqua è garantito da due scambiatori di calore collegati all’impianto acqua calda e da due torri evaporative a circuito chiuso.

Per la produzione di acqua calda destinata al riscaldamento dell’intero complesso è presente una centrale termica ubicata a quota +46,00, nel lato Sud della Stazione, nell’area denominata Energy Center.

Nel locale centrale termica sono previste tre caldaie ad acqua calda a condensazione, alimentate a gas metano, per una potenzialità complessiva di 5.400 kW (ciascuna caldaia da 1800 kW).

In un locale attiguo è prevista la realizzazione della centrale di distribuzione e pompaggio costituita da pompe di circolazione dei circuiti primari dell’acqua, elettropompe di distribuzione acqua alla rete, collettori di distribuzione, gruppo addolcitore e gruppo dosatore di prodotti chimici e gruppo di riempimento.

I vasi di espansione a servizio della rete, ubicati in un locale apposito posto a lato della centrale, sono del tipo chiuso a membrana, dimensionati in modo da poter consentire un corretto funzionamento della valvola di sicurezza, e non intercettati.

È prevista la produzione di acqua refrigerata per l’alimentazione dei soli pannelli radianti, mediante un gruppo frigorifero con condensazione ad acqua proveniente dell’anello di condensazione.

Il gruppo refrigeratore e le elettropompe del circuito primario e del circuito delle torri evaporative sono posizionati al piano terreno del locale tecnico esterno alla stazione.

Al fine di contenere i livelli di emissione sonora verso l’esterno, il piano primo della centrale frigorifera è previsto completamente circondato da griglie afoniche.

Le pareti del vano tecnico sono rivestite con pannelli afonizzanti realizzati in lamiera zincata, verniciata verso la parete, e microforata verso lato interno, con inserimento di materiale fonoisolante e fonoassorbente in fibre minerali.

8.4.1.2. Impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico della nuova stazione alta velocità di Firenze, della potenza installata di circa 258 kWp, sarà realizzato mediante l'utilizzo di elementi fotovoltaici installati sulla copertura del corpo stazione principale

Il campo fotovoltaico sarà costituito da celle in silicio monocristallino ad alta efficienza, inserite negli elementi di copertura delle n°6 aree ventilate sovrastanti i locali tecnici posti al livello + 55,00. Ciascuna area ventilata, della potenza installata di circa 42 kW, sarà composta da un totale di n°36 elementi di copertura, con numero variabile di celle tra 360 e 380. A loro volta, i singoli elementi di copertura saranno realizzati mediante l'accoppiamento di singole lastre di diversa forma e dimensione. Le singole lastre, costituite da:

- strato superiore in vetro temprato a basso contenuto di ferro;
- strato intermedio costituito dalle celle fotovoltaiche inglobate in film di resina di protezione;
- strato inferiore in doppio vetro di sicurezza con film intermedio in pvb.

Le singole lastre saranno elettricamente connesse attraverso una apposita cassetta di giunzione, nella quale saranno installati i diodi di bypass e gli scaricatori di sovratensione necessari per la protezione e l'ottimale funzionamento del sistema.

La sezione in corrente continua di ciascuna delle sei aree ventilate dell'impianto sarà costituita da 18 stringhe della potenza massima di circa 4700 Wp, ottenute mediante il collegamento elettrico in serie di singole coppie di elementi di copertura.

Le 18 stringhe in c.c. di ciascuna area ventilata saranno attestate a 9 inverter monofasi multi stringa della potenza complessiva unitaria di 5500 Wp, idonei a ricevere il collegamento in ingresso di due stringhe separate.

Le singole uscite in corrente alternata monofase degli inverter saranno poi collegate ad un sottoquadro di area, in modo da generare una singola uscita trifase, in doppio cavo FG18OM16 0,6/1 kV della sezione di 50 mmq verso il quadro principale di bassa tensione fv, ubicato nel locale tecnico dell'impianto fv, situato al livello +46,30.

Il suddetto locale tecnico, oltre al citato quadro bt principale collegato ai 6 sottoquadri di area, ospiterà un trasformatore elevatore 15/0,4 kV della potenza di 315 kVA, isolato in resina epossidica, ed un quadro di media tensione a tre scomparti (unità arrivo con interruttore automatico in SF6 / unità misure tensione con sezionatore e fusibili / unità partenza trasformatore con sezionatore sottocarico) completo di tutte le apparecchiature di comando, protezione e controllo per il collegamento alla rete di media tensione dell'ente distributore, compreso un dispositivo di interfaccia conforme alla normativa CEI 0-16 ediz. 2019 vigente.

L'intero impianto sarà completato dal collegamento in media tensione tra il locale di consegna ENEL e la sezione di arrivo del quadro mt, realizzato in cavo RG26H1M16 12/20 kV 3x1x95 mmq da posarsi entro cavidotto all'uopo predisposto.

8.4.1.3. Impianto di rivelazione incendi

È previsto un pannello centralizzato di gestione allarmi incendio nell'ufficio controllo stazione, con riporto in remoto presso l'unità di controllo indicata da RFI.

Il sistema di gestione allarmi incendio sarà connesso al sistema di supervisione impianti per poter effettuare tutte le operazioni necessarie sugli impianti di condizionamento in caso di incendio. Il sistema di allarme sarà inoltre collegato con il controllo dell'impianto sprinkler per lo stato delle valvole e delle pompe. Il sistema di allarme attiverà anche il funzionamento degli ascensori antincendio.

Il sistema antincendio sarà integrato con un impianto di messaggistica vocale (distinto dal sistema di annunci ferroviari) in grado di trasmettere mediante altoparlanti, messaggi di pericolo anche automatici. Il sistema consente comunque di gestire anche manualmente tramite microfono la gestione delle comunicazioni, dall'ufficio di controllo della stazione.

L'impianto di rilevamento incendi è previsto a copertura delle seguenti aree:

- stazione treni alta velocità: tutte le aree pubbliche e di servizio secondo quanto richiesto dalla pratica dei Vigili del Fuoco;
- stazione treni alta velocità: tutte le aree predisposte per il successivo affitto (il tutto è effettuato a tutela della proprietà);
- stazione treni alta velocità: tutte le aree predisposte per il personale, ovvero uffici, biglietterie, ecc.

8.4.1.4. Impianto antincendio

L'impianto antincendio di Stazione si compone dei seguenti sistemi:

- impianti fissi di spegnimento a idranti, estesi a tutte le aree;
- impianti fissi di spegnimento automatico a pioggia (sprinkler), estesi a tutte le aree interne della stazione fuori terra;
- impianti fissi di spegnimento automatico a gas per le sale di controllo e per le installazioni elettriche essenziali per la sicurezza della stazione;
- impianti localizzati di spegnimento automatico a gas NAF SIII a protezione dei motori di scale mobili/tappeti della stazione;
- Nell'area sotterranea della stazione saranno installati idranti UNI 45 in corrispondenza di ogni scala di sicurezza, sia all'interno sia all'esterno del locale filtro.

Gli idranti UNI 45 interni all'edificio saranno del tipo a muro, a norma UNI EN 671-2; con cassetta in lamiera di acciaio, verniciata a fuoco, con portello in alluminio trattato, inalterabile, con serratura universale in bronzo, vetro frontale; tipo esterno e da incasso; completa di rubinetto idrante in ottone UNI 45; coppia di raccordi UNI 45; legature conformi a norma UNI 7422 con manicotti in gomma copri-legatura; tubazione flessibile in fibra sintetica poliestere, lunghezza 20 m, 45 mm, conforme alla norma UNI 9487; lancia idrica in rame, regolabile, con intercettazione del getto, conforme UNI EN 671-2.

Gli idranti UNI 70 saranno del tipo soprassuolo a colonna; costruzione conforme alla norma UNI EN 14384:2006; con dispositivo di rottura prestabilito in caso di urto accidentale della parte esterna della colonna; completi di valvola di sezionamento e valvola automatica di scarico; dotati di due bocche di erogazione UNI 70, attacchi UNI 810 con tappi UNI 7421 dotati di catenella e attacco di base DN 100, flangiato PN 16 UNI EN 1092-2:1999.

Corpo idrante in ghisa G20 UNI 5007, per temperature maggiori di -10°C; con verniciatura esterna e marcatura secondo UNI EN 14384:2006.

Gli impianti sprinkler verranno installati a protezione delle aree delimitate fuori terra della stazione e saranno del tipo "a umido". Gli impianti avranno origine dalla centrale antincendio ubicata in idoneo locale.

Le reti di distribuzione saranno staffate a soffitto delle aree protette dall'impianto.

Gli erogatori sprinkler saranno distribuiti secondo le indicazioni della norma UNI EN 12845. In corrispondenza dei punti più sfavoriti dei circuiti saranno installati gli attacchi di prova idraulica dell'impianto per i test di verifica di portata e pressione.

Le sale di controllo e per le installazioni elettriche essenziali per la sicurezza della stazione saranno dotate di impianti di spegnimento automatico a gas. Si è scelto di utilizzare come agente estinguente la miscela di Argon e Azoto al 50%, denominata IG-55, per i seguenti motivi:

- sono gas non conduttivi, inodori, ed incolori;
- quando vengono a contatto con le fiamme non danno luogo alla produzione di sostanze di decomposizione dannose e non subiscono alcun tipo di reazione, pertanto ritornano nel circuito naturale dell'atmosfera senza danneggiare l'ambiente.
- consentono un'ottima visibilità durante la scarica, non stratificano e non producono shock termici;

- non danneggiano i materiali più delicati, sono puliti, hanno impatto ambientale nullo (GWPO) e non ledono lo strato di ozono (ODP=0).

Il suddetto impianto di spegnimento a gas IG-55 è costituito essenzialmente da una o più batterie di bombole estruse per alta pressione (300 bar), di grande capacità (80 l), complete di valvola di scarica con gruppo removibile pressostato manometro o semplice manometro e dotate di comando pneumatico di apertura.

Al fine di proteggere tutti i motori delle scale e dei tappeti mobili, è stato previsto un sistema di spegnimento automatico a gas NAF SIII. Il sistema impiega un tubo speciale termoplastico pressurizzato con azoto. In caso di principio di incendio, le fiamme lambiscono il tubo che intercetta il fuoco e, a causa della sua depressurizzazione, apre la valvola che permette all'agente estinguente di propagarsi dagli erogatori predisposti.

L'attivazione del sistema, attraverso dei pressostati, consente anche l'interruzione elettrica dell'apparato protetto con la conseguente segnalazione di "Allarme incendio" per mezzo di un pannello ottico ed acustico.

8.4.1.5. Impianto di scarico

L'impianto di scarico sarà costituito dalle seguenti reti separate:

- rete di scarico acque nere;
- rete di scarico acque usate;
- rete di scarico acque meteoriche.

In generale le reti saranno con scarico a gravità; per gli scarichi sotto quota saranno realizzate delle stazioni di pompaggio e sollevamento.

Le reti di scarico non interrate saranno realizzate con tubazioni in ghisa. Le condotte di scarico delle acque meteoriche incluse nei pilastri in calcestruzzo saranno realizzate in acciaio inossidabile; le reti di scarico interrate saranno realizzate in PEAD (acque nere) o PVC (acque meteoriche).

L'acqua meteorica della copertura della stazione sarà raccolta da canali di drenaggi correnti paralleli ai lati lunghi della stazione; l'acqua sarà scaricata nella rete fognaria comunale, l'eccesso sarà invece condotto al torrente Mugnone.

Le acque nere ed usate saranno condotte con reti separate sino al recapito di fognatura comunale.

Nelle aree commerciali saranno previsti punti di scarico predisposti per future realizzazioni di servizi igienici. Gli scarichi delle cucine delle zone catering saranno realizzati con dispositivi di separazione grassi.

8.4.1.6. Impianto di alimentazione elettrica

Il sistema di alimentazione elettrica della Stazione AV prevede:

- due alimentazioni separate dalla rete ENEL, una in corrispondenza della cabina SUD ed una in corrispondenza della cabina NORD. Le due alimentazioni, in base ai colloqui preliminari con l'ente erogatore, sono una di riserva all'altra;
- un'alimentazione di riserva da RFI proveniente dalla galleria dei treni lato SUD.

È prevista la realizzazione di una rete in media tensione di collegamento tra le due cabine di trasformazione presenti all'interno della stazione costituendo in tal modo un anello in media tensione.

La logica di funzionamento prevede:

- in condizioni ordinarie, alimentazione da una delle due alimentazioni ENEL;
- in condizioni di guasto su una delle alimentazioni ENEL, entra in funzione la seconda alimentazione ENEL da altro cavo primario;
- in condizioni di default di ENEL, entra in funzione l'alimentazione da RFI;
- in condizioni di guasto contemporaneo di ENEL ed RFI sulle tre alimentazioni, entra in funzione l'energia di riserva prodotta dai gruppi elettrogeni per una potenza ausiliaria complessiva pari a 2 MVA (i gruppi

elettrogeni sono inseriti sulla rete di distribuzione in modo da controalimentare, attraverso l'anello di MT, anche la cabina NORD).

Dalla cabina SUD è prevista l'alimentazione delle centrali termica e frigorifera della stazione dei treni.

Nei pressi della cabina SUD, collocata al piano terreno è stato individuato uno spazio a disposizione dell'ENEL per l'eventuale posizionamento delle apparecchiature di gestione dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico collocato sulla copertura della stazione.

Oltre alla energia da Ente Erogatore (normale) e da gruppo elettrogeno (preferenziale) è stato previsto l'impiego di gruppi di continuità (UPS) per i servizi in continuità e per l'illuminazione di emergenza (i gruppi svolgono quindi la funzione di soccorritori).

I gruppi di continuità saranno installati in appositi locali posizionati nei pressi delle cabine di trasformazione SUD (piano terreno) e NORD (piano primo interrato).

Negli stessi locali ove è prevista la collocazione degli UPS, si prevede la posa dei rispettivi armadi batterie del tipo ermetiche senza manutenzione ed idonee per l'installazione in ambienti ordinari.

8.4.1.7. Impianto d'illuminazione

L'illuminazione è prevista con apparecchi illuminanti di varie tipologie e con differenti tipologie di fonti luminose di emissione.

A causa della natura molto particolare di molti spazi della stazione, sono richieste speciali configurazioni ottiche per alcuni apparecchi di illuminazione particolarmente critici. Questi apparecchi di illuminazione sono stati tutti concepiti per impiegare componenti elettrici standard affinché la manutenzione non richieda parti speciali. Tutto ciò che è speciale in questo tipo di apparecchio di illuminazione è la forma e la configurazione dei riflettori interni. La specifica richiede che i sistemi ottici siano costruiti con sufficiente spessore per resistere all'uso, e che siano protetti da parti in ferro dove necessario. I sistemi ottici sono protetti dal profilo architettonico di metallo nel quale essi sono alloggiati. Le pareti in marmo ai lati dei binari e dei mezzanini sono illuminate da apparecchi wallwash fluorescenti lineari. Sebbene la funzione primaria di questi apparecchi continui sia di "lavare" le pareti in marmo, è stato progettato un sistema ottico speciale che recupera parte della luce non impiegata per illuminare le pareti e la piattaforma dei binari. Questo fornisce soltanto un contributo funzionale alla zona di circolazione della banchina ma illumina principalmente la parete. Dato che l'illuminazione della parete è lineare, l'emissione dall'apparecchio è cilindrica anziché sferica. La luce dalla piattaforma è riflessa dalla struttura sopra di essa. Su parte delle piattaforme e dei mezzanini alle estremità della stazione, il volume della stazione stessa si perde. Per evitare il senso di uscita dal volume principale della stazione in un'area scura, è stato aggiunto l'impiego di apparecchi da incasso a soffitto per l'illuminazione delle facciate e per incrementare la brillantezza del pavimento. In successione inversa, "partenza", non deve significare "profondità e oscurità". La paura inconscia di avvicinare la sotterranea oscurità è eliminata dalla luce alla base di ogni discesa e dal fatto che i livelli di illuminazione aumentano ogni volta che il passeggero che parte scende ai binari e sale sul treno.

Siccome la piattaforma centrale non può usufruire di un muro laterale al quale apporre gli apparecchi illuminanti, si è deciso di illuminare il binario per mezzo di dispositivi incassati nel soffitto superiore.

L'illuminazione dei vani scala centrali avviene per mezzo di un doppio sistema: un sistema indiretto illumina la parte alta; mentre, dei wall-washer illuminano la parte inferiore.

Le panchine poste lungo i camminamenti della stazione, oltre a fornire un appoggio per i passeggeri, prevedono, al di sotto delle sedute, un sistema di illuminazione lineare. Questo sistema permette di evidenziare i camminamenti situati tra il piano terra e il livello della piattaforma.

8.4.2. Impianti in galleria

8.4.2.1. Impianto idrico antincendio

L'impianto in oggetto è costituito, essenzialmente, da tre stazioni di pressurizzazione idrica con relativa vasca di accumulo, ubicate in corrispondenza dei seguenti siti:

- Imbocco Nord (area triage);
- By-pass 9;
- Imbocco Sud (Campo di Marte).

Ogni stazione di pompaggio alimenta una porzione di impianto delle due gallerie, con tubazioni correnti interrato nelle due canne. Su dette distribuzioni saranno realizzate tutte le diramazioni che alimentano le cassette idranti UNI 45, disposti in ciascuna delle due canne con una distanza massima tra loro di 50m.

Le reti dell'antincendio saranno del tipo a bassa pressione "acqua morta". Queste reti faranno capo a n° 2 valvole a diluvio, le quali saranno ubicate nelle 3 stazioni di pompaggio, a servizio ciascuna di una porzione di impianto per ogni galleria. Il consenso alle valvole a diluvio che alimenteranno le porzioni di impianto delle due gallerie sarà gestito dall'impianto di controllo generale.

Le stazioni di pompaggio sono ricavate al di sotto del piano di campagna, in appositi vani tecnici con accesso dall'esterno, adiacenti alla rispettiva vasca di accumulo.

All'interno di ogni stazione di pressurizzazione sarà installato, sottobattente rispetto alla vasca, il gruppo di pressurizzazione a servizio della rete idranti in galleria.

La rete idranti si sviluppa quasi interamente all'interno della galleria ed è costituita da due tubazioni in polietilene PN16, una a servizio di ogni galleria posate con calza-guaina di protezione e ricoperte da un getto di calcestruzzo in modo da garantire un'adeguata protezione antincendio. Le tubazioni di alimentazione degli idranti UNI 45, correnti all'esterno del getto di calcestruzzo saranno realizzate con tubazioni in acciaio.

Le due tubazioni di alimentazione delle due gallerie naturali faranno capo a n° 6 valvole a diluvio, ubicate all'interno delle tre stazioni di pompaggio, che alimenteranno ognuna una porzione di impianto. Il funzionamento delle valvole a diluvio sarà attivato da una caduta di pressione nelle porzioni di linee servite previo consenso dal sistema di gestione.

La logica di funzionamento dell'impianto antincendio sarà la seguente:

- segnalazione di incendio in una porzione di una galleria da centro di controllo;
- segnalazione e conferma linea di contatto disalimentata;
- consenso di attivazione delle valvole a diluvio che alimentano quella porzione di galleria da elettrovalvola;
- segnalazione di allarme rilevata da pressostato di allarme riportata a centro di controllo;
- centro di controllo DOTE autorizza la messa in funzione dell'impianto;
- partenza della campana idraulica;
- consenso alla partenza della elettropompa principale da parte del primo pressostato del gruppo di pressurizzazione;
- consenso alla eventuale partenza della motopompa principale da parte del secondo pressostato del gruppo di pressurizzazione (in caso di guasto della prima pompa);
- segnalazione all'impianto di controllo della partenza delle pompe principali.

8.4.2.2. Impianto di pressurizzazione by-pass

I by-pass di collegamento fra le due canne, saranno dotati di appositi impianti di pressurizzazione in grado di mantenere una sovrappressione sufficiente ad impedire l'ingresso dei fumi al suo interno ed assicurare il necessario ricambio d'aria per la permanenza delle persone.

Ciascun by-pass sarà utilizzato, in caso di incendio od incidente in galleria, come via di fuga per i passeggeri.

I by-pass sono di tipo pedonale e dovranno prevedere un sistema di sovrappressione in grado di creare, nel by-pass stesso, una sovrappressione rispetto alla galleria, pari a 50 Pa.

Il by-pass prevede, complessivamente n°4 porte (n.2 lato canna dispari e n.2 lato canna pari), del tipo REI 120 con maniglione antipánico su entrambi i lati, ciascuna di dimensioni 0,9 x 2,0 m;

Tutte le porte dei by-pass saranno del tipo con apertura a 180° (apertura in entrambi i sensi) e meccanismo di autochiusura, con elevato numeri di cicli di apertura e chiusura e resistenza alle alte pressioni riscontrabili in galleria di alta velocità.

Ciascun by-pass è dotato di un sistema di ventilazione in grado di pressurizzare il by-pass stesso rispetto a ciascuna delle due canne, allo scopo di impedire, in caso di emergenza incendio, la propagazione dei fumi dalla canna incidentata verso quella non incidentata.

L'impianto di ventilazione del by-pass prevede l'installazione di n. 1 cassonetto ventilante dotato di n.2 ventilatori assiali reversibili (di cui n. 1 in funzione e n.1 di riserva) installato a soffitto centralmente lungo il by-pass. I ventilatori saranno dotati di serrande motorizzate ON/OFF in modo da evitare ricircoli durante il funzionamento alternato dei ventilatori. Essi saranno dotati anche di canalizzazioni installate verso entrambe le canne (sia binario pari che binario dispari); al termine di dette canalizzazioni, in corrispondenza delle pareti esterne, verranno installate delle serrande tagliafuoco in modo da garantire la compartimentazione tra il by-pass e le canne. Lungo le canalizzazioni, in entrambe le direzioni del flusso d'aria, saranno posizionate delle serrande a gravità che serviranno ad apportare, alla loro apertura, aria pulita all'interno del by-pass. Sulle pareti tra by-pass e canne (sia per il binario pari che per il binario dispari) saranno posizionate delle serrande di sovrappressione per garantire lo sfogo dell'aria in eccesso. Abbinata a dette serrande di sovrappressione, saranno installate delle serrande tagliafuoco in modo da garantire la compartimentazione tra il by-pass e le canne.

8.4.2.3. Impianto di estrazione fumi

I pozzi di ventilazione per l'estrazione dei fumi a servizio di entrambe le canne della galleria sono previsti in quattro punti della linea in oggetto: in corrispondenza dell'imbocco Nord, del Collegamento 9, della Stazione AV e dell'imbocco SUD

Ogni pozzo di estrazione fumi sarà equipaggiato con due elettroventilatori assiali, oltre ad un ventilatore di "riserva". L'azionamento del ventilatore ha lo scopo di creare una depressione, nella zona in cui le due canne si riuniscono, in grado di imprimere una velocità dei fumi tale da garantire l'allontanamento verso l'esterno dei fumi stessi ed evitare il rientro nella canna attigua (non coinvolta nell'incendio).

I ventilatori previsti sono di tipo assiale unidirezionale in corrispondenza degli imbocchi e di tipo assiale bidirezionale in corrispondenza della stazione, adatti per montaggio ad asse orizzontale o verticale, in funzione degli spazi disponibili; a valle dei ventilatori, sono previsti diffusori di raccordo fino alle batterie di silenzianti, previste con lo scopo di proteggere l'ambiente esterno dalle rumorosità interna provocata, in condizioni normali, dal transito dei treni in galleria.

I setti fonoassorbenti previsti dovranno garantire un'attenuazione acustica minima in banda d'ottava, secondo la seguente tabella:

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
Attenuazione (dB)	9	16	30	44	49	49	45	31

Fa eccezione il pozzo di estrazione fumi previsto nell'imbocco di Rifredi nel quale, per esigenze di spazio, i silenzianti sono stati previsti installati a monte dei ventilatori di estrazione.

L'attivazione dei suddetti ventilatori avverrà per mezzo di comando remoto, proveniente dal sistema di gestione (centrale rivelazione incendi).

8.4.2.4. Impianto di rivelazione incendi

L'impianto di rivelazione incendi prevede un sistema di rivelazione nei locali tecnici e nei locali by-pass del tratto ferroviario in galleria, compreso il controllo dei fabbricati tecnologici posti in superficie, in corrispondenza degli imbocchi Nord e Sud.

L'impianto di rivelazione incendio sarà realizzato a protezione dei vari locali a rischio, prevedendo le seguenti tipologie di impianto:

1. rilevazione automatica di incendio e d'ingresso persone nei locali by-pass di collegamento tra le due gallerie, lungo tutto il tratto ferroviario, con attivazione dei relativi allarmi e/o sistemi di ventilazione;
2. rilevazione automatica di incendio all'interno dei locali tecnici posti nel collegamento 9, con attivazione dei relativi allarmi;
3. rilevazione di eventuali allagamenti di acqua all'interno del locale pompe posto al piano ferro del collegamento 9 e dei locali pompe posti agli imbocchi Nord e Sud, con attivazione dei relativi allarmi;
4. comandi manuali di allarme posti in corrispondenza delle uscite dalle zone tecniche del collegamento 9, all'interno di ciascun locale by-pass e di ciascun locale quadri degli impianti tecnologici, con attivazione dei relativi allarmi;
5. rilevazione automatica di incendio all'interno dei locali quadri elettrici a servizio degli impianti tecnologici delle stazioni di pompaggio ed estrazione fumi con attivazione dei relativi allarmi;
6. rilevazione automatica di incendio all'interno del fabbricato tecnologico posto in superficie in corrispondenza degli imbocchi Nord e Sud, con attivazione dei relativi allarmi.

L'impianto di rivelazione incendi del tratto ferroviario in galleria sarà sostanzialmente gestito attraverso una serie di centrali a microprocessore intelligenti, ad indirizzamento individuale, disposte nei fabbricati tecnologici in superficie e nei locali by-pass lungo il tratto ferroviario in galleria a copertura di zone con estensione di circa 1.000/1.200 mt.

Le centrali saranno interconnesse tra di loro attraverso la rete gigabit ethernet, utilizzata per gli impianti di telecomunicazioni per la sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Tra tutte le fibre ottiche presenti nell'anello, una fibra è dedicata esclusivamente al collegamento tra le varie centrali. Ogni centrale sarà connessa allo switch presente all'interno del by-pass nel quale è posizionata la centrale attraverso un cavo FTP cat.6. Tale soluzione consentirà il passaggio dei dati tra le varie stazioni, aumentando la potenzialità di gestione del sistema; e prevedendo la centralizzazione dei controlli in una postazione PC, posta nel locale apparati, da cui si potrà visualizzare l'impianto tramite mappe grafiche, eseguire comandi e gestire i parametri dell'impianto.

Attraverso una adeguata interfaccia di rete sarà possibile, in futuro, rimandare la gestione dell'impianto ad altre postazioni PC remote, tramite l'utilizzo di reti locali LAN/Ethernet e trasmettere via modem telefonico allarmi a postazioni remote, non oggetto del presente progetto.

Le centrali saranno del tipo a 1-2 zone.

Dalle centrali saranno distribuite linee bus dedicate ad anello, con percorso lineare massimo di 850 mt; in corrispondenza dei locali da proteggere saranno realizzate le derivazioni ai vari terminali.

8.4.2.5. LFM

Gli impianti della galleria ferroviaria a doppia canna, e quelli presenti in ciascuna area di triage posta all'imbocco della stessa, saranno alimentati da cabine di trasformazione MT/BT; nella stazione Firenze AV è inoltre prevista un'ulteriore alimentazione, in grado di alimentare contemporaneamente i due tratti di galleria (lato Rifredi, lato Campo di Marte).

Dai quadri BT a 1 kV disposti agli imbocchi e nella stazione Firenze AV, partiranno quattro dorsali a 1 kV, due installate nella canna pari a servizio rispettivamente degli impianti di illuminazione e di quelli di estrazione; le altre due installate nella canna dispari, a servizio rispettivamente degli impianti di illuminazione e di quelli di ventilazione dei by pass e pompe sollevamento.

Quindi, per ogni collegamento (by-pass), saranno previsti almeno tre quadri elettrici, a servizio di:

- illuminazione binario pari;
- illuminazione binario dispari;
- impianti meccanici del by pass (Q Pompe e/o Q Ventilazione).

Detti quadri saranno disposti ogni 250m circa, e alimenteranno, per 125m a destra e 125m a sinistra, i corpi illuminanti della galleria; ciò limiterà in caso di guasto il tratto interessato a soli 125m.

Vista l'interdistanza dei by-pass pari a circa 500m, i quadri elettrici previsti ogni 250m circa che non ricadranno all'interno dei by-pass presenti, saranno alloggiati in apposita nicchia tecnica a parete, posta a circa 250m dai by-pass precedente e successivo, sul lato interno della galleria.

Nella stazione di Firenze AV posta al km ~4+551 (parte di MT ubicata sul marciapiede centrale di stazione lato Nord, parte di BT ubicata banchina dispari lato nord) sarà installato un complesso (cabina) di trasformazione che alimenterà entrambi i tratti di galleria sottesi e, in riserva, la stazione di Firenze AV.

L'alimentazione della cabina sarà derivata con due linee MT a 15 kV, una proveniente dal sistema di alimentazione ENEL della stazione AV e l'altra dal QMT-15kV dell'area di triage di Rifredi (derivata in origine dalla SSE di Rifredi), quest'ultima in riserva della stazione AV (in riserva all'alimentazione normale di stazione).

L'illuminazione dei locali MT e BT all'interno della Stazione AV di Firenze prevede l'impiego di plafoniere stagne IP65 provviste ciascuna di n° 2 lampade da 36W.

L'illuminazione di galleria, atta sia all'individuazione delle vie d'esodo che alle normali situazioni di manutenzione / ispezione od esercizio, è stata prevista mediante l'utilizzo di corpi illuminanti corrispondenti alla "norma tecnica TE 161 Ed.2004 – Specifica tecnica di fornitura apparecchi illuminanti di galleria"; in particolare, sono state in merito l'ubicazione dei corpi illuminanti, si è previsto quanto segue:

1. Ubicazione lampade in Linea
 - a. n°1 con cadenza in linea circa 15 m (si considerano n°16 lampade per caduano QdT P/D)
2. Ubicazione lampade in prossimità di BY-PASS
 - a. n°1 posta alla volta della galleria, in corrispondenza di ogni bypass lato Pari
 - b. n°1 posta entro la volta di accesso, in corrispondenza di ogni bypass lato Pari
 - c. n°1 posta alla volta della galleria, in corrispondenza di ogni bypass lato Dispari
 - d. n°1 posta entro la volta di accesso, in corrispondenza di ogni bypass lato Dispari
3. Ubicazione lampade entro di BY-PASS
 - a. n° 3 poste entro ogni bypass (n° 4 se il bypass è dotato di accessi o vani di collegamento verso l'esterno)
4. Ubicazione in Prossimità delle NICCHIE TECNOLOGICHE
 - a. n°1 posta alla volta della galleria, in corrispondenza di ogni nicchia lato Pari (già compresa in cadenza linea)
 - b. n°1 posta alla volta della galleria, in corrispondenza di ogni nicchia lato Dispari (già compresa in cadenza linea)
5. Ubicazione entro le NICCHIE TECNOLOGICHE
 - a. n°1 posta entro la volta di accesso, in corrispondenza di ogni bypass lato Pari
 - b. n°1 posta entro la volta di accesso, in corrispondenza di ogni bypass lato Dispari

Illuminazione by-pass

Ciascun collegamento tra le due canne della galleria ferroviaria è stato previsto come illuminato esternamente, tramite una lampada rispondente alla specifica tecnica TE 161, detta lampada di riferimento; l'interno sarà illuminato da lampade di tipo analogo, ma di emergenza, poste a parete.

La lampada posta nell'area esterna di ricovero sarà sempre accesa, mentre quelle nell'area interna saranno con accensione comandata da interruttore bipolare/pulsante posto in prossimità delle porte di accesso al collegamento, e quindi alla zona Q.E.

L'alimentazione delle lampade sarà realizzata dal quadro di tratta più vicino ed i cavi dorsali saranno contenuti in canalizzazioni costituite da tubi in acciaio di tipo leggero zincato o inox e scatole di derivazione appositamente introdotte chiamate "PMAE", ubicate ogni 15 m. circa.

L'alimentazione delle lampade sarà realizzata dal quadro di tratta più vicino ed i cavi dorsali saranno contenuti in canalizzazioni costituite da tubi in acciaio di tipo leggero zincato o inox e scatole di derivazione appositamente introdotte chiamate "PMAE" (si consideri rispettivamente, una scatola per cadauna lampada ed una per cadauno pulsante luminoso).

La dorsale sarà interrotta elettricamente ogni 15 m circa, tramite interposizione di giunto isolante; ciò per non dar luogo a correnti vaganti sulle tubazioni stesse.

Le tubazioni e le scatole saranno saldamente fissate a parete ed a soffitto mediante idonei supporti con tasselli ad espansione.

I supporti saranno disposti lungo le tubazioni ogni circa 50÷70 cm.

Illuminazione di sicurezza delle vie di esodo

L'impianto è progettato in maniera tale da consentire, in caso di emergenza, l'illuminazione delle vie di esodo della galleria garantendo un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux medi ad 1 m dal piano di calpestio e comunque assicurando 1 lux minimo sul piano di calpestio.

L'illuminazione delle vie di esodo sarà realizzata mediante plafoniere stagne led da 4 W (conformi alle STF LF162A) installate ad una altezza di circa 2,35m, normalmente spente, potranno essere accese solo a seguito della pressione di uno dei pulsanti di emergenza dislocati lungo la galleria e/o comando di accensione remoto.

L'illuminazione di riferimento sarà realizzata mediante plafoniere stagne led da 4 W sempre accese ubicate mediamente ogni 250 metri.

I pulsanti di emergenza saranno sempre attivi e muniti di LED blu laterali ad alta visibilità sempre accesi e controllati in real-time nel loro corretto funzionamento.

L'installazione è prevista a quinconce lungo i due lati delle gallerie a doppio binario, e consecutiva lungo il lato praticabile della galleria a singolo binario.

Per i tratti di 125 metri, rispettivamente a destra ed a sinistra di ciascun collegamento, le apparecchiature illuminanti saranno alimentate dal rispettivo quadro di tratta, con due distinte dorsali di distribuzione secondaria.

Le due dorsali di distribuzione secondaria degli impianti di illuminazione di sicurezza saranno realizzate con cavi a singolo isolamento, a ridottissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi del tipo FG16OM16 -0,6/1 kV

La determinazione delle sezioni dei cavi BT di alimentazione è stata eseguita tenendo conto di una caduta di tensione massima ammissibile mai superiore al 4% a fine tratto e di una uniforme distribuzione del carico sulla linea.

Le derivazioni alle singole lampade verranno eseguite mediante le scatole PMAE, poste in corrispondenza delle stesse.

Dalla scatola di derivazione, in corrispondenza dell'apparecchiatura, verrà derivato uno spezzone discendente di tubo metallico, di caratteristiche uguali a quelle della dorsale, ma di dimensioni inferiori, che terminerà sul sistema di connessione a presa ad innesto rapido con grado di tenuta IP65, realizzata in materiale plastico termoindurente e autoestinguente, montata sulla base del corpo illuminante.

L'insieme dell'apparecchio e del sistema di connessione elettrica e di smontaggio rapido dovrà essere in grado di sopportare le sovrappressioni e le successive immediate depressioni per almeno 5Kpa, che si genereranno al passaggio dei treni in corsa.

Gli impianti di illuminazione di sicurezza delle vie di esodo, contrariamente agli altri saranno sempre spenti e potranno accendersi soltanto nei singoli tratti interessati di 125 metri a destra ed a sinistra del rispettivo quadro LF di tratta o in tutta la galleria e per tutti e due i binari, a seconda dei casi.

In generale, l'accensione degli impianti potrà avvenire per es. con comando manuale differito dalla specifica postazione o con comando manuale locale in galleria tramite pulsanti.

Il comando manuale in galleria potrà avvenire da uno qualunque dei pulsanti luminosi, previsti in galleria ogni 125 metri, quindi in ciascun nicchione e baricentricamente fra due nicchie contigue oppure da uno qualunque dei pulsanti previsti in ciascun quadro di tratta. Anche i pulsanti LF disposti all'interno della galleria saranno contenuti in scatole PULSANTE LUMINOSO, ubicate ogni 80 m circa e collegate alle tubazioni degli impianti LF mediante scatole di derivazione, tubazioni metalliche e raccorderie, di tipo analogo a quelli descritti in precedenza per le altre parti dell'impianto ed il grado di protezione minimo richiesto sarà sempre almeno IP55

I cavi della linea pulsanti saranno a ridottissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi e resistenti al fuoco del tipo FG16OM16 -0,6/1 kV

Tutti i pulsanti saranno di tipo luminoso, ma per l'illuminazione verranno impiegati degli appositi multi-leds, poiché qualunque tipo di lampada, rimanendo sempre accesa, si esaurirebbe rapidamente richiedendo continui interventi manutentivi per la sostituzione.

Illuminazione di riferimento

L'impianto di illuminazione di riferimento sarà realizzato in modo analogo a quello di sicurezza, ma con un passo dei corpi illuminanti maggiore, pari a circa 250m.

Le lampade sottese al circuito di riferimento, a differenza di quelle sotto il circuito sicurezza, saranno sempre accese.

Tali lampade verranno alimentate dal quadro di tratta in posizione più vicina con un circuito specifico come precedentemente indicato per quelle dei circuiti di sicurezza.

Il cavo di alimentazione sarà del tipo a singolo isolamento ed a ridottissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi e sarà contenuto all'interno delle stesse canalizzazioni dell'impianto di illuminazione di sicurezza.

I corpi illuminanti dell'impianto di illuminazione di riferimento saranno dello stesso tipo dei restanti e avranno gli stessi accessori di quelli utilizzati per l'illuminazione di sicurezza (TE 161).

8.4.2.6. Sistema di comando e controllo

Il sistema STES è un Telecomando Sicuro SIL4 (Safety Integrity Level 4) per la Messa a Terra, in galleria, delle Linee di Contatto (LdC) degli impianti di Trazione Elettrica TE a 3 KVcc.

La LdC viene collegata alla rotaia del circuito di ritorno TE, attraverso i dispositivi bipolari DMBC. La continuità elettrica è verificata con la misura di continuità Sicura da parte dei QCC.

Il sezionamento esterno alla galleria viene eseguito con sezionatori longitudinali (a corna o in quadro estraibili). Il sistema è collegato al PCIE (Posto Centrale Impianti Elettrici) tramite il protocollo IEC60870-5-104.

Lo STES sarà collegato alla rete dati in sicurezza, che è l'anello in fibra composto da due cavi a 32 FO.

I dispositivi di sezionamento a terra DMBC e di misura della continuità QCC sono dimensionati per poter essere chiusi, anche con la linea di Contatto/Feeder in tensione. La chiusura diretta dei sezionatori di terra determina un corto circuito franco tra la LdC (positivo) e la a rotaia (negativo) provocando una sicura apertura degli interruttori extrarapidi di alimentazione della LdC.

Il sistema di sicurezza, una volta chiusi i sezionatori bipolari di terra, dovrà essere bloccato in chiusura (funzione SIL4). Il bloccaggio non deve permettere nessuna manovra sui sezionatori di Terra, neanche con azione forzata.

La fornitura dell'alimentazione, richiesta per ogni uscita di sicurezza e/o pozzo di entrata per i VV.FF., sarà regolata secondo quanto richiesto dal sistema STES, dalle normative e/o specifiche vigenti.

Gli ingressi dei vigili del fuoco possono avvenire dai due imbocchi lato Nord e Sud, e dalla stazione AV di Belfiore.

8.4.2.7. Impianto di telefonia selettiva

L'impianto di telefonia selettiva previsto nel presente progetto esecutivo è un impianto basato sulla normativa TT577-2020 rev.A.

Il sistema di Telefonia Selettiva di RFI è il sistema telefonico fisso dedicato alle comunicazioni operative a servizio della circolazione treni e dell'esercizio ferroviario.

Dal punto di vista logico-funzionale, il sistema di Telefonia Selettiva può essere definito come un sistema telefonico multi circuito costituito dalle seguenti entità logiche:

- Le Utenze Selettive e cioè gli operatori ferroviari (personale), ovvero gli enti ferroviari (segnali, ecc) che vengono dotati di una Postazione Telefonica Selettiva;
- Le Postazioni Telefoniche Selettive, e cioè i telefoni e le consolle fissi, che costituiscono gli apparati terminali del sistema telefonico selettivo;
- I Circuiti Telefonici Selettivi e cioè i circuiti telefonici propri del sistema di Telefonia Selettiva, attraverso i quali le Postazioni Selettive sono interconnesse tra di loro e possono quindi comunicare;
- I Circuiti Telefonici Non Selettivi e cioè i circuiti telefonici che interconnettono le Postazioni Selettive ad altre reti telefoniche (GSM-R, rete automatica FS, PSTN).

Ciascuna Postazione Selettiva è in genere abilitata ad utilizzare più Circuiti diversi (Selettivi o non). Le Postazioni Telefoniche Selettive sono quindi postazioni multicircuito che consentono l'accesso, dal punto di vista funzionale, ai diversi Circuiti tramite i quali la generica Utente può comunicare.

Nella figura seguente è illustrata in sintesi l'architettura di principio del Sistema di Telefonia Selettiva in cui sono riportate le entità sopra elencate.

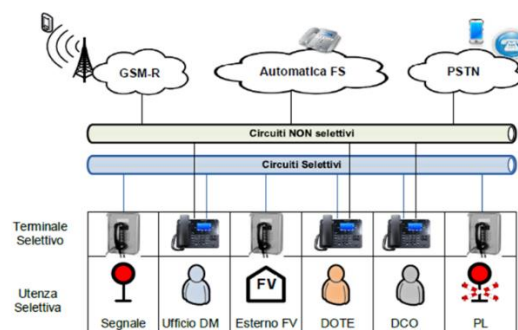


Figura 7 - Architettura Sistema STSV VOIP

L'implementazione del Sistema di Telefonia Selettiva e delle funzionalità ad esso richieste e illustrate nella Parte I deve essere realizzata tramite tecnologia VoIP (Voice over IP). Il Sistema di Telefonia Selettiva, nella sua implementazione tecnologica, è pertanto denominato Sistema di Telefonia Selettiva VoIP (STSV). Il sistema STSV è costituito sostanzialmente dai due seguenti sottosistemi:

- Il sistema telefonico VoIP propriamente detto che realizza l'applicazione di Telefonia Selettiva su IP (STSV);
- La rete di trasmissione IP che ha la funzione di interconnettere i componenti del sistema STSV trasportando sia il traffico dati di fonia e di segnalazione, sia il traffico dati di management del sistema.

L'architettura funzionale è composta quindi sostanzialmente dai seguenti sottosistemi:

- Il sottosistema STSV di Posto Centrale;
- Il sottosistema STSV Periferico;
- La rete IP STSV.

L'architettura centralizzata ha, tra gli altri, lo scopo di ottimizzare il numero di installazioni necessarie per l'implementazione della Telefonia Selettiva sulle linee di RFI. In tale ottica, un unico Sottosistema STSV di Posto Centrale dovrà in genere essere utilizzato per l'implementazione della Telefonia Selettiva su più linee (al limite su tutte le linee afferenti, come gestione della circolazione, al Posto Centrale stesso).

9. STATO REALIZZATIVO DELLE OPERE

La “Convenzione”, stipulata il 28 maggio 2007 tra Rete Ferroviaria Italiana Società per Azioni (“Soggetto Aggiudicatore”), rappresentata da Italferr S.p.A. e l’Associazione Temporanea di Imprese Coopsette Società Cooperativa e Ergon Engineering and Contracting Consorzio Stabile (“Contraente Generale”), ha avuto ad oggetto la progettazione esecutiva (c.d. “PEO”), la direzione lavori e la realizzazione del Passante Ferroviario Alta Velocità del Nodo di Firenze, della Nuova Stazione Alta Velocità e delle opere connesse con la fluidificazione del traffico ferroviario (Scavalco).

Il PEO riguardava, quindi, le opere di seguito riepilogate:

1. opere civili e impiantistiche del Passante A.V.;
2. la Nuova Stazione A.V.;
3. le opere propedeutiche alle opere di cui ai precedenti punti 1) e 2).

In data 10/03/2010 sono stati avviati i relativi lavori e tra gli anni 2010 e 2018 sono state, quindi, realizzate ed eseguite:

- la Nuova stazione AV di Belfiore: paratie a protezione dei manufatti intorno alla Stazione, diaframmi del Camerone, pali di fondazione, scavi di approfondimento e realizzazione del primo solaio;
- il Passante AV: pozzo avvio scavo meccanizzato, trincea di approccio, prima fase delle gallerie artificiali, aria di triage nord;
- il Deposito Definitivo nell’ex miniera di S. Barbara: terminal ferroviario di Bricchette, piazzole per la caratterizzazione del materiale proveniente dagli scavi, area logistica, viabilità di accesso alle piazzole.

Dal 2018 i lavori oggetto di convenzione risultano di fatto sospesi, in quanto l’Appaltatore ad aprile di tale anno ha presentato richiesta di concordato preventivo, successivamente accettata. Ciò ha portato, in data 27/05/2020, RFI e l’Appaltatore alla risoluzione della Convenzione anzidetta.

I successivi capitoli illustrano le opere e le parti d’opera realizzate dal precedente Contraente Generale fino alla sospensione dei lavori avvenuta di fatto nel 2018.

Le principali opere o parti d’opera già realizzate sono di seguito raggruppate:

1. Passante AV, suddiviso in:
 - a. area imbocco Nord “Rifredi”;
 - b. area imbocco Sud “Campo di Marte”;
 - c. gallerie naturali ed opere annesse;
2. Stazione AV;
3. Area di destinazione del materiale proveniente dagli scavi presso l’ex cava di lignite a S. Barbara;
4. By-pass del Torrente Mugnone;
5. Opere di salvaguardia degli edifici;
6. Corridoio Attrezzato;
7. Campi base.

9.1. PASSANTE AV

9.1.1. Area Imbocco Nord "Rifredi"

L'imbocco nord "Rifredi" è costituito essenzialmente dall'opera denominata "Scavalco". Quest'opera, già realizzata ed in esercizio, garantisce il collegamento tra il passante AV di Firenze e la linea AV in esercizio, attraverso lo "scavalco" della "bretella Santa Maria Novella" al di sopra delle due linee "passante merci" e "alta velocità".

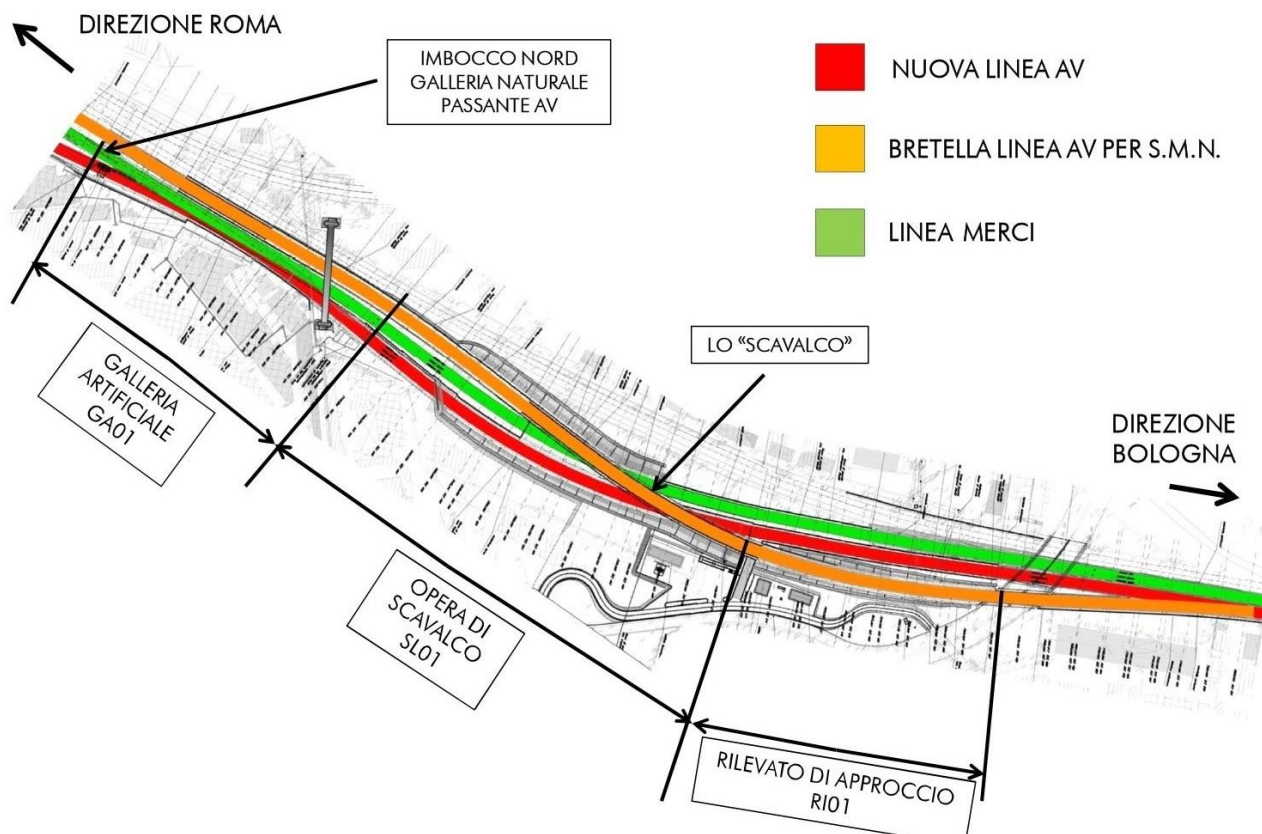


Figura 8 - Planimetria con evidenziate le linee ferroviarie passanti e le aree dello Scavalco e dell'imbocco Nord

Oltre all'opera di "scavalco", messa in esercizio nel 2012, sono state realizzate:

- Il pozzo di smontaggio frese:
- L'area di triage nord, inclusa la rampa di accesso alla galleria artificiale della futura linea AV (Passante AV) e il fabbricato tecnologico (solo opere civili).



Figura 9 - Viabilità area Triage Nord



Figura 10 - Cabina di Media Tensione dell'area Triage Nord



Figura 11 - L'area dello "scavalco" dalla passerella di Via del Sodo

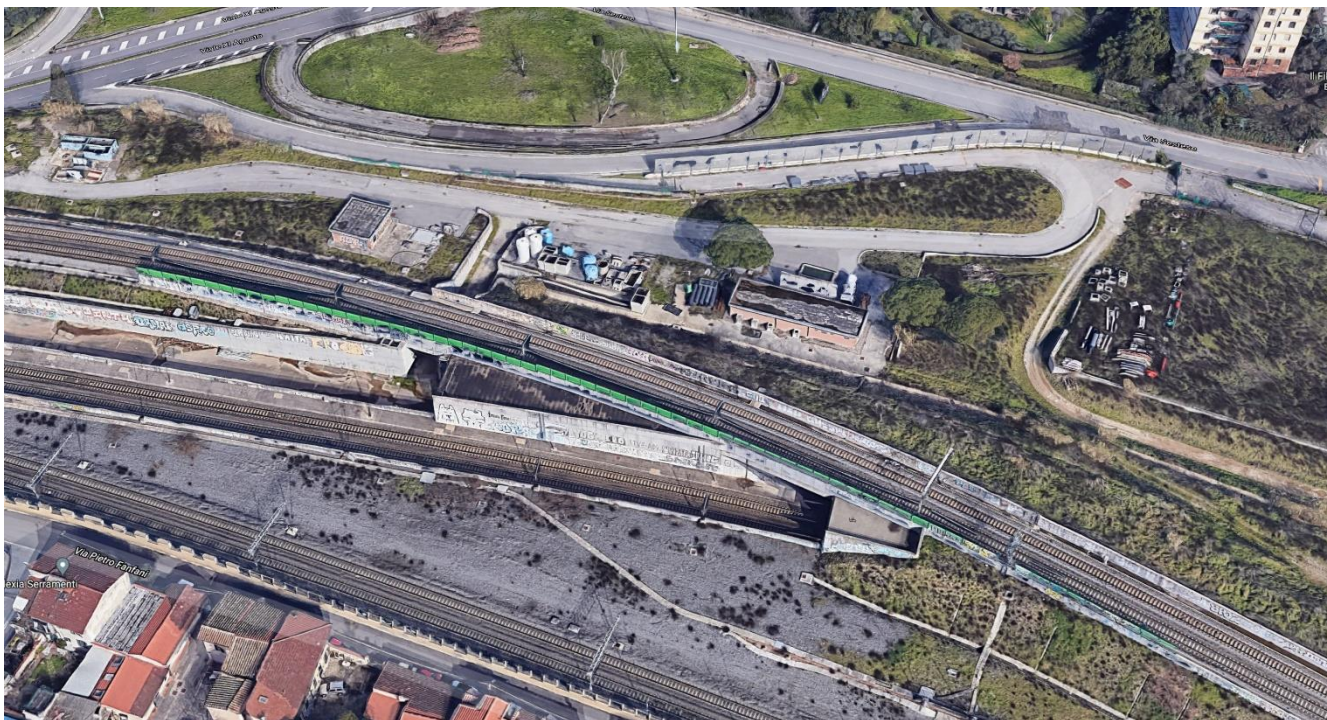


Figura 12 - Area "scavalco"

Rimangono da realizzare:

- il “fabbricato di servizio”;
- il completamento della rampa di accesso per i Vigili del Fuoco;
- il pozzo di ventilazione e di uscita di emergenza;
- le finiture interne della galleria artificiale (marciapiedi e sovrastruttura ferroviaria);
- gli impianti ferroviari;
- le opere di finiture esterne “a verde”.

9.1.2. Area Imbocco Sud “Campo di Marte”

Le opere civili del Campo di Marte sono state realizzate parzialmente.

In particolare:

- GA02 – sono state realizzate le strutture di prima fase del pozzo lancio frese, cioè le strutture necessarie all’installazione ed il funzionamento della TBM: i diaframmi perimetrali, i tiranti di prima fase, i lavori di consolidamento ed i pali radice, il solettone di fondo di prima fase, la rampa di accesso al pozzo e le piazzole di stoccaggio dei conci prefabbricati.
- GA03 – sono realizzati i diaframmi perimetrali e parzialmente la soletta di copertura sulla quale appoggia la struttura di carico dei treni con lo smarino.
- TR01 - sono realizzati i tratti adiacenti alla GA03: le sezioni TR01, TR02, TR03 e parzialmente la sezione TR04.

L’area di cantiere è già pienamente funzionante, come anche il collegamento ferroviario per il trasporto del materiale proveniente dagli scavi delle gallerie. Infatti, è già installato il sistema di nastri per lo smarino del materiale e il caricamento diretto dei cassoni ferroviari.

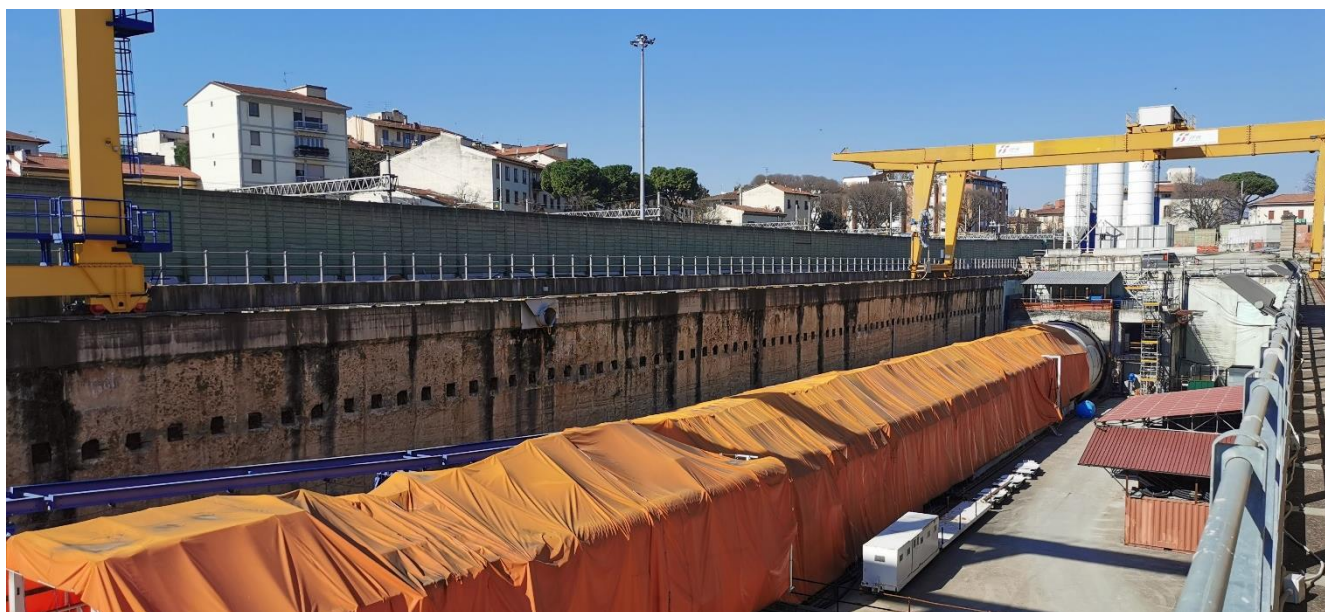


Figura 13 - Area Imbocco Sud: vista in direzione N/O



Figura 14 - Area Imbocco Sud: vista in direzione S



Figura 15 - Pozzo di lancio frese: dettaglio testa frese

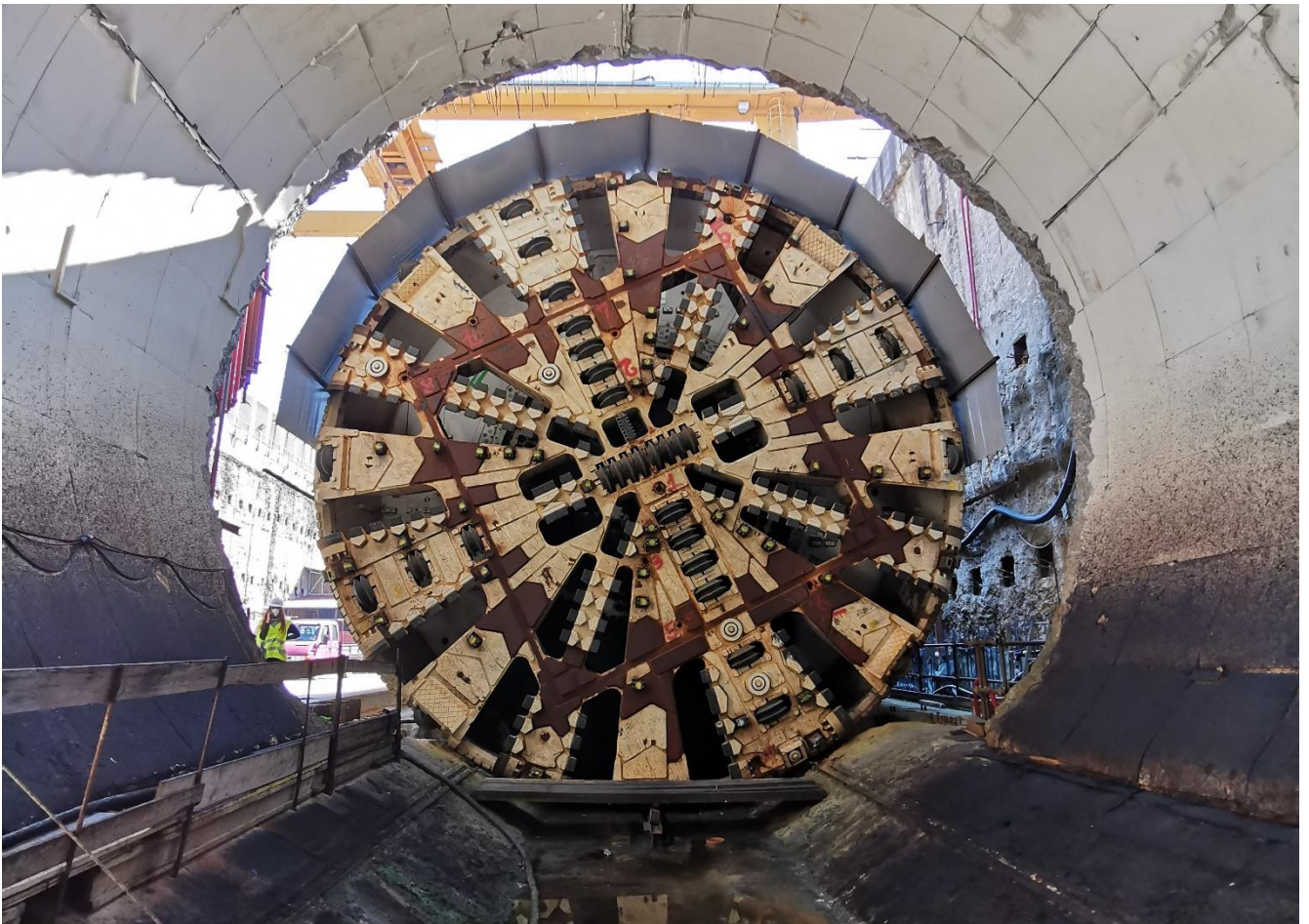


Figura 16 - Pozzo di lancio fresa: testa fresante



Figura 17 - Pozzo di lancio fresa: vista laterale fresa

Di seguito si riportano le opere che devono essere realizzate/completate:

- GA02 – Sono da eseguire le opere di seconda fase del pozzo lancio frese: tiranti di seconda fase, solettone di fondo di seconda fase, la struttura interna, mantenendo /integrando la parte di solettone di fondo già eseguito;
- GA03 – Devono essere completati: la soletta di copertura (dopo che sarà stata smontata la struttura di carico dei treni), lo scavo e la struttura interna della galleria. Completa l'opera anche il sistema di estrazione fumi;
- TR01 – Devono essere completati i muri della parte terminale della trincea: le sezioni TR5, COL, TR6 e TR7, e 25 m della trincea TR4. Sono invece da realizzare completamente le finiture di linea di tutta la trincea (da TR1 a TR7);
- FA01 – Fabbricato tecnologico Sud – da eseguire integralmente;
- FA21 – Fabbricato tecnologico area Triage Sud – da eseguire integralmente;
- RI01 – Allaccio del Passante AV alla linea esistente lato Sud;
- Nuovo PRG di accesso all'area di triage Sud.

9.1.3. Gallerie naturali

Il tratto sotterraneo del Passante AV prevede la costruzione di due gallerie a semplice binario che corrono affiancate nel tratto urbano compreso tra l'imbocco di Campo di Marte (Sud) e quello di Rifredi (Nord), per circa 5100 m interrotte solo dalla nuova stazione AV, in sotterraneo, posta a circa 3000 m dall'imbocco Sud.

Completano il sistema:

- i cunicoli di collegamento per la sicurezza dei passeggeri tra le due gallerie a semplice binario (by-pass), ad una distanza media l'uno dall'altro inferiore a 500 m;
- pozzo disconnessione dei fumi Sud tra le gallerie e la stazione AV posto in corrispondenza delle gallerie a doppio binario Sud;
- un pozzo di accumulo acque di infiltrazione delle gallerie munito di pompe di aggotamento;
- una camera disconnessione dei fumi Nord tra le gallerie e la stazione AV e di alloggiamento impianti tecnologici tra le progr. 4+838.71 e 4+850.91 (denominata Pozzo costruttivo e di ventilazione Nord). È costituita da un camerone interrato (indicato in seguito e negli elaborati come pozzo) utilizzato in fase esecutiva per lo scavo delle gallerie a doppio Binario lato Nord e per la traslazione delle frese in ripartenza.

Ad oggi risultano realizzate le opere provvisorie (diaframmi e puntoni di contrasto) ed i primi 15 m di scavo del pozzo di ventilazione Nord.



Figura 18 - Pozzo di ventilazione Nord

Restano da realizzare:

- completamento Pozzo Nord disconnessione fumi;
- gallerie naturali scavate in meccanizzato e in tradizionale;
- by-pass;
- pozzo aggotamento acque in galleria;
- pozzo di ventilazione Sud e by-pass di collegamento;
- sistemazioni idrauliche in galleria;
- vasca di stoccaggio liquidi inquinanti e vasca di calma;
- impianti ferroviari (incluso armamento).

Gli impianti ferroviari da realizzare consistono nelle seguenti tipologie:

- impianto di ventilazione ed estrazione fumi;
- impianto di drenaggio e sollevamento acqua;
- impianto idrico antincendio;
- impianto luce e forza motrice;
- impianto rilevazione fumi e allarme antincendio;
- Impianti di telecomunicazione;
- impianto antintrusione;
- impianto di trazione elettrica;
- impianto di segnalamento (non previsto in progetto).

9.2. LA NUOVA STAZIONE AV

Attualmente sono realizzate le seguenti opere/parti d'opera:

1. Cantierizzazione e impianti di cantiere.

- a. È stata allestita l'area di cantiere: messa in sicurezza dell'area di cantiere; perimetrazione con recinzioni e barriere antirumore; sono stati installati gli uffici di cantiere ed i dormitori a servizio del cantiere di via Circondaria; sono stati disposti percorsi di accesso e scale di discesa nel camerone.
- b. Sono stati installati alcuni impianti di cantiere: smaltimento acque piazzale, impianto di betonaggio, impianti lavar ruote, impianto di continuità di falda con pozzi di presa lato monte e pozzi di resa lato valle, impianto di emungimento della falda all'interno del camerone per consentire le operazioni di scavo.
- c. Sono in corso attività di mantenimento del cantiere: monitoraggio geotecnico strutturale del camerone e di alcuni edifici, attività di pulizia e bagnatura dei piazzali, controllo della falda, polveri sottili, scarichi in fogna.



Figura 19 - Barriere antirumore



Figura 20 - Impianto di betonaggio



Figura 21 - Impianto di trattamento acque meteoriche

2. Opere civili.

- a. Sono stati eseguiti i collettori fognari Nord – già in esercizio e collaudati, ed il collettore Sud in esercizio, di cui mancano alcune finiture del pozzetto lato valle e alcuni rinterrati.
- b. Sono state eseguite le opere propedeutiche all'esecuzione dei lavori: la paratia 6 lungo il Mugnone, la rampa provvisoria di accesso al parcheggio dell'edificio di Via Zeffirini, le paratie di presidio della Casa dell'Orologio, e le paratie degli edifici ex macelli, è stato infisso sotto la sede ferroviaria lo scatolare pedonale della Fermata Macelli, ed è stata eseguita parzialmente la Paratia 5 antistante gli edifici di Via Zeffirini e Paratia 7 lungo il corridoio attrezzato.
- c. Del camerone sono state eseguite le seguenti parti d'opera: i diaframmi perimetrali, i pali di fondazione, il solaio di prima fase del solaio 00 della stazione comprese le testate, le strutture metalliche provvisorie di sostegno del solaio e sono stati disposti i martinetti di regolazione idraulica del solaio 00.
- d. È stata eseguita la struttura in cemento armato della Rampa Kiss&Ride.
- e. Sono state eseguite le parti di prima fase dell'Energy Centre (parte della soletta di fondazione e pareti perimetrali lato Sud), per consentire la realizzazione del collettore fognario sud, citato precedentemente
- f. Il sottosistema di continuità della falda con pozzi verticali di monte e di valle e correlate pompe;



Figura 22 - Paratia 5



Figura 23 - Rampa Kiss & Ride



Figura 24 - Rampa Kiss & Ride



Figura 25 - Rampa Kiss & Ride

Restano da realizzare:

- il corpo stazione da quota +31, compresa copertura;
- tutte le finiture e gli impianti di stazione;
- le opere esterne limitate alle sole aree delle due testate Nord e Sud.

9.3. AREA DI DESTINAZIONE DEGLI SCAVI PRESSO L'EX CAVA DI LIGNITE A S. BARBARA

L'area di destinazione degli scavi presso l'ex cava di lignite a S. Barbara (AR) comprende le seguenti principali opere civili:

- il raccordo, ovvero il tratto di ferrovia interno al cantiere che conduce allo scalo dei treni;
- il Terminal "Bricchette", ovvero lo scalo dei treni che trasportano il materiale scavato;
- la viabilità e l'area logistica, destinata ad ospitare i baraccamenti a servizio del cantiere;
- le piazzole di caratterizzazione dotate di coperture mobili (n.8).

Le opere impiantistiche che fanno parte del sistema sono:

- impianto di smaltimento e trattamento delle acque del Terminal "Bricchette";
- impianto di smaltimento e trattamento delle acque della viabilità, dell'area logistica e delle piazzole di caratterizzazione;
- impianto di smaltimento e trattamento delle acque dell'area di sedime della collina "schermo";
- impianto di bagnatura piazzole;
- cabina di trasformazione MT/BT;
- impianto elettrico FM, di illuminazione e di terra del Terminal "Bricchette";
- impianto elettrico FM, di illuminazione e di terra della viabilità e dell'area logistica;
- impianto elettrico FM, di illuminazione e di terra delle piazzole di stoccaggio;
- impianto delle coperture mobili.

Tutte le suddette opere sono state realizzate.

Attualmente le piazzole realizzate sono otto. Per tre di queste è previsto un incremento della capienza attraverso la suddivisione in tre baie ciascuna (per un totale di nove baie) e la delimitazione con muri prefabbricati alti 4 metri. È prevista altresì la realizzazione di una decima baia anch'essa coperta. Questo intervento è progettato, ma non realizzato.

Dovranno essere realizzate:

- le nuove piazzole integrative per la caratterizzazione delle terre;
- le reti idrauliche per convogliare le acque provenienti dalle nuove piazzole agli impianti di trattamento;
- la c.d. Collina Schermo, ovvero la sistemazione a rilevato del materiale proveniente dagli scavi ritenuto idoneo, secondo quanto previsto dal PUT, e le relative opere "a verde" e di riambientalizzazione paesaggistica.

La collina si svilupperà longitudinalmente per circa 440 metri parallelamente al terminal ferroviario, frapponendosi tra questo e le sponde del lago Castelnuovo; la larghezza alla base della collina varia da un minimo di 340 ad un massimo di circa 440 metri per un'altezza massima di progetto, rispetto al piano d'imposta, di circa 29 metri. La collina schermo non è stata realizzata.



Figura 26 - S. Barbara: Area Logistica



Figura 27 - S. Barbara: Piazzole di caratterizzazione



Figura 28 - S. Barbara: Piazzole di caratterizzazione



Figura 29 - S. Barbara: Vasca di sedimentazione acque collina

9.4. BY-PASS DEL TORRENTE MUGNONE

Il progetto relativo al by-pass del Torrente Mugnone contiene le seguenti parti d'opera, di queste è riportato lo stato realizzativo:

1. risoluzione interferenze cavi dell'area ferroviaria (Interferenza non risolta);
2. risoluzione interferenza dell'impianto di trazione elettrica della ferrovia (Interferenza non risolta);
3. paratia lungo l'argine del torrente in via della Cosseria (non realizzata);
4. manufatto di imbocco (non realizzato);
5. by-pass, suddiviso in:

- a. concio in opera lato via della Cosseria (non realizzato);
 - b. manufatto a spinta (non realizzato);
 - c. concio in opera lato via Redi (parzialmente realizzato);
6. manufatto di sbocco (realizzato);
 7. deviazione dell'acquedotto preesistente (parzialmente realizzata).



Figura 30 - Area By-pass Mugnone

9.5. OPERE DI SALVAGUARDIA DEGLI EDIFICI

Per la salvaguardia di alcuni edifici, in particolare la Fortezza da Basso, ovvero i due Bastioni Cavaniglia e Rastriglia interessati dal passaggio della TBM, sono previsti delle iniezioni di pretrattamento e successivi trattamenti durante la fase di scavo di entrambe le gallerie. Per questa ragione sono previste 4 aree di cantiere, due per ogni bastione, collegate da una polifora interrata che contiene le tubazioni di iniezione collegate alle pompe situate nei cantieri principali (Cantiere 1 per il Bastione Cavaniglia che alimenta anche il Cantiere 2, e Cantiere 4 per il Bastione Rastriglia che alimenta anche il Cantiere 3); a causa del notevole impatto visivo del cantiere sull'area circostante, si prevedono due fasi distinte di allestimento e smobilizzo, con le seguenti lavorazioni:

Fase 1:

- allestimento cantieri e accessi, comprese le recinzioni di cantiere, potature delle piante interferenti, allestimento silos, baraccamenti;
- realizzazione bonifica ordigni bellici;
- risoluzione interferenze sottoservizi con le aree di cantiere e le polifore;

- scavi e realizzazione trincee di perforazione;
- realizzazione perforazioni suborizzontali e pretrattamento;
- trattamento per passaggio TBM sul binario pari;
- rinterri, ripristino provvisorio delle aree e smobilizzo cantieri.

Fase 2:

- riallestimento cantieri e accessi;
- trattamento per passaggio TBM sul binario dispari;
- ripristino definitivo delle aree e smobilizzo cantieri.

Attualmente è stata eseguita parzialmente la bonifica bellica, e sono state risolte alcune interferenze afferenti alla trincea del cantiere tre e con le polifore di collegamento.

In particolare, le opere finora eseguite riguardano la posa di un tratto delle polifore di collegamento dei cantieri 1 e 2 (a servizio del Bastione Cavaniglia) e 3 e 4 (a servizio del Bastione Rastriglia).

Nell'ambito dei lavori di posa di un tratto della polifora di collegamento dei cantieri 3 e 4, sono state inoltre risolte in anticipo due ulteriori interferenze correlate con lo scavo della trincea in area 3.

Restano da completare le risoluzioni delle censite interferenze e la realizzazione delle opere e degli interventi di consolidamento.

Analogo discorso per quanto riguarda gli interventi di consolidamento della scuola Ottone Rosai e degli edifici lungo via Cittadella e Via delle Ghiacciaie.

Invece, per gli edifici siti presso l'imbocco sud e il ponte Alpino, per i quali è previsto l'intervento di compensation grouting, sono già stati realizzati i pozzi per l'esecuzione di tali interventi e si dovrà, quindi, procedere alle sole iniezioni di miscele e al successivo ripristino delle aree (ritombamento pozzi).



Figura 31 - Pozzo consolidamento Edificio 166: esterno pozzo



Figura 32 - Pozzo consolidamento Edificio 166: interno pozzo



Figura 33 - Aree Fortezza da Basso: Tratto Polifora 3-4



Figura 34 - Aree Fortezza da Basso: Pozzetto sulla polifora tra i cantieri 1 e 2

9.6. CORRIDOIO ATTEZZATO

Come da atti autorizzativi, per l'allontanamento del materiale proveniente dagli scavi e l'approvvigionamento dei materiali da costruzione si dovrà prevalentemente utilizzare il trasporto ferroviario. Per questo motivo è stato già realizzato e messo in esercizio, un corridoio dedicato di collegamento ferroviario tra l'area di intervento per la realizzazione della nuova stazione AV di Belfiore e la linea ferroviaria. Questo percorso è detto "bimodale" perché può essere utilizzato anche da mezzi gommati, tant'è che esso collega non solo le aree ferroviarie della Stazione di Rifredi a Nord e l'area ferroviaria di Belfiore a Sud, ma anche le strade statali in corrispondenza di via Tre Pietre e della zona Belfiore.

Per la realizzazione della stazione e delle adiacenti opere, si dovrà, quindi, utilizzare detta opera che è stata denominata denominata "Corridoio Attrezzato".

Le principali attività e opere comprese nel progetto del Corridoio attrezzato sono:

- attività di cantierizzazione, BOB, Demolizioni (attività completate);
- risoluzione sottoservizi interferenti (attività completate);
- ampliamento sede ferroviaria esistente, compresi muri di sostegno di linea, muro intervia, rilevati ferroviari, idraulica di piattaforma (attività completate);
- interventi di opere civili in zona Rifredi e via Vasco de Gama, viabilità di collegamento tra via Vasco de Gama e l'ingresso al Corridoio Attrezzato da Tre Pietre e interventi zona Belfiore come muri, recinzioni, sagomature marciapiedi, etc. (attività completate);
- sottopasso pedonale Macelli (opera da completare);
- prolungamento sottovia via Circondaria (attività completate);
- paratia 7 a contenimento di un tratto del Corridoio Attrezzato (attività completate);
- lavori di armamento del Corridoio Attrezzato e nello scalo Belfiore (attività completate);

- impianti TE e LFM Corridoio Attrezzato, e impianti TE Scalo Belfiore (attività completate);
- spostamento cavi asta Macelli (attività completata).



Figura 35 - Corridoio attrezzato



Figura 36 - Corridoio attrezzato

9.7. CAMPI BASE

Come noto i lavori sono stati avviati nel 2010, pertanto alla data della loro sospensione (2018) erano già stati installati i campi base rispettivamente di v. Circondaria e Rovezzano.

Il campo base di v. Circondaria è comprensivo di tutti gli apprestamenti per gli operai ed i tecnici (dormitori, uffici, sala riunioni, ecc). Invece Rovezzano è dedicato a soli dormitori.



Figura 37 - Baraccamenti campo base via Circondaria



Figura 38 - Uffici campo base via Circondaria



Figura 39 - Uffici campo base via Circondaria



Figura 40 - Dormitori campo base via Circondaria

In ragione dei lavori da realizzare, sarà comunque necessario ampliare gli apprestamenti di cantiere di v. Circondaria con la realizzazione di nuovi uffici e la mensa.

10. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

10.1. MATERIALI DA COSTRUZIONE

Tutti i materiali previsti progettualmente per la realizzazione delle opere saranno pienamente conformi al D.lgs n.106 del 16 giugno 2017.

10.2. NORME DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, prese a riferimento, sono le seguenti:

- Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni»
- Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2. Ponti e strutture, e relativi allegati (A, B, C)
- Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 3. Corpo stradale, e relativi allegati (A, B, C, D, E)
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- 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
- UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- DECRETO 31 luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici.
- 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, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione; Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2. Ponti e strutture, e relativi allegati (A, B, C)
- Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019 che modifica il regolamento (UE) n. 1300/2014 per quanto riguarda l'inventario delle attività al fine di individuare le barriere all'accessibilità, fornire informazioni agli utenti e monitorare e valuta i progressi compiuti in materia di accessibilità; Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "energia" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 DELLA Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del

Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione;

- Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la "sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 DELLA Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione; Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea, modificato dal: Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 DELLA Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione; UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici. UNI EN 1998-2:2011 Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti. UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI/ENV 1997 - Eurocodice Ec7 per l'ingegneria geotecnica.

10.3. GALLERIE PRINCIPALI

10.3.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

Le gallerie a singolo binario si estendono dal km 1+318 (B.P.) al km 4+252 (B.P.) e dal km 4+851 (B.P.) al km 6+891 (B.P.).

Il rivestimento della galleria verrà messo in opera all'interno dello scudo della macchina di scavo. L'anello è costituito da conci prefabbricati in cls armato (C40/50) di lunghezza media pari a 1,50 m e spessore 0,40 m. Il raggio interno dell'anello è pari a 4,15 m, mentre quello all'estradosso è di 4,55 m. L'anello è costituito da sei elementi più il concio di chiave. Nelle figure che seguono si riporta lo schema dell'anello e la geometria di un concio tipo.

Nel progetto si è previsto di utilizzare un anello di tipo universale. Mediante la rotazione dell'anello rispetto al proprio asse è possibile sfalsare i giunti longitudinali tra i conci e seguire l'andamento piano-altimetrico del tracciato. I conci verranno assemblati all'interno dello scudo e collegati gli uni agli altri mediante bulloni metallici.

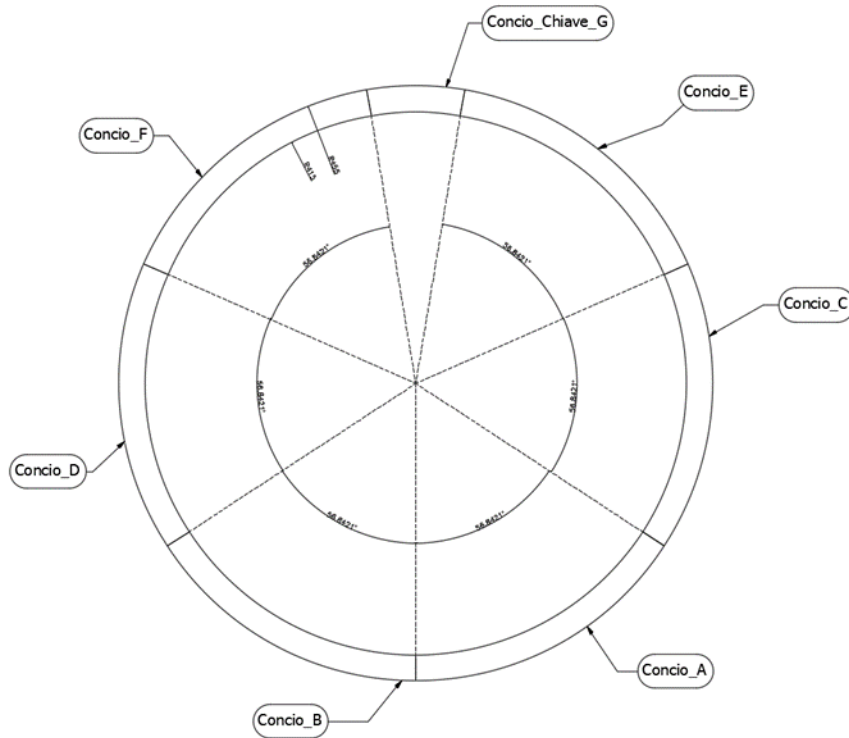


Figura 41 - Schema della struttura di rivestimento per la galleria scavata con TBM

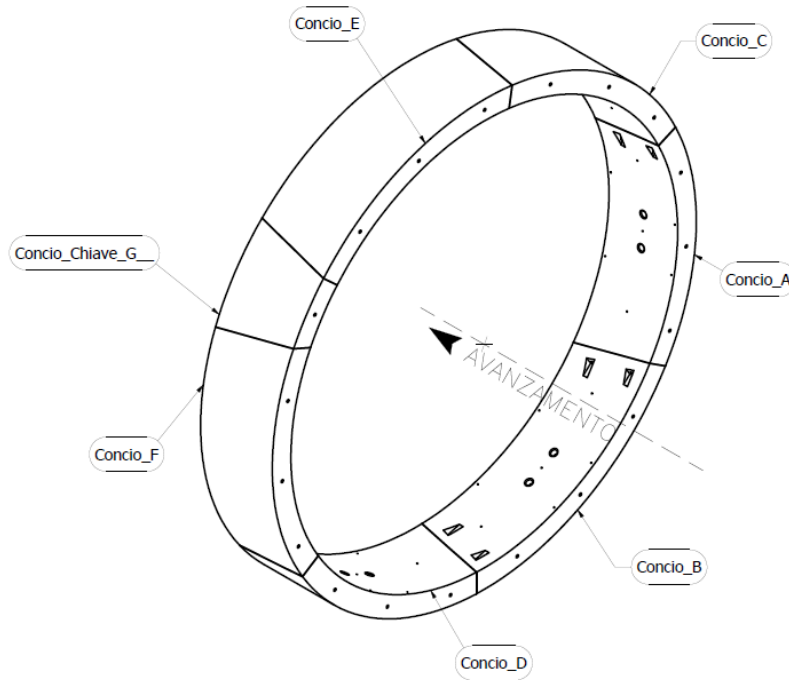


Figura 42 - Anello in conci prefabbricati

Lungo il tracciato delle gallerie sono state individuate cinque "zone" ritenute omogenee per caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geotecniche, di copertura e delle preesistenze (si veda la relazione NF1W.00.E.ZZ.CL.GN0100.001.A):

- Zona 1: dalla progr. 7,770 alla progr. 6,524;
- Zona 2: dalla progr. 6,524 alla progr. 5,354;
- Zona 3: dalla progr. 5,354 alla progr. 3,994;
- Zona 4: dalla progr. 3,994 alla progr. 3,154;
- Zona 5: dalla progr. 3,154 alla progr. 1,324.

10.3.2. Criteri di base per il dimensionamento

Lo stato di sforzo nel rivestimento è stato calcolato in condizioni di deformazione piana, su una sezione verticale ortogonale all'asse galleria. Le analisi sono state condotte facendo riferimento per ogni zona omogenea alle sezioni più gravose in termini di copertura, interasse delle gallerie, posizione della falda, caratteristiche geotecniche delle formazioni attraversate ed eventuale presenza di sovraccarichi sul piano campagna. Nella Tabella 3 sono riportate le principali caratteristiche delle sezioni analizzate.

Sezione	Zona	Progressiva <i>m</i>	Interasse <i>m</i>	H _t <i>m</i>	H _w <i>m</i>	q <i>kpa</i>
5.1	5	1353	18	12	4,7	0 (20)*
5.2	5	2259	19	29,3	17,3	0 (20)*
5.3	5	2813	19	32,2	23,2	200
4.1	4	3253	19	28,7	19,7	0 (20)*
4.2	4	3955	16	17,7	13,7	100
3.1	3	5296	19	21,7	10,7	80
2.1	2	5985	19	18,7	16,7	100
1.1	1	6657	19,6	14,6	11,8	60

Tabella 3 - Caratteristiche delle sezioni di calcolo galleria a singolo binario

H_t = copertura sul piano dei centri

H_w = battente idraulico sul piano dei centri

q = sovraccarico a piano campagna

*: dove non previsto, si considerano ugualmente 20 kPa agenti in superficie

Sulla base della caratterizzazione geotecnica effettuata, le stratigrafie ed i parametri geotecnici (resistenza e deformabilità) assunti nei calcoli per ciascuno dei modelli e delle posizioni di indagine sono riportati nelle tabelle seguenti, in accordo ad un criterio di resistenza di Mohr-Coulomb.

Sezione	stratigrafia di calcolo		γ (kN/mc)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	k ₀ -
	(m)	(terreno)					
5.1	0 - 3	riporti	19	0	30	30	0,5
	3,0 - 15,0	SA - comp. gran.	20	0	35	85	0,426
	> 15,0	SL - comp. coesivo*	20	5	27	100	0,900

Tabella 4 - Sezione di analisi 5.1

Sezione	stratigrafia di calcolo		γ (kN/mc)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	k ₀ -
	(m)	(terreno)					
5.2	0 - 5,0	riporti	19	0	30	30	0,5
	5,0 - 8,0	SA - comp. coesivo	18,5	0	30	35	0,500
	8,0 - 16,0	SA - comp. gran	20	0	35	85	0,426
	16,0 - 32,0	SL - comp. gran	20	0	38	150	1
	> 32	SL - comp. coesivo	20	20	25	150	1,000

Tabella 5 - Sezione di analisi 5.2

Sezione	stratigrafia di calcolo		γ (kN/mc)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	k ₀ -
	(m)	(terreno)					
5.3	0 - 5,0	riporti	19	0	30	30	0,5
	5,0 - 13,5	SA - comp. gran.	20	0	35	85	0,426
	> 13,5	SL - comp. coesivo	20	20	25	150	1,000

Tabella 6 - Sezione di analisi 5.3

Sezione	stratigrafia di calcolo		γ (kN/mc)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	k ₀ -
	(m)	(terreno)					
4.1	0 - 8,0	riporti	19	0	30	30	0,5
	8,0 - 15,0	SA - comp. gran.	20	0	35	85	0,426
	15,0 - 25,0	SF - comp. gran	20	0	38	150	0,384
	> 25	SL - comp. gran	20	0	38	150	1,000

Tabella 7 - Sezione di analisi 4.1

Sezione	stratigrafia di calcolo		γ (kN/mc)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	k ₀ -
	(m)	(terreno)					
4.2	0 - 1,5	riporti	19	0	30	30	0,5
	1,5 - 15,5	SA - comp. gran.	20	0	35	85	0,426
	15,5 - 20,0	SF - comp. gran	20	0	38	150	0,384
	20,0 - 27,0	SL - comp. gran	20	0	38	150	0,384
	> 27	SL - comp. coesivo	20	20	25	150	1,000

Tabella 8 - Sezione di analisi 4.2

Sezione	stratigrafia di calcolo		γ (kN/mc)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	k ₀ -
	(m)	(terreno)					
3.1	0 - 1,0	riporti	19	0	30	30	0,5
	1,0 - 13,0	SA - comp. gran.	20	0	35	85	0,426
	13 - 18	SL - comp. coesivo*	20	5	27	100	0,546
	> 18	SL - comp. coesivo	20	20	25	150	1,000

Tabella 9 - Sezione di analisi 3.1

Sezione	stratigrafia di calcolo		γ (kN/mc)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	k ₀ -
	(m)	(terreno)					
2.1	0 - 2,0	riporti	19	0	30	30	0,5
	2,0 - 10	SA - comp. gran.	20	0	35	85	0,426
	> 10	SF - comp. coesivo	19	3	27	100	0,546

Tabella 10 - Sezione di analisi 2.1

Sezione	stratigrafia di calcolo		γ (kN/mc)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	k ₀ -
	(m)	(terreno)					
2.1	0 - 2,0	riporti	19	0	30	30	0,5
	2,0 - 10	SA - comp. gran.	20	0	35	85	0,426
	> 10	SF - comp. coesivo	19	3	27	100	0,546

Tabella 11 - Sezione di analisi 1.1

γ = peso dell'unità di volume
 c' = coesione efficace
 E' = modulo elastico in condizioni drenate
 ϕ' = angolo di attrito
 K_0 = coefficiente di spinta a riposo

SL – Supersintema del Lago
 SF – Supersintema di Firenze
 SA – Supersintema dell'Arno

Le analisi effettuate si sono basate sulla reale sequenza di scavo, considerando una condizione prima dello scavo delle gallerie (Fase 0), l'applicazione di un sovraccarico a piano campagna (Fase 1), l'azzeramento del campo di spostamenti (Fase 2), l'annullamento della regione di scavo della seconda galleria con l'attivazione degli elementi strutturali del rivestimento (conci). Alle precedenti è stata aggiunta una simulazione dell'azione del sisma attraverso il metodo pseudostatico (vedi Bilotta ed altri).

10.4. GALLERIE A DOPPIO BINARIO

10.4.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

Il progetto del Passante A.V. prevede la realizzazione di due coppie di gallerie a doppio binario per l'effettuazione delle precedenze nella Stazione interrata A.V..

Queste gallerie saranno realizzate in allargo, dopo il passaggio della fresa, nei tratti sud, e in tradizionale, a piena sezione, prima dell'arrivo della fresa nei tratti nord. All'interno della galleria a doppio binario Nord, la fresa stessa verrà tralata, facendola scorrere su un'opportuna sella gettata a supporto dell'operazione.

Per quanto sopra riportato, si hanno due sezioni di calcolo: una sezione a doppio binario "standard" avente una larghezza interna di 11,50 m; una sezione a doppio binario "allargata", tale da permettere la traslazione della TBM, avente una larghezza interna di 13,30 m.

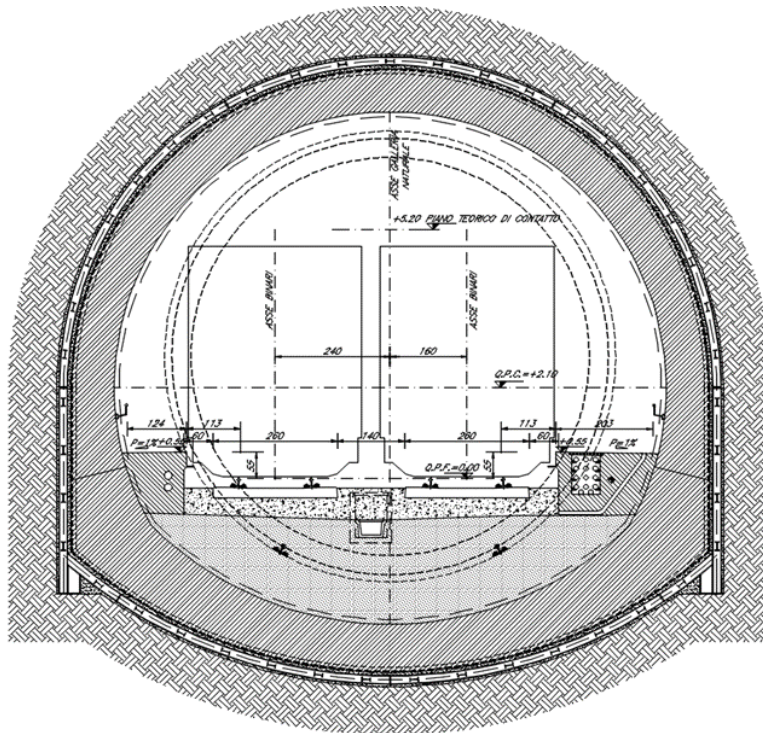


Figura 43 - Galleria a doppio binario "standard"

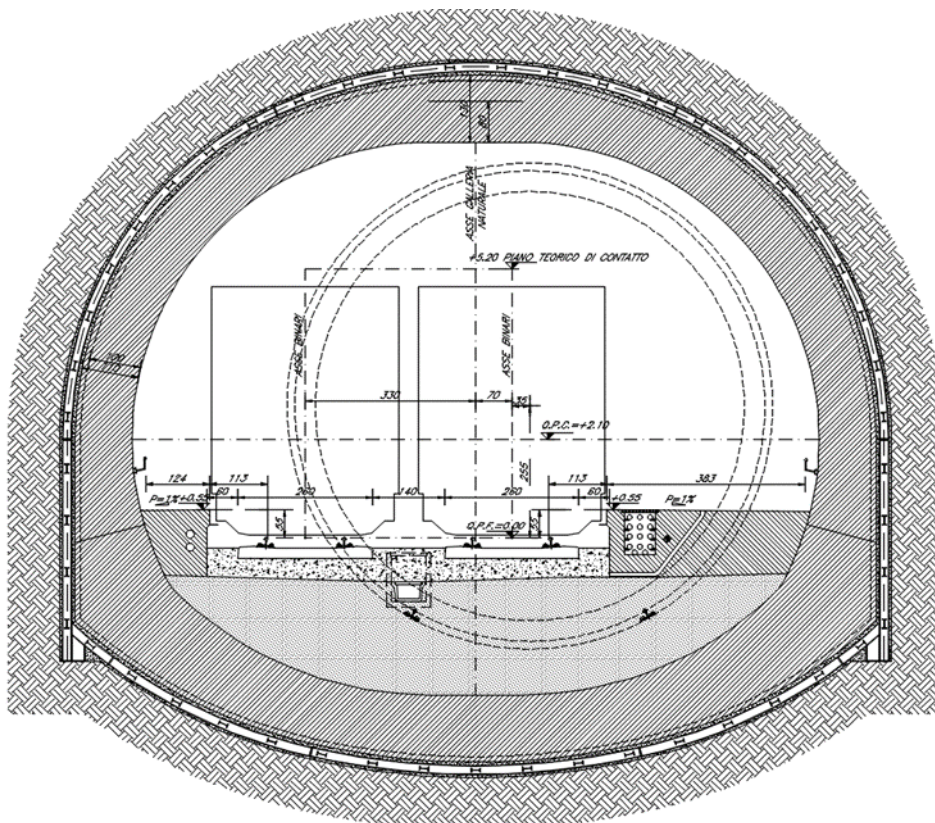


Figura 44 - Galleria a doppio binario "allargata"

10.4.2. Criteri di base per il dimensionamento

Nella tabella successiva sono fornite le principali caratteristiche geometriche e stratigrafiche utilizzate nelle verifiche.

Sezione di calcolo	Galleria doppio B.D e doppio B.P. lato Sud
Profondità dell'asse galleria	$z_o = 23,00$ m
Stratigrafia di calcolo	RIP da 0,0 m p.c. a -6,80 m p.c..
	SA Ghiaie da -6,80 m p.c. a -18,30 m p.c..
	SL > -18,30 m p.c..
Falda	Quota 11,00 m p.c..
Mix design cls	C35/45, XA2, $D_{max} = 26$ mm, S4
Rivestimento di prima fase gallerie doppio binario	Spritz-beton fibrorinforzato spessore 0,30 m + centine 2 IPE 180/1,50 m
Rivestimento definitivo gallerie doppio binario	Arco rovescio in c.a. spessore 1,00 m Calotta e piedritti in c.a. spessore 0,80 m

Sezione di calcolo	Galleria doppio B.D e doppio B.P. lato Nord (camera di manovra)
Profondità dell'asse galleria singolo binario	$z_o = 19,7$ m
Stratigrafia di calcolo	RIP da 0,0 m p.c. a -1,30 m p.c..
	SA Limo da -1,30 m p.c. a -3,30 m p.c..
	SA Ghiaie da -3,30 m p.c. a -14,30 m p.c..
	SL > -14,30 m p.c..
Falda	Quota 8,50 m p.c..
Mix design cls rivestimento definitivo	C35/45, XA2, $D_{max} = 26$ mm, S4
Rivestimento di prima fase gallerie doppio binario	Spritz-beton fibrorinforzato spessore 0,30 m + centine 2 IPE 180/1,50 m
Rivestimento definitivo gallerie doppio binario	Arco rovescio in c.a. spessore 1,00 m Calotta e piedritti in c.a. spessore 0,80 m

Tabella 12 - Caratteristiche geometriche e stratigrafiche delle sezioni di calcolo analizzate

Al fine di tener conto della sequenza di lavorazioni da svolgere per le gallerie a doppio binario, sono state considerate 19 fasi di calcolo per le gallerie Sud e 17 per le gallerie Nord.

10.5. COLLEGAMENTI TRASVERSALI (BY-PASS)

10.5.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

I cunicoli di by-pass saranno realizzati in modo da collegare le due gallerie ferroviarie lungo tutto il loro sviluppo, ad una distanza media l'uno dall'altro inferiore a 500 m, come indicato dal DM 28/10/2005 (All. II-parte I, p.to 1.3.5). Sono previsti 5 cunicoli nel tratto compreso tra Rifredi e la Stazione AV, e ulteriori 6 tra la Stazione AV e Campo di Marte.

La sezione prevede un calpestio di 5,00 m, così dimensionato per rispettare i 3,00 m liberi per l'esodo dei passeggeri ed accogliere gli impianti di galleria, e un'altezza in calotta di 3,80 m.

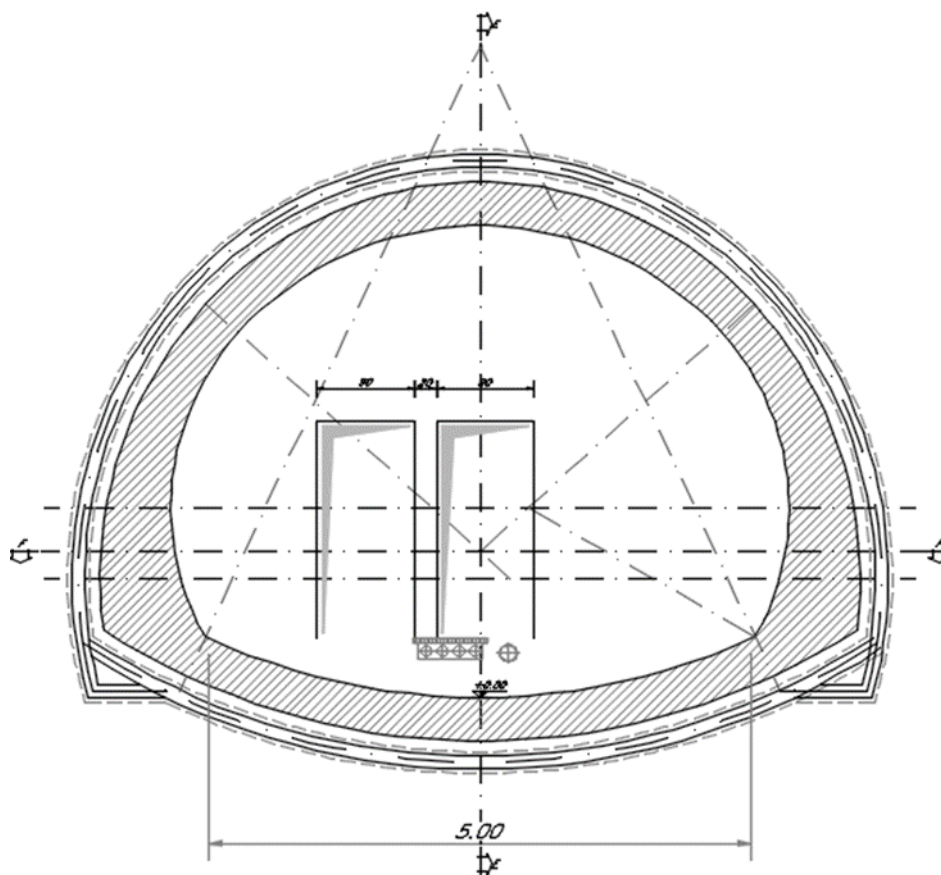


Figura 45 - Sezione trasversale bypass

10.5.2. Criteri di base per il dimensionamento

La verifica viene condotta per il Bypass n°5, posto alla progressiva 2776,000 B.P. in cui le coperture delle gallerie di linea raggiungono il valore massimo pari a circa 26 m. In tal modo è stato possibile estendere le risultanze delle analisi anche agli altri by-pass.

Nella tabella successiva sono fornite le principali caratteristiche geometriche e stratigrafiche utilizzate nelle verifiche.

Sezione di calcolo	Bypass n°5
Profondità dell'asse canne di linea	$z_o = 30,5$ m
Stratigrafia di calcolo	RIP da 0,0 m p.c. a -4,00 m p.c..
	SA Limo da -4,00 m p.c. a -12,00 m p.c..
	SL > -12,00 m p.c..
Falda	Quota 11,00 m p.c..
Mix design cls rivestimento definitivo	C35/45, XA2, S4, $D_{max}=26$ mm
Rivestimento di prima fase bypass	Spritz-beton fibrorinforzato spessore 0,20 m + centine HEB 160/1,00 m
Rivestimento definitivo bypass	Calotta e piedritti in c.a. spessore 0,60 m Arco rovescio in c.a. spessore 0,70 m

Tabella 13 - Caratteristiche geometriche e stratigrafiche della sezione di calcolo analizzata (Bypass n°5)

Ai fini delle analisi svolte, è stata considerata la fustica d'esecuzione dei bypass.

10.6.2. Criteri di base per il dimensionamento

Ai fini del dimensionamento e della verifica degli elementi, è stata analizzata la sezione trasversale e la sezione longitudinale del pozzo.

Per ogni sezione sono stati analizzati tre sub-modelli distinti per il sistema di vincoli esterni:

1. un modello con vincoli costituiti dall'appoggio continuo della platea su terreno con un modulo di Winkler calcolato per ogni sezione, un vincolo alla traslazione orizzontale posto al centro della suola di fondazione e due vincoli alla traslazione verticale e orizzontale posti all'estremità superiore dei piedritti. Tale modello schematizza la situazione generale;
2. un modello uguale al precedente ma senza l'appoggio continuo della platea su terreno. Si utilizza tale modello per le combinazioni di carico che provocano una deformazione della suola di fondazione verso l'alto: in tali condizioni le molle risulterebbero tese e darebbero un contributo alla resistenza su cui in realtà non si può far conto. La situazione è dovuta alla sottospinta della falda;
3. un modello con vincoli costituiti dall'appoggio continuo della platea su terreno, un vincolo alla traslazione orizzontale posto al centro della suola di fondazione e due vincoli alla traslazione orizzontale posti all'estremità superiore dei piedritti. Su questo modello vengono applicati anche una quota dei carichi permanenti e variabili provenienti dalla soletta superiore.

In ragione delle modalità esecutive del pozzo e della necessità di non ultimare la configurazione finale, provvista delle due solette di copertura, sono stati considerati modelli distinti per simulare sia la configurazione provvisoria che, naturalmente, quella finale.

10.7. GALLERIA ARTIFICIALE – GA02

10.7.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

Il tratto in esame, posto tra le progressive 1+318,97 e 1+118,91 (B.D.), coincide, in fase di costruzione, con il pozzo di montaggio delle frese. In fase di esercizio, presenta una sezione scatolare con due canne laterali di larghezza netta 10,40 m, destinate al passaggio della linea AV/AC, e una canna interna di servizio avente una larghezza di 4,00 m. La larghezza della galleria artificiale è pari a 28,8m; l'altezza, misurata da intradosso del solettone di fondo ad estradosso della soletta di copertura, risulta variabile da 16,02m (concio 1) a 11,60 m (concio 6).

Nel tratto iniziale del pozzo, a partire dalla progr. 1+194,76 fino all'imbocco della galleria naturale (conci 1, 2, 3 e 4) al disopra della galleria ferroviaria, viene realizzato un secondo livello destinato ad ospitare un parcheggio interrato. La soletta di copertura del parcheggio, avente altezza di 1,0 m è sostenuta lateralmente da pareti di spessore 0,5m ed in campata, sugli allineamenti delle pareti centrali, mediante coppie di setti 3,8mx0,6m disposti ad interasse di 8,8m. In corrispondenza dei conci 1 e 2 sono realizzate le opere di accesso al parcheggio costituite da corpi scala, nuclei ascensore ed una rampa centrale di accesso per autoveicoli nel concio 3. A ridosso della sezione di testata sono realizzate le rampe di accesso dei vigili del fuoco.

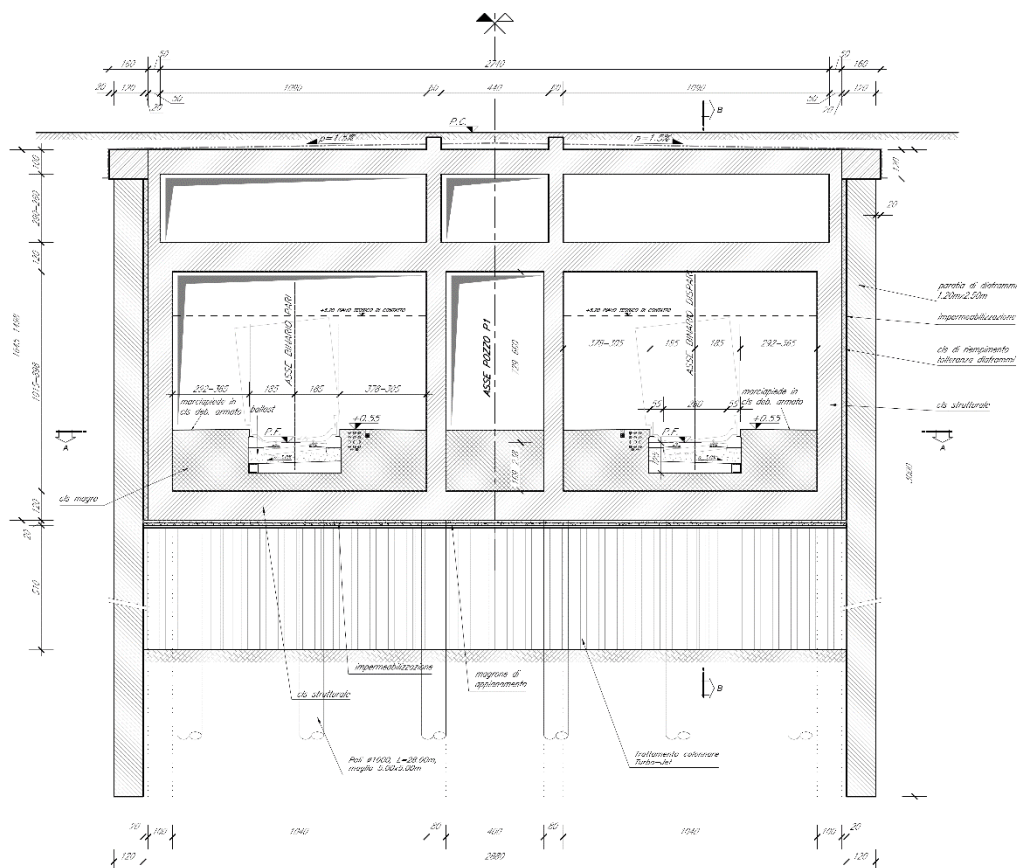


Figura 47 - Sezione trasversale GA02

10.7.2. Criteri di base per il dimensionamento

Ai fini del dimensionamento delle strutture sono stati identificati 3 modelli che considerano il peso proprio degli elementi strutturali, i carichi verticali permanenti e variabili presenti sugli orizzontamenti di piano, la spinta idrostatica della falda, tenendo conto delle possibili escursioni di progetto, l'azione sismica e l'azione dell'urto da traffico ferroviario.

I tre modelli si riportano di seguito:

MODELLO A

Modello unifilare rappresentante la sezione trasversale tipica del concio in esame. Il modello semplifica la struttura ad elementi travi-pilastri su cui sono applicati i carichi statici, le azioni sismiche e il contributo della dilatazione termica. In questo modello è possibile implementare il contatto non lineare (resistente solo a compressione) con il terreno o i diaframmi. Le armature che derivano da questo modello a comportamento piano, sono quelle trasversali e, in parte, quelle a taglio.

Con questo modello si verificano le sezioni con o senza la presenza dei pali radice, i quali sono stati considerati come opera provvisoria.

MODELLO B

Gli elementi strutturali (setti, solette) vengono rappresentati nel modello mediante maglie di elementi a 4 nodi, soggette all'analisi dei carichi statici e con il contributo della variazione termica.

La rappresentazione del contatto fondazione-terreno consiste in una piastra su suolo elastico alla Winkler e pali radice, dove presenti.

Le armature determinate dal modello piano (A) vengono verificate anche in questo modello tridimensionale e vengono determinate le armature longitudinali necessarie.

MODELLO C

Le armature precedentemente determinate vengono verificate nella combinazione di carichi eccezionali da considerarsi, quali:

- Incendio, rappresentato considerando la perdita di copriferro e di armatura esterna;
- Urto da traffico ferroviario; rappresentata come forza concentrata applicata ai setti correnti lungo i vani ferroviari.

Il sistema di riferimento globale adottato è di tipo cartesiano ortogonale destro con l'asse delle X orientato secondo la direzione longitudinale della sezione e l'asse verticale Z orientato positivo verso l'alto.

Per i conci 3, 4 e 5 è implementato il solo modello unifilare (A) di dimensionamento e verifica dell'armatura trasversale poiché la struttura e le condizioni di carico confermano la continuità dell'armatura longitudinale come verificata nei conci precedenti. Per tali conci si esegue anche la verifica in condizione eccezionale considerando l'azione dovuta all'incendio.

10.8. GALLERIA ARTIFICIALE – GA03

10.8.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

La galleria artificiale in esame si estende tra le progressive 1+013,78 e 1+117,74 (B.P.).

L'opera è costituita da due paratie esterne, costituite da diaframmi affiancati di lunghezza pari a 25 m, e da una fila centrale di diaframmi di lunghezza pari a 15 m, posti ad interasse 7,5 m. Le tre file di diaframmi sono collegate in testa dalla soletta di copertura della galleria di spessore 1,20 m gettata, prima dello scavo, sopra predalles aventi funzione di cassero a perdere. La parte interna prevede la realizzazione di controfodere dello spessore di 60 cm in corrispondenza dei diaframmi esterni e di 30 cm in corrispondenza di quelli interni, mentre la soletta di base ha spessore di 1,00 m.

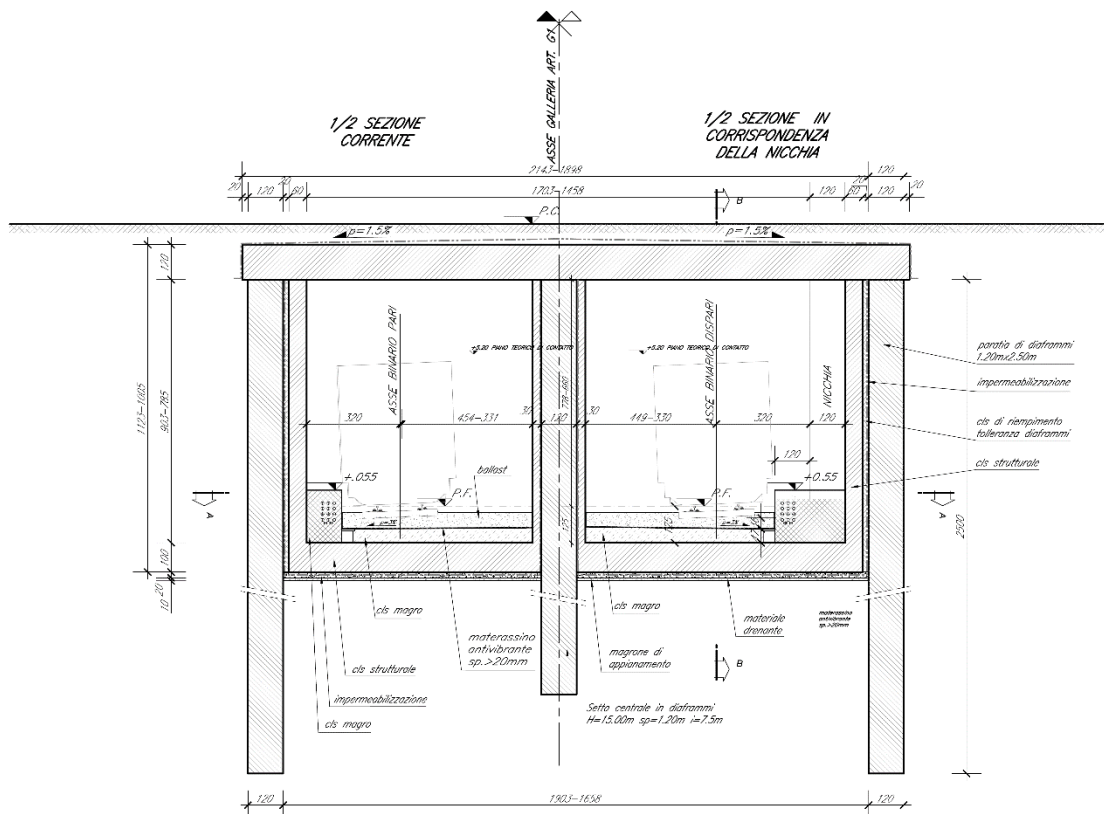


Figura 48 - Sezione trasversale GA03

10.8.1. Criteri di base per il dimensionamento

Le azioni considerate per il dimensionamento delle strutture sono costituite dal peso delle opere di sede dei binari A.V. della galleria artificiale, dal carico ferroviario, dal ricoprimento, dal carico variabile in copertura e dalla spinta idrostatica della falda.

Gli elementi della struttura scatolare sono stati modellati come aste rettilinee monodimensionali, connesse in corrispondenza dei nodi d'estremità. La presenza dei diaframmi è stata schematizzata con l'introduzione di vincoli elastici e sollecitazioni, determinate dai modelli di calcolo utilizzati per l'analisi dei diaframmi, in grado di simulare l'interazione terreno-struttura, seguendo l'evoluzione delle fasi costruttive.

10.9. STAZIONE AV

10.9.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

La Stazione AV è composta da una parte interrata ed una fuori terra composte nel modo seguente:

- Camerone della Stazione AV (interrato): include le banchine della stazione con i servizi ad esse connessi, le aree di transito dei livelli sotterranei, il solaio del piano terra e una parte del solaio del livello 01 lato Sud nonché le aree fra il camerone della stazione e la struttura del Mugnone (Energy Center). Sono inoltre incluse numerose strutture di sostegno esterne.
- Parte fuori terra della Stazione: include le zone commerciali, gli uffici e i locali tecnici del piano terra, i livelli 01 e 02 e la copertura.

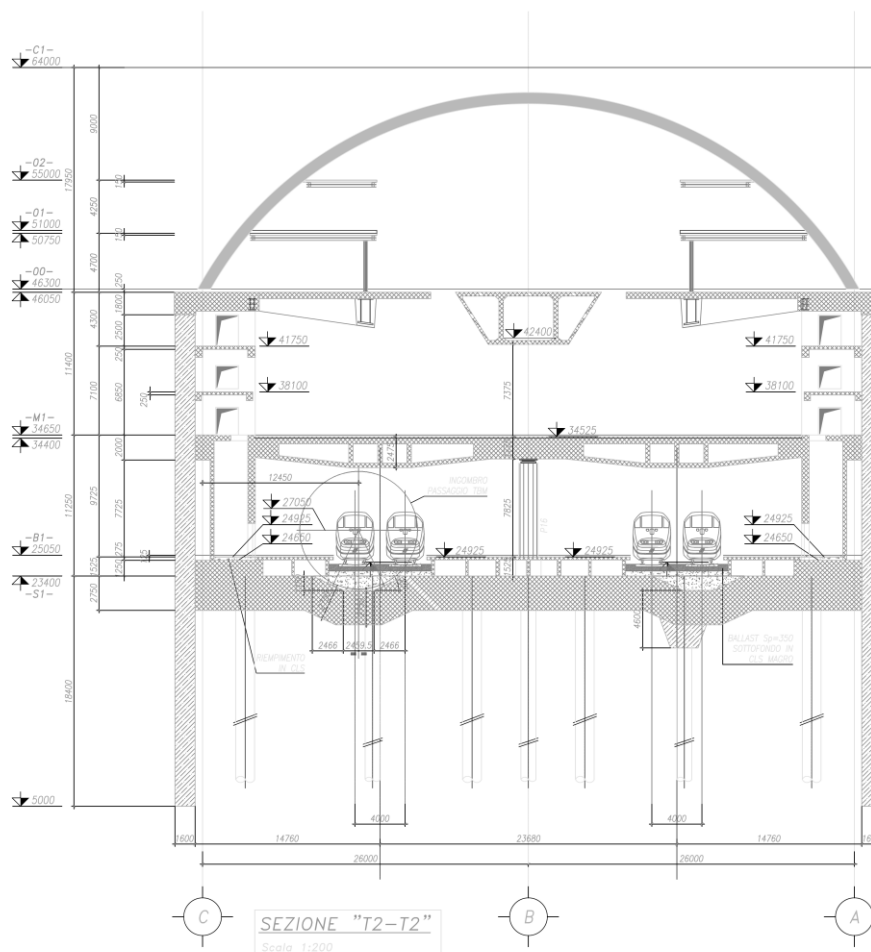


Figura 49 - Sezione trasversale Stazione AV

10.9.1.1. Diaframmi Camerone

Il camerone di Stazione è realizzato per mezzo di diaframmi perimetrali aventi la funzione di contenimento, sia durante i transitori di costruzione, sia durante l'esercizio della struttura. Sono formati da moduli scavati e gettati in opera di spessore 160 cm e larghezza di 250 cm (primari) e 270 cm (secondari) per una lunghezza di 40 m compresa la trave di correa cui sono collegati in testa. Si sviluppano lungo tutto il perimetro del camerone che ha dimensione in pianta di $\approx 454 \times 52$ m. Lo scavo previsto per raggiungere il sedime del sistema fondale è di 25,5 m (da quota 46,00 m slm a quota 20,50 m slm). I diaframmi di testata, nelle aree interessate dal passaggio della TBM sono armati con barre in vetroresina al fine di permettere ed agevolare le operazioni di demolizione. Essi sono già stati realizzati dal Contraente Generale in seno al vecchio appalto di lavori.

10.9.1.2. Solai e travi del livello B1 (banchina)

La banchina è costituita da solai in calcestruzzo armato gettati in opera mediante l'impiego di predalles prefabbricate di spessore 5 cm. Lo spessore totale del solaio risulta essere quindi 25 cm (predalles comprese), con l'armatura principale ordita nel verso perpendicolare alla direzione dei binari.

I solai poggiano su dei setti verticali in calcestruzzo armato gettato in opera di altezza pari a 1,4 m e incastrati alla base nella superficie della platea mediante dei ferri di ripresa, realizzati con cassette di tipo "Halfen" in modo da non intralciare il cantiere. Anche il setto a contatto con il terreno su cui poggiano i binari è realizzato in opera e connesso alla base. Tale ciclo di costruzione della stazione consente di costruire le banchine al termine dei passaggi delle TBM, evitando così il problema dell'interferenza della banchina con la TBM stessa.

I setti verticali sono collegati ai solai sovrastanti mediante ferri di ripresa in modo da garantire una continuità del getto e quindi vincolare alla traslazione orizzontale i solai stessi.

10.9.1.3. Sistema di setti e travi cuscino

Il sistema di setti verticali, denominati Fin Beam, e travi cuscino è preposto principalmente ad assorbire le spinte orizzontali che il terreno genera sui diaframmi longitudinali a livello M1 (+34,65 m) e a trasferire le stesse ai solai (Platea e PT) cui i Fin Beam sono vincolati.

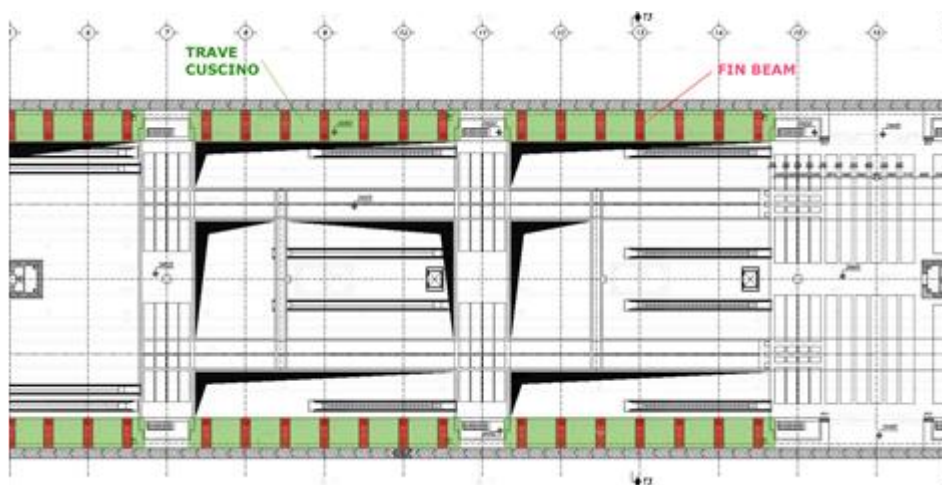


Figura 50 - Camerone – Pianta livello Mezzanino – Stralcio picchetti 5-17

Oltre all'azione orizzontale trasmessa dalle paratie, i Fin Beam sostengono i carichi verticali del solaio che insistono nelle rispettive aree di influenza; il loro comportamento è pertanto riconducibile a quello di travi presso-inflesse.

La Trave Cuscino del Mezzanino è anch'essa in c.a. e collega tra loro i Fin Beam: essa lavora nel piano orizzontale per la spinta del terreno e in quello verticale per i carichi e i sovraccarichi che vi insistono sopra.

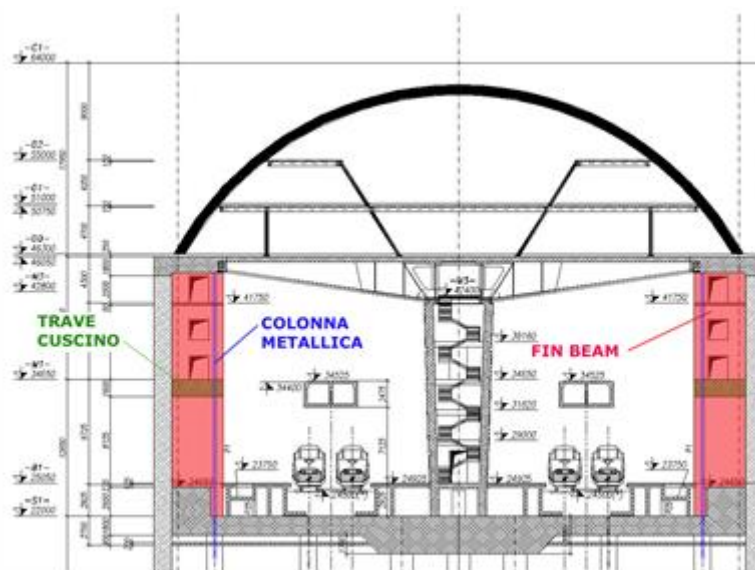


Figura 51 - Camerone-Sezione trasversale

10.9.1.4. Solai e travi del livello M1 (Mezzanino)

La struttura del Mezzanino è costituita da un impalcato in c.a. di pianta rettangolare compreso tra le due pareti longitudinali del camerone tra i fili 15 e 23 di estensione longitudinale di 110 m ed estensione trasversale di 50 m, con estradosso posto a quota 34,4 m.

Alle estremità dell'impalcato centrale si dipartono passerelle longitudinali che afferiscono a ponti trasversali.

Complessivamente la struttura presenta due assi di simmetria, intorno all'asse longitudinale del camerone ed intorno al filo 19.

L'impalcato centrale

Gli orizzontamenti sono sostenuti lungo l'asse centrale, da corpi scala passanti e da colonne circolari che si interrompono all'intradosso dello stesso, ed in prossimità delle pareti laterali da due ordini di colonne rettangolari e da corpi scala che, in genere, si interrompono anch'essi all'intradosso del solaio. In genere, tali strutture non ricevono azioni orizzontali dall'impalcato; in particolare, l'impalcato afferisce ai corpi scala centrali, in semplice appoggio, essendo planimetricamente disgiunto da questi.

L'impalcato centrale costituisce elemento di contrasto alla spinta delle terre sulle pareti longitudinali sia in esercizio che in fase di costruzione: l'adozione del sistema costruttivo top-down, infatti, utilizza in genere, quali elementi di contrasto, gli stessi elementi strutturali della costruzione.

L'impalcato centrale è costituito da una trave di spina centrale e due travi "cuscino" a sezione piena, tra le quali si stendono travi trasversali a sezione variabile a sostegno della soletta del solaio.

Ponti e passerelle

Ai fili 7, 11, 27, 31 sono collocati ponti trasversali costituiti da trave rettangolare a cassone nervata, poggianti in mezzeria su una colonna circolare centrale ed alle estremità sulla trave laterale, in corrispondenza dei corpi scala. In mezzeria delle campate dei ponti, si dipartono passerelle trasversali sempre a sezione rettangolare a cassone nervata, di luce 40 m.

10.9.1.5. Solai e travi del livello 00 (piano terra)

Con la denominazione "livello 00" si intendono tutte le strutture costituenti l'impalcato del piano terra, situato ad una quota assoluta di 46,050 m s.l.m.

Lo spessore della soletta di impalcato del livello 00 è pari a 50 cm nella sezione corrente e diventa pari a 150 cm nelle zone laterali in corrispondenza delle travi cuscino longitudinali.

L'impalcato del livello 00 separa gli ambienti sottostanti, occupati dalla stazione vera e propria, da quelli posti al di sotto della copertura a volta e destinati principalmente ad attività commerciali e servizi.

L'impalcato ha una pianta inscritta in un rettangolo di lati pari a circa 510x52 m ed è costituito fondamentalmente da una dorsale longitudinale centrale denominata "Trave di Spina" e da una successione di travi planimetricamente inclinate denominate "Travi Ventaglio".

La Trave di Spina collega le due estremità dell'impalcato ed ha come appoggi intermedi i vani scale che collegano il piano terra con quelli sottostanti.

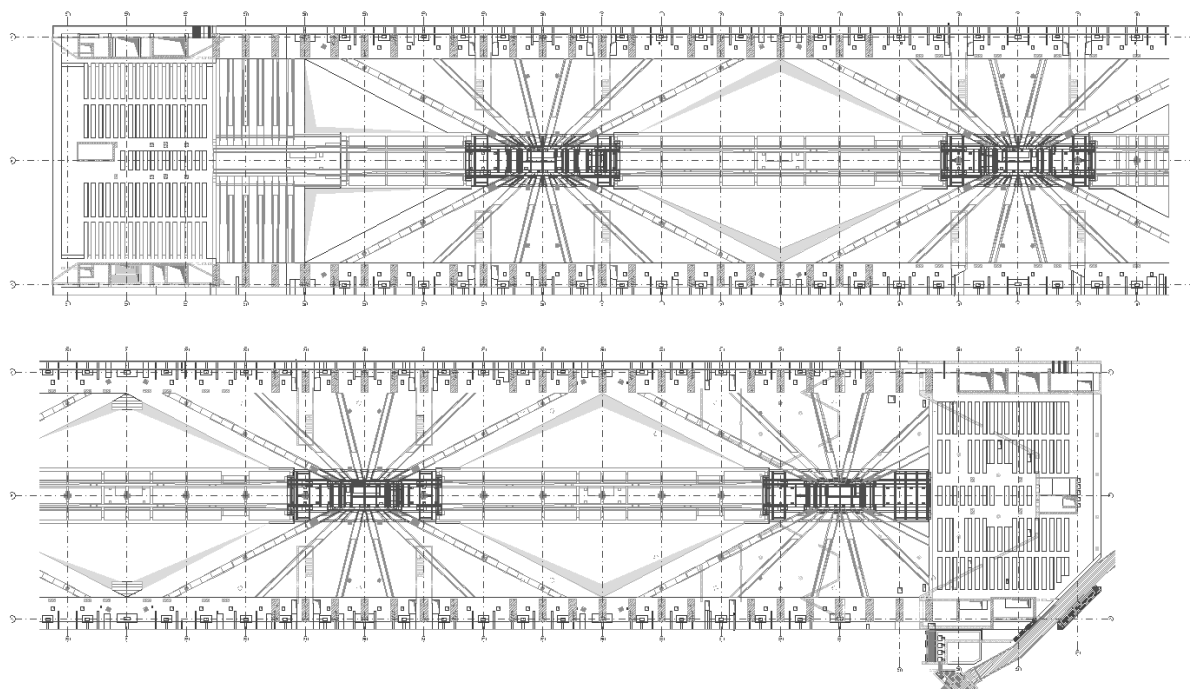


Figura 52 - Carpenteria livello 00

Il solaio del livello 00 è già stato realizzato dal Contraente generale in seno al precedente appalto di lavori.

10.9.1.6. Torri scala in c.a.

I vani scala principali del Camerone, denominati Towers, sono situati lungo l'asse longitudinale centrale, a passo 50m. Si possono distinguere 2 tipi di Towers: tower tipo A o principali, a sostegno del sistema di travi ventaglio del PT, in corrispondenza dei picchetti 9, 17, 25 e 33; tower tipo B o secondarie, in corrispondenza dei picchetti 5, 13, 21 e 29.

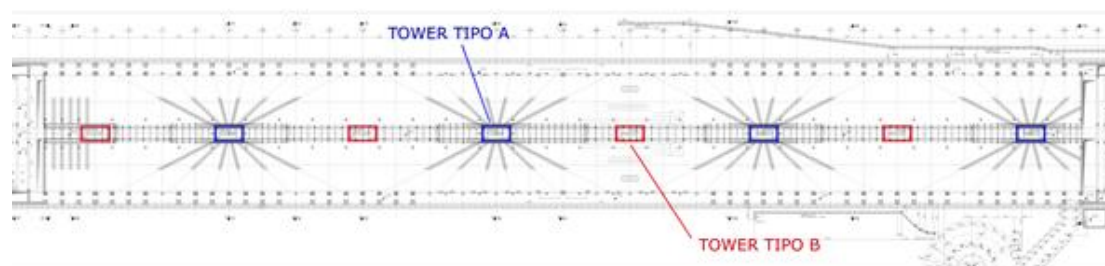


Figura 53 - Individuazione planimetrica vani scale

Al livello +41,750, orizzontalmente, i towers tipo A e tipo B sono scollegati dall'impalcato del PT, in modo che i movimenti orizzontali dell'impalcato non inducano azioni orizzontali (statiche o sismiche) sulla testa delle Towers; tale scollegamento è possibile mediante l'inserimento di appoggi mobili multidirezionali (tipo da ponte).

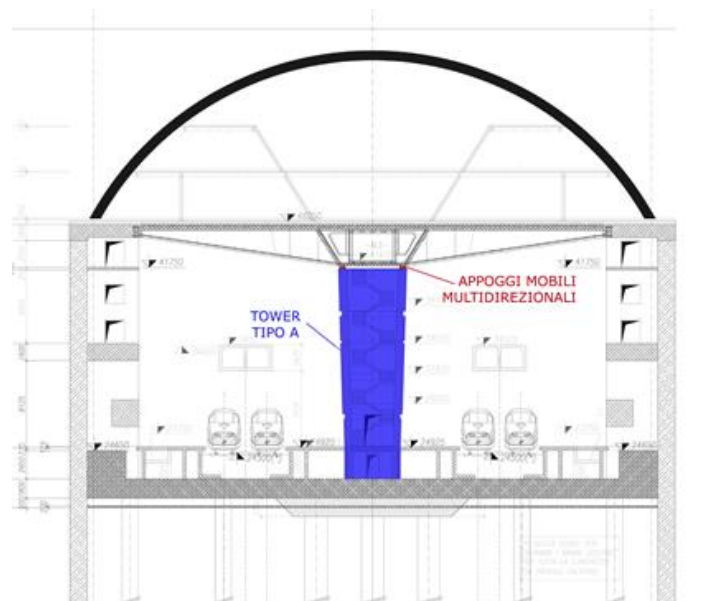


Figura 54 - Sezione trasversale (picchetto 9)

Tale scelta, inoltre, da un lato semplifica il processo costruttivo, in quanto il solaio del PT viene costruito temporalmente prima del vano scala (come indicato al paragrafo precedente, il solaio PT è già stato realizzato) e dall'altro migliora le condizioni di comfort del PT e dei livelli commerciali.

L'inserimento in serie a tali appoggi di martinetti in fase transitoria consente, infine, il trasferimento dei carichi nel passaggio da strutture verticali provvisorie a quelle definitive e l'eventuale recupero di spostamenti verticali differenziali.

Anche in corrispondenza del solaio del Mezzanino (alla quota +34,650, tra i picchetti 15 e 23), entrambi i towers sono scollegati orizzontalmente dall'impalcato, anche in questo caso per non dover subire le azioni statiche né sismiche che il terreno, attraverso le paratie, trasmette all'impalcato.

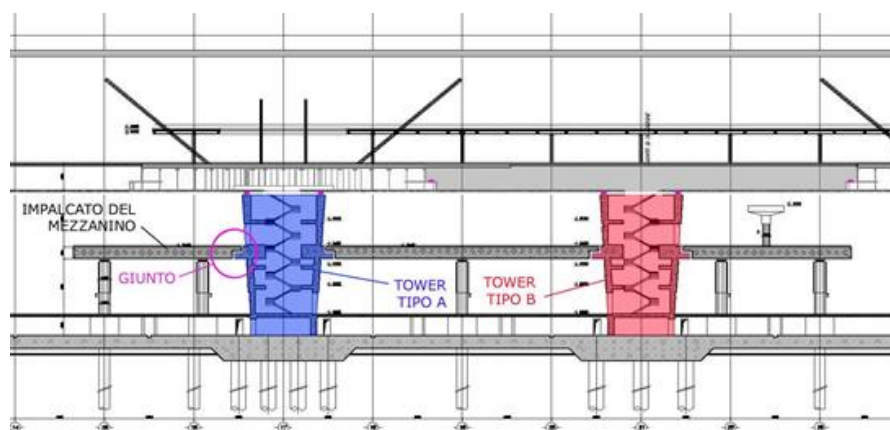


Figura 55 - Sezione longitudinale tra i picchetti 14 e 24

10.9.1.7. Strutture dei livelli intermedi

Le strutture dei livelli intermedi laterali per le vie di fuga (livello M3) sono realizzate in solette gettate in opera di spessore pari a 25 cm tra le strutture verticali dei fin beams e dei diaframmi laterali. I suddetti impalcati presentano essenzialmente due tipologie strutturali, a seconda che la distanza fra i fin beam sia pari a 6,25 m o maggiore.

Nel primo caso l'orditura principale è ordita tra i fin beams. Nel secondo caso, l'orditura principale è invece disposta ortogonalmente tra il diaframma e una trave parallela ad esso, ordita tra i fin beams e di sezione 90cm x 50cm.

10.9.1.8. Livelli commerciali (LC1 – LC2)

La struttura dei livelli commerciali è formata da due impalcati posti ai livelli LC1 e LC2 (rispettivamente a quota 4,7m e 8,95 m), entrambi costituiti da un reticolo di travi in acciaio rese collaboranti ad un solaio composito in lamiera grecata e soletta in c.a., di spessore totale 15 cm. Tali impalcati, simmetrici rispetto all'asse longitudinale della stazione, sono organizzati secondo 3 moduli tipici (il modulo che si trova in prossimità della testata Nord risulta infatti leggermente diverso dagli altri due) che si ripetono con passo 100 m e da un modulo finale in prossimità dell'ingresso Sud.

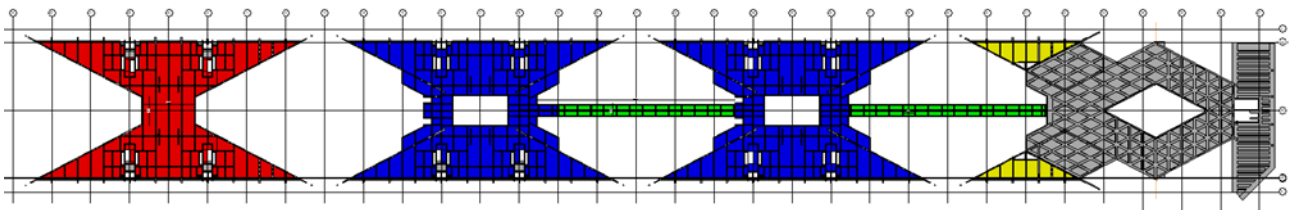


Figura 56 - Impalcato livello LC1

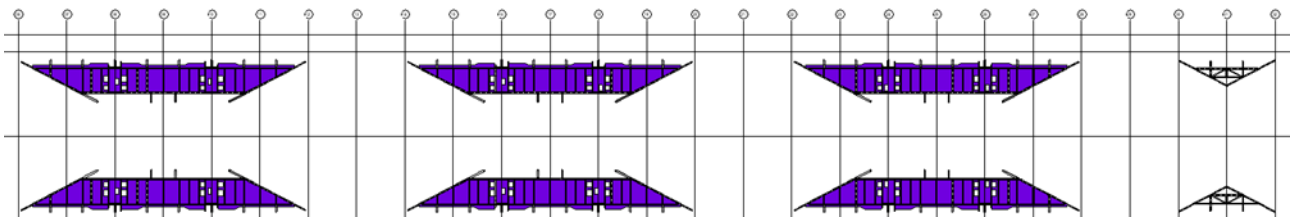


Figura 57 - Impalcato LC2

Il solaio LC1 di ciascun modulo tipico presenta una forma in pianta costituita da due trapezi tra loro specchiati e connessi attraverso le basi minori: nel modulo a Nord tale collegamento risulta continuo ed è a forma rettangolare di dimensioni 9x17m.

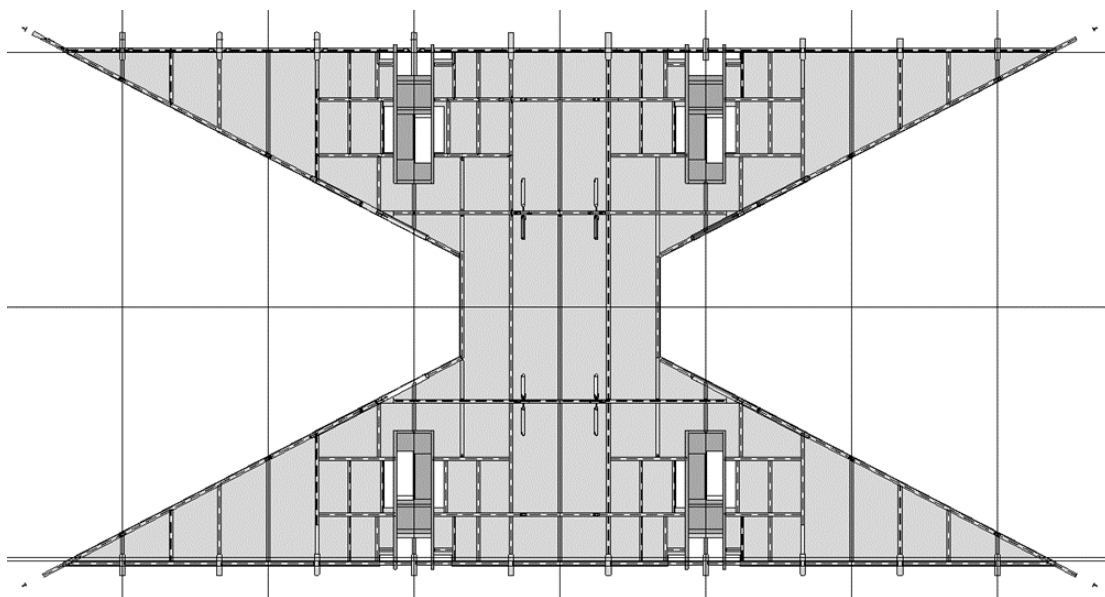


Figura 58 - Impalcato LC1, modulo Nord: vista in pianta

Nei due moduli centrali, invece, il collegamento tra i due “trapezi” risulta più largo per la presenza al centro di un foro di dimensioni 9,3x17,7m. Inoltre, sempre nella zona centrale, sono presenti delle parti di solaio a sbalzo rivolte sia verso il foro centrale sia verso le zone non coperte dalla soletta. Tali sbalzi vengono realizzati con una serie di travi ad H ad altezza variabile. Infine, come è possibile notare dalla Figura 59, i due impalcati centrali a livello L1 risultano collegati da una passerella che corre lungo l’asse longitudinale della stazione per uno sviluppo di circa 65m.

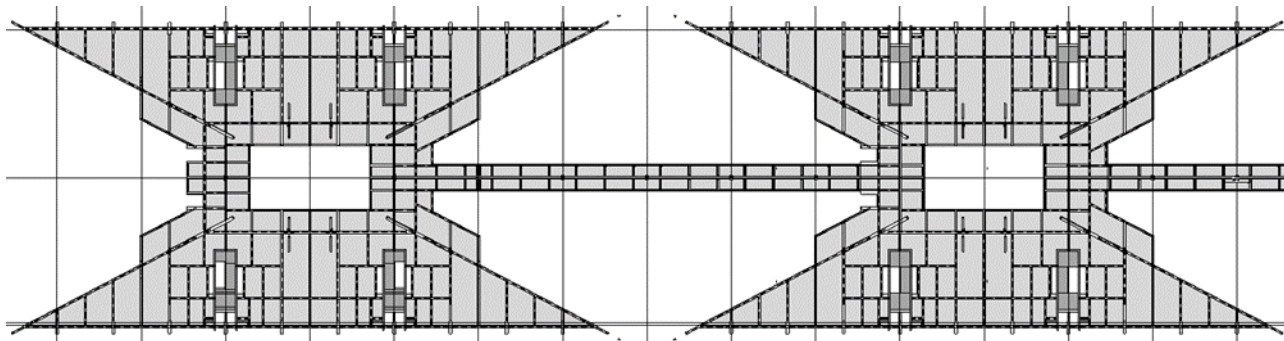


Figura 59 - Impalcato LC1, moduli centrali: vista in pianta

Tale passerella prosegue oltre i due moduli centrali, arrivando sino alla testata Sud, dove è presente l’ultimo modulo (Figura 60). Questo ha una forma, in pianta, costituita da due triangoli tra loro specchiati e non collegati ed è posto in adiacenza alla struttura in c.a. dell’ingresso Sud, dalla quale è strutturalmente separato tramite l’ausilio di un giunto.

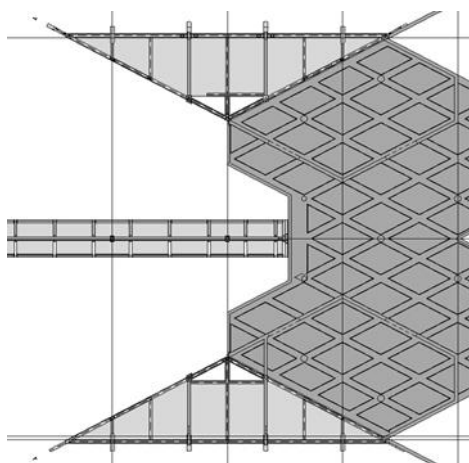


Figura 60 - Impalcato LC1, modulo Sud: vista in pianta

A livello LC2, gli impalcati dei moduli tipici sono formati da due trapezi specchiati non collegati tra loro. Tali solai inoltre hanno un’area inferiore a quelli sottostanti in quanto le strutture in elevazione sono rastremate sia esternamente (la forma a volta a botte della copertura fa sì che l’area in pianta diminuisca con l’altezza) che internamente (le strutture verticali di sostegno sono inclinate verso l’esterno).

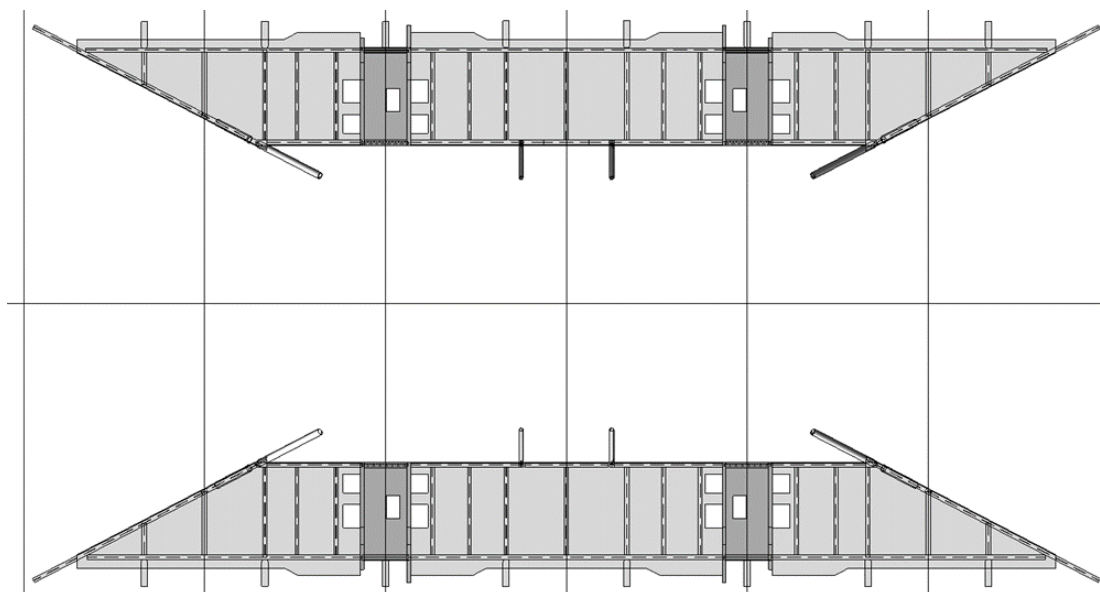


Figura 61 - Impalcato LC2, Modulo tipico

Per quanto riguarda il modulo a Sud, a livello LC2 è presente solamente lo scheletro delle travi in acciaio, senza solaio (non necessario a fini impiantistici e architettonici), in modo da preservare la funzione di controventamento della copertura.

I Moduli tipici sono sorretti ciascuno da un sistema di 2+2 vani scala in c.a. di spessore 25cm e, sui lati interni rivolti verso l'asse longitudinale della stazione, da un sistema costituito da colonne tubolari verticali e inclinate. Sia i setti che le colonne sono fondati sul sistema strutturale del solaio al piano terra: in particolare i setti sono connessi in parte alla soletta di spessore 50cm e in parte al sistema di travi a ventaglio del livello 00, mentre le colonne inclinate si impuntano sui nuclei scala del Camerone.

10.9.1.9. Testata Nord

La Testata Nord ha dimensioni complessive in pianta pari a 53,20 m (dimensione compresa tra le superfici interne dei diaframmi) in direzione trasversale, e pari a 32,60 m in direzione longitudinale. Tale ultima dimensione è comprensiva dello spessore del 'setto di separazione' tra la Testata vera e propria e la rimanente parte del Camerone.

La struttura è composta principalmente da solette, setti, pilastri e da un vano scala centrale, posto in zona limitrofa al diaframma di testata.

Le solette, in numero pari a 6, sono poste alle seguenti quote crescenti (di calpestio strutturale):

- Livello "S1" : quota +22,00 m
- Livello "B1" : quota +24,93 m
- Livello "M0" : quota +33,10 m
- Livello "M2" : quota +37,70 m
- Livello "M3" : quote +41,75÷42,58 m
- Livello "00" : quota +45,75 m

La soletta 'S1' è quella di fondazione, ed ha spessore pari a 2,75 m.

La soletta 'B1', livello di banchina, è articolata in elementi discontinui, di spessore 0,25 m.

La soletta a livello 'M0' è costituita da un impalcato continuo, di spessore variabile tra 0,80 e 1,20 m, ed è corredata di n° due travi estradossate, in direzione trasversale, poste sui due bordi.

La soletta a livello 'M2' è analoga alla precedente, con spessore pari a 1,00 m.

Le solette a livello 'M3' sono articolate in passerelle di collegamento, con spessore 0,25 m.

La soletta a livello '00' costituisce impalcato continuo nervato, di spessore prevalente pari a 1,00m e 0,90 nelle zone terminali.

Il Vano scala centrale ha dimensioni in pianta di 7,90x3,90 m, ed è articolato in n°4 setti di spessore 0,30 m, nonché nelle relative rampe (in acciaio) e pianerottoli. In adiacenza al vano scala, verso il diaframma di testata, sono presenti altri tre setti longitudinali di spessore 0,90m compresi tra i livelli S1 e M2, nonché un setto longitudinale.

I setti verticali delimitano le intercapedini (zone ascensori e scale poste vicine ai diaframmi longitudinali) dalla parte centrale della testata: l'insieme di tali setti e delle eventuali solette e scale interne ad essi viene d'ora in poi definito 'Camino'. Il setto di delimitazione del singolo Camino è longitudinale ed ha spessore 0,30 m; quelli interni al Camino, trasversali, hanno spessore 0,60 m: in alcuni casi essi sono discontinui verticalmente.

I Camini sono due, simmetrici, e posti in adiacenza ai diaframmi longitudinali.

I setti 'di bordo', trasversali, delimitano la Testata dal diaframma trasversale e dalla parte centrale del Camerone.

Il primo, detto 'Setto Nord' è articolato in tre parti: una centrale, di spessore 0,90 m, e due laterali, sempre di spessore 0,80 m posti sui lati Est e Ovest.

Il secondo, detto 'Setto Sud', di spessore 0,80 m, sorregge anch'esso ai livelli M0 e M2 una trave a 'L' di altezza rispettivamente pari a 3,20 e 2,50 m. Ad entrambi i livelli la trave grava poi, agli estremi Est e Ovest, sulle 'fin beams' terminali.

Inoltre, detto Setto Sud sorregge una Struttura a Cassone a livello 00 (via di fuga) proveniente dal Camerone.

I pilastri, in numero di 4, sono posti in posizione centrale in prossimità del Vano scale, ed hanno dimensioni variabili (sezione rettangolare da 1,60x1,00 m a 0,70x1,00 m).

Dal Livello 'M2' spiccano ulteriori pilastri 0,60x0,70 m che sorreggono il Livello 'M3'.

Infine, esistono ulteriori pilastri, in numero di 4 per lato, posti in affiancamento ai diaframmi longitudinali, aventi dimensioni 0,30x0,90 m, a sostegno di pianerottoli delle scale interne ai Camini.

10.9.1.10. Testata Sud

La Testata Sud è molto simile alla Testata Nord. I principali aspetti che la contraddistinguono sono:

- una forma planimetrica caratterizzata da un taglio a 45° dell'angolo sud-ovest, condizionato dalla presenza dello scatolare di copertura del Torrente Mugnone; per sostenere le fondazioni di tale struttura esistente, i diaframmi perimetrali, planimetricamente obliqui, costruiti in adiacenza, hanno sommità a quota più alta;
- la presenza dei livelli 01 e 02 fuori terra, su cui gravano anche alcuni elementi della copertura;
- l'innesto di travi a ventaglio provenienti dal piano terra della zona centrale;
- una diversa conformazione dei vani scale-ascensori, per cui già nel Progetto Esecutivo di Stazione erano previsti (e ora vengono confermati in ogni dettaglio) 4 pilastri nella zona centrale;
- differenze nello spessore e nella quota di estradosso al grezzo del solaio piano terra, in relazione alla necessità di sostegno di pilastri in falso;
- il collegamento strutturale senza giunti con il Serbatoio di raccolta delle acque piovane che sbalza per 7,225 m oltre i diaframmi;
- la continuità funzionale ma non strutturale, per la presenza di giunti, con l'edificio "Energy Centre" e l'edificio "Rampa";
- l'interferenza con il Collettore Fognario, che condiziona le fasi costruttive e forma e dimensioni di alcuni elementi strutturali.

La Testata Sud ha dimensioni complessive in pianta pari a 53,20 m (dimensione compresa tra le superfici interne dei diaframmi nella posizione teorica) in direzione trasversale, e pari a 34,92 m in direzione longitudinale (parallela alla linea A.V.) (35,30 m, se si considera appartenente alla testata l'ultima fin beam).

La struttura, in C.A. (a meno delle strutture provvisorie e delle rampe scala definitive realizzate in acciaio), è composta da solette gettate in opera, da 3 vani scale-ascensori-servizi, di cui uno centrale posto in prossimità al diaframma di testata, e gli altri laterali, uno a ovest sul filo A e uno a est sul filo C, da altri setti verticali, e da pilastri. La disposizione delle strutture verticali e degli spazi per percorsi, servizi e impianti in essi contenuti, è condizionata ovviamente dall'ingombro della sede ferroviaria, per cui restano a disposizione la zona centrale (presso il filo B) e le zone laterali presso i diaframmi longitudinali rispettivamente lato ovest (filo A) e lato Est (filo C).

Le solette, in numero complessivo pari a 8, sono poste alle seguenti quote crescenti (di calpestio strutturale):

- Livello "S1": quota +23,40 m
- Livello "B1": quota +24,925 m
- Livello "M0": quota +33,10 m
- Livello "M2": quota +37,70 m
- Livello "M3": quote +41,75÷42,575 m
- Livello "00": quota +46,05 m
- Livello "01": quote +50,50÷51,00 m
- Livello "02": quota +56,85 m

La soletta 'S1' è quella di fondazione ed ha spessore pari a 2,75 m.

La soletta 'B1' è collocata a livello di banchina ed è articolata in elementi discontinui di spessore 0,25 m.

La soletta a livello 'M0' costituisce un impalcato continuo, di spessore variabile tra 0,80 e 1,20 m. Il solaio è inoltre fornito di una trave di bordo estradossata, sporgente 2,20 m con spessore 80 cm, che concorre ad assicurare alla struttura una maggior rigidità fuori dal proprio piano nonché a meglio ripartire gli sforzi di trazione generatisi per effetto delle spinte non equilibrate del terreno.

La soletta a livello 'M2' presenta struttura analoga al precedente solaio, con spessore costante nella parte centrale pari a 1,0 m e 1,2 m nelle zone laterali. Il solaio presenta ampie aperture necessarie per il passaggio delle componenti impiantistiche. Anche questo solaio è collegato all'estremità verso la zona centrale ad una trave – parapetto, sporgente 1,50 m. A differenza del piano M0, il solaio in oggetto trova vincolo perimetrale anche in corrispondenza della zona centrale dei diaframmi di testata, laddove essi non sono interrotti dalle gallerie di linea.

Le solette a livello 'M3' presentano una struttura assai diversa rispetto ai precedenti M0 ed M2. Esse collegano i corridoi di fuga contenuti nella trave di spina centrale, e quelli di servizio laterali, alle scale d'emergenza che conducono al piano terra. La struttura del livello M3 è composta da travi di altezza compresa tra i 900 mm e i 2650 mm supportate dai 4 pilastri principali e da pilastri aggiuntivi che poggiano sulle travi del livello M2. I solai sono composti da una soletta piena dello spessore di 250 mm.

La soletta a livello '00' costituisce un impalcato continuo nervato, di spessore prevalente pari a 1,2 m nella zona centrale e 0,9 m nelle zone terminali laterali. Su di essa trovano appoggio i pilastri che reggono il livello 01 e alcuni vincoli della copertura.

Il solaio è inoltre fornito di un'importante trave di bordo intradossata (altezza trave 4,55 m, compreso lo spessore dei solai) che concorre ad assicurare alla struttura una maggior rigidità flessionale nonché a garantire efficace appoggio alla trave di spina e alle travi ventaglio che sostengono il proseguimento del solaio nella zona centrale, con spessore 50 cm, in continuità con la soletta all'interno della testata sud.

Il solaio risulta collegato ai diaframmi perimetrali in corrispondenza della trave di correa per l'intero sviluppo perimetrale della struttura.

Il vano scale e ascensori sul filo B ha dimensioni in pianta di 8,70x7,70 m, ed è articolato in n°5 setti di spessore variabile, nelle relative rampe in acciaio e pianerottoli. In adiacenza al vano scala, verso il diaframma di testata, sono presenti tre setti longitudinali – di spessore 0,90 m, continui dal livello S1 al livello M0 – nonché un setto trasversale di spessore 0,90 m adiacente ai diaframmi per uno sviluppo complessivo di 11,58 m.

I vani scale e servizi laterali (fili A e C) occupano planimetricamente l'intera lunghezza della Testata per una larghezza complessiva teorica di 4,80 m; comprendono un setto longitudinale di 0,30 m di spessore che li delimita verso l'interno della Stazione e una serie di setti trasversali, ortogonali ai diaframmi, aventi spessore prevalente di 0,60 m, che in genere si riduce a 0,40 o 0,30 m ai piani superiori. A volte, per particolari esigenze statiche, specie alla base, lo spessore è maggiore, fino a 1,00 m. In alcuni casi i setti sono verticalmente discontinui.

Il vano scale e servizi ovest, sul filo A, termina in sommità al livello 01 a quota 50,50 e presenta la particolarità di essere rigidamente collegato alle strutture della Vasca di Rilancio delle Acque Meteoriche e del relativo Corridoio di Servizio; quello lato Est, sul filo C, termina in sommità a quota 57,35 con un cordolo perimetrale che sporge 50 cm sul livello 02.

La Testata Sud è separata dalla zona centrale da un setto trasversale in c.a. di 0,80 m di spessore e 7,70 m di lunghezza, che, assieme a 4 pilastri di sezione variabile da 1,00 x 1,60 m in basso a 1,00 x 0,70 m in sommità, costituisce il sostegno centrale di tutti i solai e delle relative travi di bordo già citate. Queste ultime trovano all'estremità incastro nelle fin beams terminali.

Completano le strutture della Testata Sud alcuni setti di spessore 90 cm adiacenti ai diaframmi longitudinali e di testata, aventi funzione di controventamento nei riguardi delle azioni orizzontali e di sostegno del solaio M0. In particolare, sono presenti 3 elementi presso i diaframmi di testata, di cui due a forma di E e uno a forma di T, e due elementi presso la Grid Line 35, di spessore teorico 120 cm, che si collegano alle fin beams terminali e al primo setto trasversale dei vani scale, a costituire elementi a forma di C.

10.9.1.11. Copertura

La struttura di Copertura ha la forma di una volta a botte avente dimensioni in pianta di 350m x 52m più le due estremità in aggetto.

Il raggio di curvatura è di circa 30 m e l'altezza raggiunta rispetto al Livello 0 è di 16m circa.

Alle estremità longitudinali la volta prosegue affusolandosi a sbalzo a formare 2 "unghie". Lo sbalzo complessivo è di 50m per parte.

La struttura tipica consiste di una maglia romboidale (diagrid) di archi che poggiano sui due lati longitudinali del Camerone. Gli archi sono posizionati con angolo di 27,47° rispetto all'asse della Stazione e quindi hanno forma ellittica (essendo intersezione tra un cilindro e un piano non perpendicolare ad esso) con luce di 112m circa.

La forma base degli archi è trapezia con i lati superiore e inferiore (ali) paralleli. L'ala superiore ha larghezza (variabile) maggiore di quella inferiore (anch'essa variabile). Anche l'altezza della sezione è variabile e cresce dalla chiave alle imposte.

Si individuano 3 tipologie di archi:

- Primari;
- Secondari;
- Terziari (porzioni).

Gli archi Primari sono disposti secondo passo di 50m (misurato nella direzione longitudinale della stazione) e la sezione di sommità ha altezza di 900mm.

Gli archi Secondari suddividono i campi romboidali individuati dagli archi Primari in 3 campi (passo di 16,67m misurato nella direzione longitudinale della stazione) e la sezione di sommità ha altezza di 600mm.

Infine, gli archi Terziari che non sono completi come i Primari e Secondari ma che suddividono in due campi solo alcuni campi romboidali individuati dagli archi Primari e Secondari. In termini di ingombro della sezione trasversale, essi seguono le stesse regole di generazione degli archi Secondari.

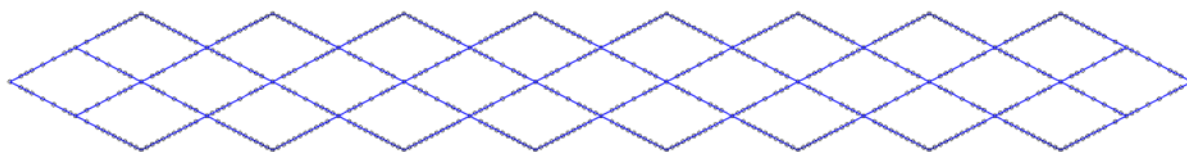


Figura 62 - Vista in pianta layout archi primari

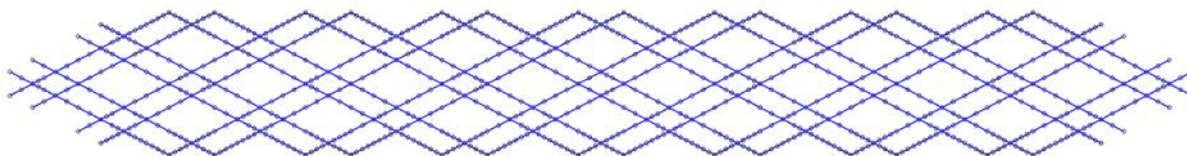


Figura 63 - Vista in pianta layout archi secondari

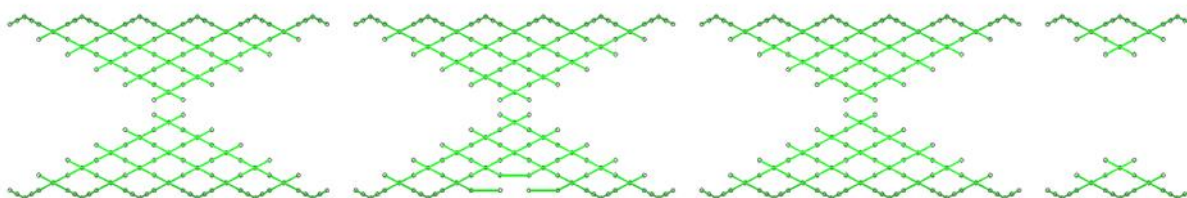


Figura 64 - Vista in pianta layout archi terziari

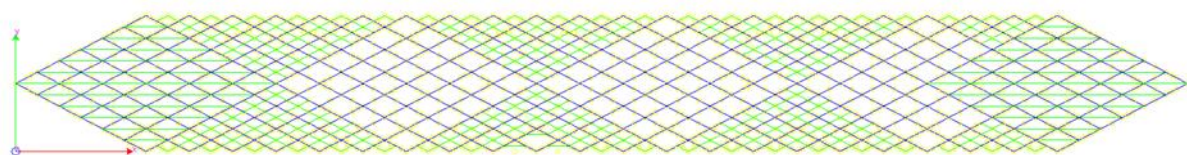


Figura 65 - Vista in pianta layout completo

Tutti gli archi sono ottenuti mediante l'impiego di 4 piatti saldati. L'acciaio previsto è di classe S355. Ciascun arco è suddiviso in conci. Ciascun conco è formato da un cassone metallico di altezza variabile e composto da due piatti d'ala (di medesimo spessore) e due piatti d'anima (di medesimo spessore).

Lo spessore dei piatti è stato definito sulla base dei risultati dell'analisi strutturale e delle verifiche di resistenza.

Arco	Spessori dei piatti d'anima [mm]	Spessori dei piatti d'ala [mm]
Primario	Da 10 a 55mm	Da 10 a 55mm
Secondario	Da 10 a 36mm	Da 14 a 40mm
Terziario	Da 10 a 14mm	Da 12 a 18mm

Le intersezioni tra gli archi avvengono mediante saldatura dei piatti con i corrispondenti piatti/diaframma inseriti nel conco d'incrocio in modo da garantire la continuità di trasmissione degli sforzi tra i piatti.

L'unica eccezione è rappresentata dalla intersezione tra archi Primari o Secondari e gli archi Terziari (con l'esclusione delle prime 3 fasce di diagrid a partire dalle imposte). Per tali intersezioni è previsto un collegamento articolato a perno del cassone "terziario" al cassone "primario/secondario".

La porzione in oggetto della Copertura è inoltre irrigidita attraverso l'inserimento in ciascun campo romboidale individuato dall'incrocio degli archi Primari e Secondari di una barra (in acciaio S460 e diametro 100mm) disposta secondo la diagonale longitudinale del campo.

I campi romboidali (con lunghezze diagonali di 16,7m x 8,7m per i campi individuati dagli archi solo primari e secondari e 8,35m x 4,35 per i campi individuati dagli archi terziari), individuati dal layout di archi precedentemente descritto, sono infine coperti da strutture secondarie dette RCU. Tali strutture trovano appoggio (puntuale o lineare) sui campi romboidali di contorno e sostengono il manto di copertura della volta.

Gli archi si ancorano alla trave cuscino del Piano Terra mediante piastre di base con tirafondi e chiavi di taglio.

La struttura della Copertura è inoltre sostenuta e controventata dalle strutture sottostanti dei livelli commerciali LC1 e LC2.

10.9.2. Criteri di base per il dimensionamento

10.9.2.1. Strutture fuori terra

Le analisi svolte hanno considerato la stretta interazione tra le entità strutturali (Copertura, Livelli Commerciali, Impalcato di P.T.), mettendole in correlazione per le diverse tipologie di azioni di progetto.

L'interazione tra le strutture di copertura, degli LC e del P.T. ha suggerito l'individuazione di due schemi limiti:

1. schema limite in cui si minimizza la rigidità delle strutture in c.a.;
2. schema limite in cui si massimizza la rigidità delle strutture in c.a..

Nei due schemi limite, il differente rapporto tra le rigidità della struttura in acciaio (costante nel tempo) e la struttura in c.a. (reologicamente variabile) condiziona l'interazione tra esse e determina una differente ripartizione delle azioni esterne rispetto al caso in cui considerasse costante anche la seconda.

Le due differenti schematizzazioni permettono quindi lo studio degli effetti delle azioni incidenti in relazione alla loro durata temporale. In accordo con tale approccio sono state effettuate le seguenti associazioni:

Azione		Durata temporale	Schema di analisi
Azioni permanenti	Pesi propri strutturali Pesi permanenti Rigonfiamento	Lunga	A)
Azioni variabili	Neve Vento Folla	Breve	B)
Azioni variabili	Variazione Termica	Lunga	A)
Azione sismica		Breve	B)

Tabella 15 - Schematizzazione azioni strutture fuori terra Stazione

In particolare, per le azioni sulla struttura dovute al vento, è stata considerata l'analisi in galleria del vento svolta dal precedente Contraente Generale.

Sono stati inoltre considerati:

1. gli effetti delle imperfezioni della struttura metallica, in accordo con EN1993-1-1;

2. gli effetti della non linearità geometrica nel comportamento della struttura di copertura.

In accordo con quanto previsto da EN1993-1-1 gli effetti della non linearità geometrica sono stati conteggiati attraverso la definizione, per ogni combinazione di carico analizzata, di un set di forze nodali fittizie applicate al modello e valutate come prima iterazione del metodo P-Delta. Come evidenziato dall'analisi di buckling, la struttura di copertura evidenzia un modesto comportamento non lineare geometrico: il metodo adottato quindi costituisce una approssimazione accettabile del metodo più "preciso" di P-Delta "completo" e permette inoltre di rimanere nell'ambito di analisi lineari consentendo, quindi, la "composizione per sovrapposizione" dei diversi modelli corrispondenti alle schematizzazioni precedentemente indicate, per giungere alla definizione dello stato di sollecitazione finale.

L'approccio per "forze equivalenti" dell'analisi "non lineare geometrica" adottato consente inoltre di ricondurre le verifiche di instabilità nel piano delle porzioni di arco comprese tra i supporti (forniti dalle strutture dei LC); verifiche che, se condotte con metodi "canonici", sarebbero particolarmente complesse e di conseguenza incerte (sia nella definizione delle lunghezze libere d'inflessione sia perché trattasi di membrature a sezione variabile).

3. gli effetti delle fasi transitorie di montaggio della struttura di Copertura. Nello specifico, l'approccio a "sovrapposizione" ha permesso l'inserimento di un modello con la configurazione intermedia della Copertura durante il montaggio a cui sono stati applicati il peso proprio degli archi di copertura e il peso strutturale dei Livelli Commerciali.

10.9.2.2. Strutture sotto il piano campagna

Il dimensionamento delle strutture portanti dei livelli interni al Camerone di Stazione e del piano terra (Livello 00) è stato effettuato nell'ipotesi di affidare la spinta del terreno, agente sulle paratie perimetrali, alle solette in c.a., che hanno una rigidità molto elevata. La spinta del terreno risulta particolarmente gravosa sino alla costruzione della copertura a volta. Infatti, quest'ultima, essendo spingente per la sua stessa conformazione geometrica, tende a ridurre l'azione della spinta del terreno sugli elementi interni al Camerone. Di conseguenza sono state considerate le fasi transitorie di scavo e realizzazione dei vari elementi strutturali, in cui sono stati considerati il peso proprio delle strutture, la spinta del terreno ed eventuali carichi accidentali. Successivamente alla solidarizzazione dei vari elementi strutturali entrano in gioco i carichi permanenti portati e gli accidentali, l'azione della copertura e il sisma.

Il dimensionamento delle strutture del camerone è stato affrontato con un approccio di massima cautela. A tal riguardo, è stata utilizzata la più precauzionale (rispetto al solaio 00) categoria C di sottosuolo per:

- le strutture orizzontali del mezzanino, in quanto le combinazioni sismiche producono sollecitazioni maggiori per un numero limitato di sezioni di verifica, per via delle componenti orizzontali combinate al 30% insieme al sisma verticale nelle combinazioni sismiche;
- le strutture verticali interne al camerone, in quanto il sisma è dimensionante;
- le strutture verticali perimetrali al camerone (diaframmi), per massimizzare le sollecitazioni sugli elementi di contrasto del camerone, anche se il sisma non è dimensionante.

10.10. CABINA TE CAMPO DI MARTE

10.10.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

La cabina TE si compone di un unico corpo di fabbrica composto da un piano fuori terra per una altezza totale di ml 5,10 e dimensioni in pianta di 17,30 x 8,00 ed accoglierà, al suo interno, un locale adibito a zona celle alimentatori, una sala quadri, una sala batterie ed un wc.

Le principali caratteristiche architettoniche del fabbricato sono:

- copertura piana;
- muratura esterna intonacata e rivestimento in pietra da taglio.

L'edificio sarà realizzato mediante ossatura portante in calcestruzzo armato gettato in opera, costituita da travi e pilastri. Gli orizzontamenti saranno realizzati mediante solai laterocementizi anch'essi gettati in opera e massetto in cls oltre ad una platea armata di fondazione.

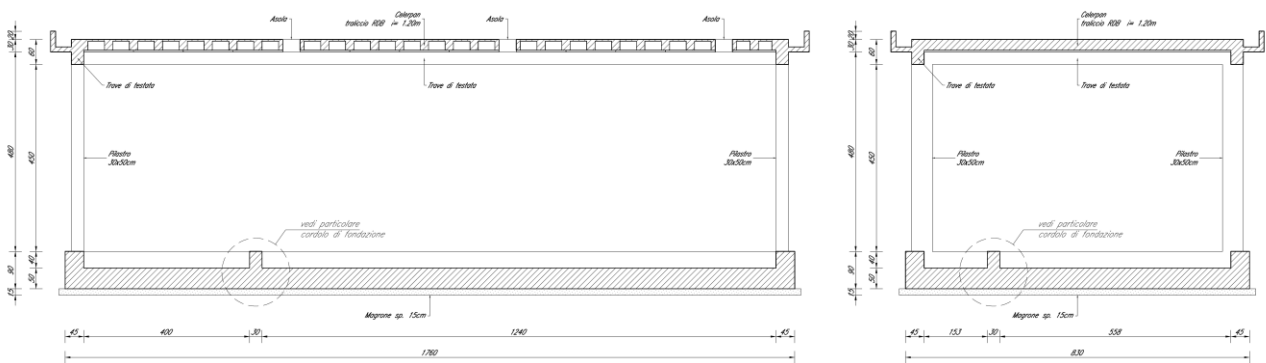


Figura 66 - Sezione strutturale fabbricato cabina TE

10.10.2. Criteri di base per il dimensionamento

Il dimensionamento e la verifica delle strutture del fabbricato sono stati condotti utilizzando il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

I carichi considerati sono i seguenti:

- "PP": peso proprio automaticamente calcolato dal software
- "G2_Pred+Velette": carico che deriva dall'analisi del solaio di copertura
- "qk_neve": carico da neve
- "qk_calp": carico accidentale in copertura
- "G2_Platae": carico permanente sulla platea (1 kN/m²)
- "Qk_Platae": carico accidentale sulla platea (6 kN/m²)
- "SISMAX": sisma in direzione X
- "SISMAY": sisma in direzione Y
- "Termica": azione termica ($\Delta t = 15^\circ$)

Le suddette azioni sono state combinate, secondo norma, come da figura seguente.

No	Name	Active	Type	PP(S)	G2_Pred+Velette	qk_neve(S)	qk_calp(S)	G2_Platae(S)	Qk_Platae(S)	SISMAX(S)	SISMAY(S)	Termica(S)	SLV_masse(C)	+Sx+0.3Sy(CB)	+Sx-0.3Sy(CB)	-Sx+0.3Sy(CB)	-Sx-0.3Sy(CB)	+Sy+0.3Sx(CB)	+Sy-0.3Sx(CB)	-Sy+0.3Sx(CB)	-Sy-0.3Sx(CB)	
1	SLV_masse	Str	Add	1.000	1.0000								1.0000									
2	+Sx+0.3Sy	Str	Add							1.0000	0.3000		1.0000									
3	+Sx-0.3Sy	Str	Add							1.0000	-0.3000		1.0000									
4	-Sx+0.3Sy	Str	Add							-1.0000	0.3000		1.0000									
5	-Sx-0.3Sy	Str	Add							-1.0000	-0.3000		1.0000									
6	+Sy+0.3Sx	Str	Add							0.3000	1.0000		1.0000									
7	+Sy-0.3Sx	Str	Add							-0.3000	1.0000		1.0000									
8	-Sy+0.3Sx	Str	Add							0.3000	-1.0000		1.0000									
9	-Sy-0.3Sx	Str	Add							-0.3000	-1.0000		1.0000									
10	SLV_ENV	Str	Enve											1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
11	SLU1_travi	Str	Add	1.350	1.5000	0.7500	1.5000															
12	SLU2_termica	Str	Add	1.350	1.5000	0.7500	1.5000	1.5000	1.5000			1.5000										
13	SLU3_neve	Str	Add	1.350	1.5000	1.5000		1.5000	1.5000			0.9000										
14	SLU4_fond-	Str	Add	1.350	1.5000	0.7500	1.5000	1.0000														
15	SLU5_fond+	Str	Add	1.000	1.0000			1.5000	1.5000													
16	SLU_ENV	Str	Enve																			
17	CH_neve	Ser	Add	1.000	1.0000	1.0000		1.0000	0.0000			0.5000										
18	CH_termica	Ser	Add	1.000	1.0000	0.5000		1.0000	0.0000			1.0000										
19	CH_ENV	Str	Enve																			
20	-QP	Ser	Add	1.000	1.0000			1.0000														

Figura 67 - Combinazioni di carico cabina TE

10.11. FABBRICATO TECNOLOGICO CAMPO DI MARTE

10.11.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

La cabina TE si compone di un unico corpo di fabbrica composto da un piano fuori terra per una altezza totale di ml 3,50 e dimensioni in pianta di 22,90 x 7,60 ed accoglierà, al suo interno, un deposito, un locale misure, una cabina Enel, un locale quadri e comando e controllo, una cabina MT e un wc.

Le principali caratteristiche architettoniche del fabbricato sono:

- copertura piana;
- uso di tamponature esterne a faccia vista non intonacate e muratura a cassetta con mattoni forati e piani posti di piano.

L'edificio sarà realizzato mediante ossatura portante in calcestruzzo armato gettato in opera, costituita da travi e pilastri. Gli orizzontamenti saranno realizzati mediante solai laterocementi anch'essi gettati in opera e massetto in cls.

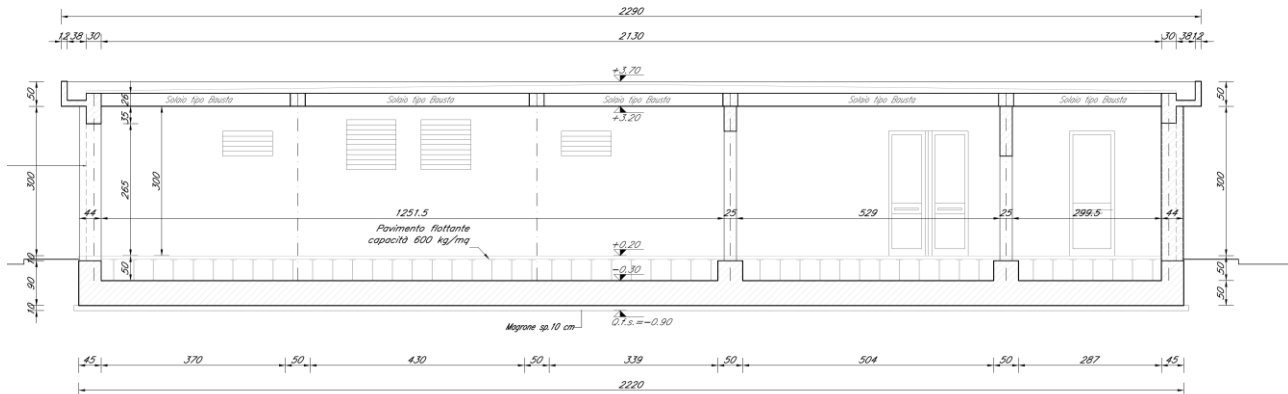


Figura 68 - Sezione longitudinale fabbricato tecnologico CdM

10.11.2. Criteri di base per il dimensionamento

Il dimensionamento e la verifica delle strutture del fabbricato sono stati condotti utilizzando il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

I carichi considerati sono i seguenti:

- "PP": peso proprio automaticamente calcolato dal software
- "G2_Pred+Velette": carico che deriva dall'analisi del solaio di copertura
- "qk_neve": carico da neve
- "qk_calp": carico accidentale in copertura
- "G2_Platea": carico permanente sulla platea (1 kN/m²)
- "Qk_Platea": carico accidentale sulla platea (6 kN/m²)
- "SISMAX": sisma in direzione X
- "SISMAY": sisma in direzione Y
- "Termica": azione termica ($\Delta t = 15^\circ$)

Le suddette azioni sono state combinate, secondo norma, come da figura seguente.

No	Name	Active	Type	PP(ST)	G2_Pred+Volette	qk_neve(S)	qk_calp(S)	G2_Platea(S)	QK_Platea(S)	SISMAX(S)	SISMAX(S)	Termica(S)	SLV_masse(C)	+Sx+0.3Sy(CB)	+Sx-0.3Sy(CB)	-Sx+0.3Sy(CB)	-Sx-0.3Sy(CB)	+Sy+0.3Sx(CB)	+Sy-0.3Sx(CB)	-Sy+0.3Sx(CB)	-Sy-0.3Sx(CB)	
1	SLV_masse	Str	Add	1.000	1.0000																	
2	+Sx+0.3Sy	Str	Add							1.0000	0.3000		1.0000									
3	+Sx-0.3Sy	Str	Add							1.0000	-0.3000		1.0000									
4	-Sx+0.3Sy	Str	Add							-1.0000	0.3000		1.0000									
5	-Sx-0.3Sy	Str	Add							-1.0000	-0.3000		1.0000									
6	+Sy+0.3Sx	Str	Add							0.3000	1.0000		1.0000									
7	+Sy-0.3Sx	Str	Add							-0.3000	1.0000		1.0000									
8	-Sy+0.3Sx	Str	Add							0.3000	-1.0000		1.0000									
9	-Sy-0.3Sx	Str	Add							-0.3000	-1.0000		1.0000									
10	SLV_ENV	Str	Enve											1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
11	SLU1_trav	Str	Add	1.350	1.5000	0.7500	1.5000															
12	SLU2_terrica	Str	Add	1.350	1.5000	0.7500	1.5000	1.5000	1.5000			1.5000										
13	SLU3_neve	Str	Add	1.350	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000			0.9000										
14	SLU4_fond	Str	Add	1.350	1.5000	0.7500	1.5000	1.0000	1.0000													
15	SLU5_fond	Str	Add	1.000	1.0000	1.0000	1.0000	1.5000	1.5000													
16	SLU_ENV	Str	Enve																			
17	CH_neve	Ser	Add	1.000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000			0.6000										
18	CH_terrica	Ser	Add	1.000	1.0000	0.5000	1.0000	0.0000	0.0000			1.0000										
19	CH_ENV	Str	Enve																			
20	-QP	Ser	Add	1.000	1.0000			1.0000														

Figura 69 - Combinazioni di carico fabbricato tecnologico CdM

10.12. FABBRICATO TECNOLOGICO RIFREDI

10.12.1. Descrizione delle opere e delle sezioni di calcolo rappresentative

La struttura si compone di un unico corpo di fabbrica composto da un piano fuori terra per una altezza totale di ml 3,65 e dimensioni in pianta di 16 x 6,6 m ed accoglierà, al suo interno: un locale di comando e controllo, un locale misure, un locale per l'ubicazione della cabina ENEL e un locale deposito.

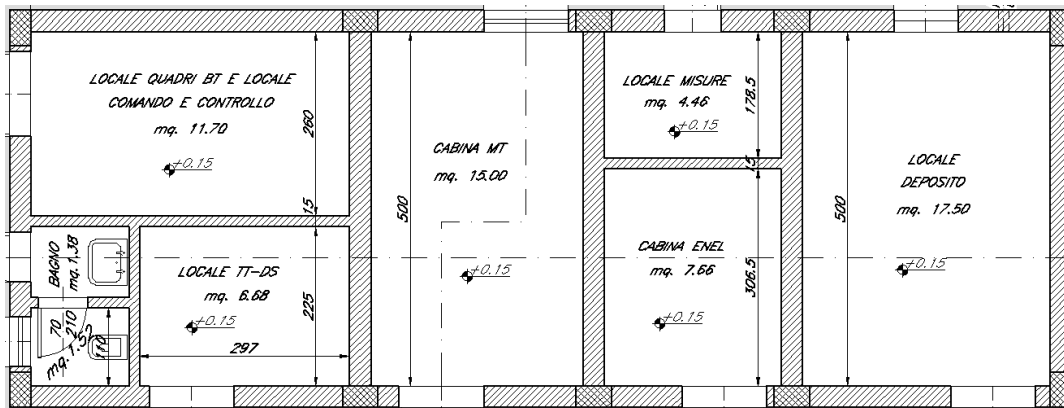


Figura 70 - Pianta fabbricato tecnologico Rifredi

Le principali caratteristiche architettoniche del fabbricato sono:

- copertura piana praticabile per sola manutenzione;
- muratura a cassetta con formazione a faccia vista.

L'edificio sarà realizzato mediante ossatura portante in calcestruzzo armato gettato in opera, costituita da travi e pilastri. Gli orizzontamenti saranno realizzati mediante solai in lastre predalles anch'essi gettati in opera e massetto in cls oltre ad una platea armata di fondazione.

10.12.2. Criteri di base per il dimensionamento

Ai fini del dimensionamento della struttura, secondo La NTC18 - § 7.2.2, si ipotizzano due comportamenti distinti delle strutture sotto le azioni sismiche. Vista la semplicità della struttura e la ridotta sismicità della zona, si ipotizza un comportamento non dissipativo della struttura.

Ipotizzare un comportamento non dissipativo ha permesso di limitare le verifiche alle sole verifiche di resistenza; non essendoci bisogno di prestare notevole attenzione alle zone di concentrazione delle cerniere plastiche e meccanismi di tipo fragile.

11. ASPETTI CONNESSI ALLA COSTRUZIONE

11.1. CANTIERIZZAZIONE

Il vincolo fondamentale, che ha determinato il layout delle aree di cantiere, è determinato dal fatto che quasi tutti gli apprestamenti di cantiere e le infrastrutture logistiche sono state già realizzate. Infatti, risultano già presenti ed operativi il campo base, i magazzini, i baraccamenti logistici e di supporto alle maestranze, le viabilità di accesso e transito dei mezzi di cantiere, ma soprattutto il "corridoio attrezzato". Questa infrastruttura è la più importante di tutta la logistica afferente alla costruzione della stazione e dei pozzi di ventilazione, poiché i decreti autorizzativi del progetto prevedono che il materiale proveniente dagli scavi sia allontanato dalle aree di cantiere esclusivamente tramite convoglio ferroviario. Il corridoio attrezzato rappresenta, quindi, il collegamento alla linea ferroviaria per mezzo della quale il materiale sarà trasportato fino ai siti di deposito individuati (ex miniera di S. Barbara, ex Cava Bruni, "Adrastea").

In ottemperanza alle autorizzazioni emesse non è prevista alcuna possibilità di depositare temporaneamente il materiale proveniente dagli scavi nelle adiacenti aree di cantiere, ma si deve provvedere all'immediato allontanamento verso i siti individuati.

11.1.1. Descrizione delle aree di cantiere

11.1.1.1. Area Belfiore

L'area di cantiere di Belfiore rappresenta il cuore dell'intero cantiere del Nodo AV di Firenze. Infatti, essa è delimitata a Nord da via Circondaria, ad Est dal rilevato ferroviario del fascio binari in ingresso alla stazione di Santa Maria Novella, a Sud dal fabbricato della DTP di Firenze e a Ovest da viale Corsica.

Quest'area raggruppa l'ex area Macelli, in cui sorgerà la nuova Stazione AV e l'ex area centrale del latte, in cui è stato installato il campo base.

Le due suddette aree sono tra di loro collegate direttamente dal corridoio attrezzato.

Nell'area ex Macelli sono già presenti alcuni apprestamenti di cantiere e impianti, quali l'impianto di trattamento delle acque di lavorazione, nonché un'area dedicata a poter installare un impianto di betonaggio, in analogia a quanto a suo tempo adottato dal Contraente Generale, previo ottenimento di nuova autorizzazione ambientale (quest'ultima dovrà essere richiesta dall'Appaltatore).

Mentre nell'area ex centrale del latte, ovvero nel campo base, sono già stati installati gli apprestamenti di cantiere costituiti da uffici, dormitori e sale riunioni.

Come si evince dalla seguente figura, gli ingressi che mettono in comunicazione detta area con la viabilità ordinaria e/o le aree contigue risultano essere i seguenti:

- Cantiere Centrale del Latte: attraverso l'incrocio su via Circondaria;
- Cantiere Ex-Macelli: attraverso l'incrocio su via Circondaria.

È da evidenziare che, in caso di emergenza, è prevista l'uscita diretta dal cantiere "ex Macelli" su viale Corsica.

Invece, il corridoio attrezzato mette in collegamento diretto le aree di cantiere con la linea ferroviaria in corrispondenza del raccordo di Rifredi, per l'allontanamento su ferro del materiale da conferire ai siti di deposito o, nel caso di trasporto su gomma, del materiale qualificato quale "rifiuto", con il raccordo autostradale.

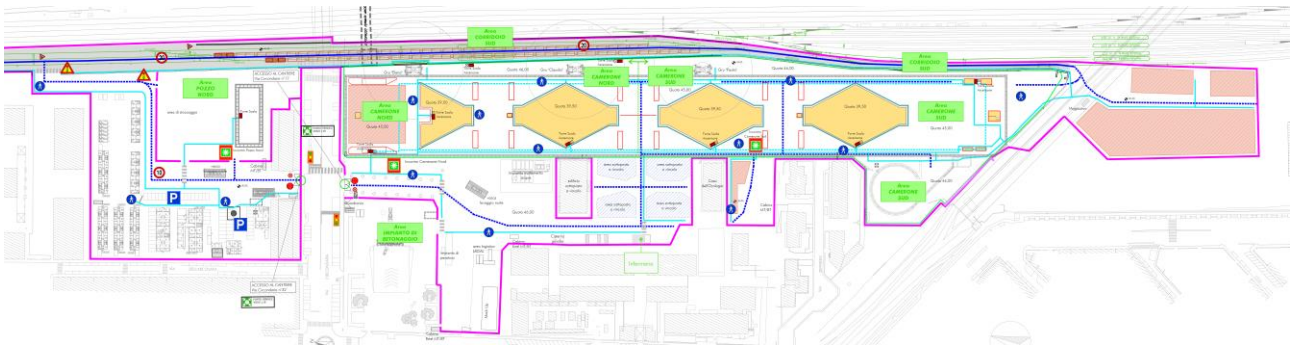


Figura 71 - Planimetria cantiere zona ex Macelli

11.1.1.2. Campo di Marte

L'area di cantiere di Campo di Marte è delimitata a Nord e a Est da via Campo d'Arrigo, a Sud da via Lungo l'Affrico, e ad Ovest dal fascio binari della stazione di Campo di Marte. Questa area rappresenta il cuore logistico di tutta la realizzazione del passante AV. Infatti, da qui, dove è già stato realizzato il pozzo lancio fresa, ha avvio lo scavo meccanizzato in direzione nord, fino al pozzo di smontaggio fresa di Rifredi. Ultimati gli scavi delle gallerie naturali l'area sarà ripristinata con la realizzazione delle gallerie artificiali e trincee di collegamento alla linea AV. Inoltre, è prevista la sistemazione del vecchio scalo merci, la realizzazione del fabbricato tecnologico, la cabina TE e l'intera area triage a supporto della galleria. Questa sarà anche l'area logistica per la realizzazione degli impianti in galleria.

L'area è accessibile da via del Campo d'Arrigo ed è già completamente allacciata alla rete elettrica ed idraulica urbane.

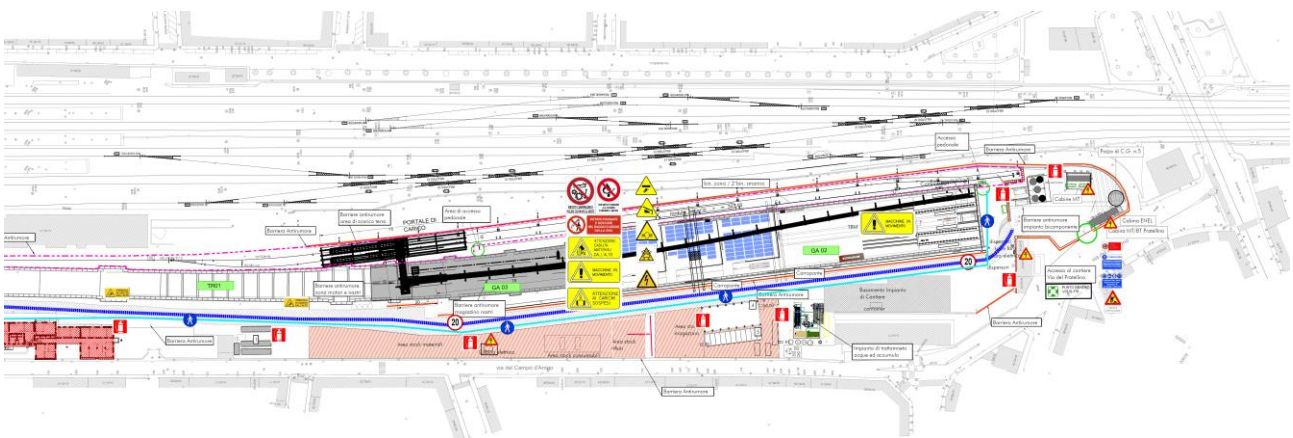


Figura 72 - Stralcio planimetrico dell'area di cantiere di Campo di Marte

11.1.1.3. Rifredi

L'area di cantiere di Rifredi è delimitata a Nord da Viale XI Agosto, a Est da via Sestese, a Sud dal gruppo di edifici che affacciano su via del Sodo e a Ovest dagli attuali binari dell'Alta Velocità Bologna-Firenze. Quest'area accoglie l'area di triage Nord con i relativi fabbricati, un'area a verde e un parcheggio a fruizione pubblica. L'area è già allacciata alla rete elettrica ed idraulica.

Quest'area sarà di accesso e supporto logistico per lo smontaggio della TBM, nella fase di scavo del passante, e per la realizzazione degli impianti ferroviari.



Figura 73 - Stralcio planimetrico area di cantiere Rifredi

11.1.1.4. Santa Barbara

L'area di cantiere di Santa Barbara si sviluppa interamente nell'ex cava di lignite della centrale Enel nel comune di Cavriglia. Quest'area è destinata alla gestione delle terre, ovvero alla caratterizzazione del materiale proveniente dallo scavo della Stazione AV e del passante ferroviario e alla successiva messa a dimora per la formazione della c.d. "Collina Schermo", o all'allontanamento verso i siti individuati per accogliere il materiale non idoneo alla realizzazione di detta collina. L'area è già stata quasi del tutto approntata, in quanto sono già stati realizzati lo scalo ferroviario, su cui si atterreranno i treni per il trasporto delle terre, la viabilità di accesso al "deposito" e alle piazzole per la caratterizzazione del materiale di scavo, le stesse piazzole, gli impianti di trattamento delle acque e parte degli apprestamenti per gli uffici. Come previsto progettualmente, sarà necessario ampliare l'esistente area con la realizzazione di piazzole integrative e baie.

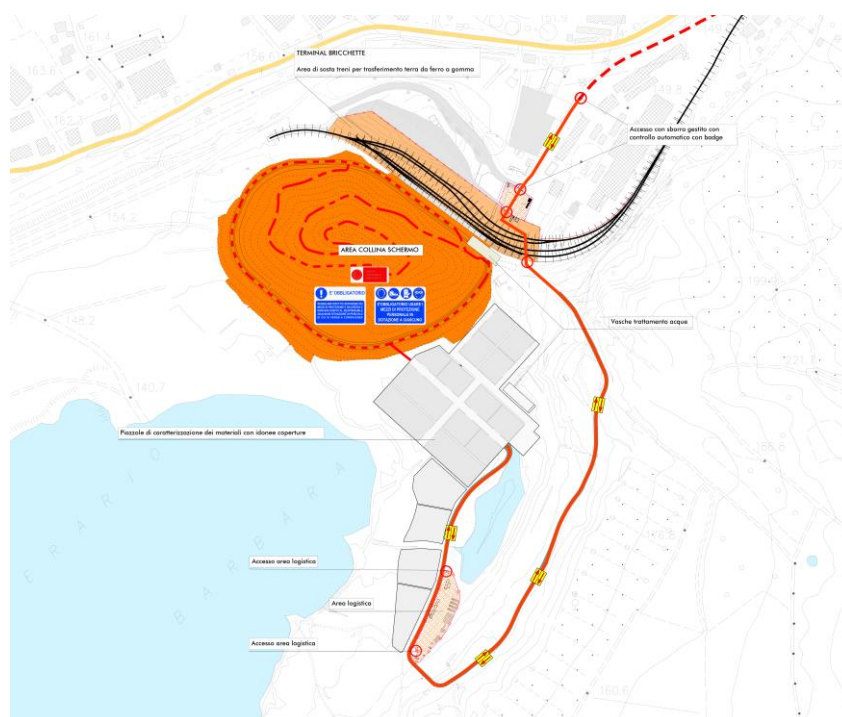


Figura 74 - Stralcio planimetrico dell'area di cantiere di S.Barbara

L'area è accessibile dalla SS 14. ed è già allacciata alla rete elettrica ed idraulica; sarà necessario adeguare gli impianti in ragione dell'ampliamento delle piazzole.

11.1.1.1. Campo base Rovezzano

Per le maestranze e gli addetti impegnati nella realizzazione del Passante AV, che ne vede la direzione operativa a Campo di Marte, sono già stati realizzati gli apprestamenti di cantiere (dormitori) a Rovezzano.

Nel campo base sono disponibili 48 posti letto, un locale per riposo e ricreazione, l'infermeria, la lavanderia e un magazzino.

Il campo è accessibile da v. Corilla ed è già allacciato alla rete elettrica ed idraulica urbane.

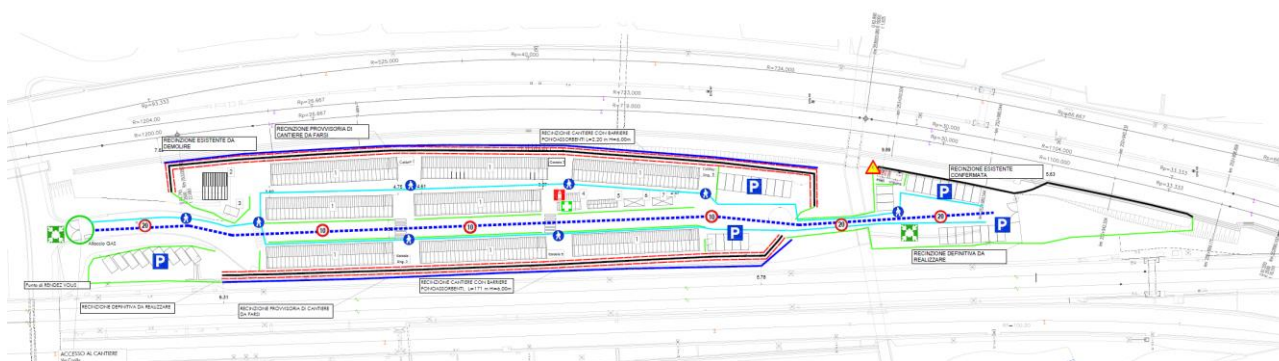


Figura 75 - Planimetrico campo base di Rovezzano

11.1.1.1. Cantieri operativi

Per la realizzazione del Passante AV sarà necessario eseguire interventi preventivi di consolidamento del terreno, finalizzati a ridurre i cedimenti in superficie durante lo scavo.

Questi interventi dovranno essere realizzati al disotto di alcuni edifici presenti in asse del tracciato, ovvero:

- in corrispondenza di alcuni edifici siti lungo via delle Ghiacciaie;
- in corrispondenza di alcuni edifici siti lungo via Cittadella;
- in corrispondenza dei bastioni di Fortezza da Basso;
- in corrispondenza dell'edificio ex Squadra Rialzo di Via Redi;
- in corrispondenza della scuola Ottone Rosai.

Per poter realizzare tali interventi, sarà necessario provvedere all'occupazione temporanea delle aree lungo la viabilità stradale, in corrispondenza del parco di Fortezza da Basso, del parcheggio di Montelungo e del parcheggio di viale Strozzi, e lungo viale Strozzi. In questi cantieri operativi, sarà necessario prevedere idonee barriere antirumore ed antipolvere, finalizzate ad abbattere gli impatti correlati agli impianti di iniezione e di scavo delle trincee, previste per poter realizzare gli interventi.

Analoghi accorgimenti andranno adottati per il cantiere operativo finalizzato alla realizzazione del pozzo di aggotamento lungo viale Strozzi, come anche per il cantiere operativo per la realizzazione dell'adeguamento del Fosso di Quarto (vista l'esiguità dell'intervento, si è preferito non dettagliare questi interventi e per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specifici).

11.1.2. Logistica di costruzione

Come da atti autorizzativi emessi, l'allontanamento del materiale proveniente dagli scavi deve avvenire utilizzando esclusivamente la linea ferroviaria, come anche l'approvvigionamento del materiale da costruzione.

Le diverse viabilità potranno essere utilizzate, solo per ridotti viaggi, per l'approvvigionamento del materiale o per l'allontanamento dei "rifiuti".

In ottemperanza a queste prescrizioni, sono già stati realizzati i collegamenti alla rete ferroviaria dell'area di cantiere della stazione AV, il c.d. corridoio attrezzato, e dell'area di cantiere di Campo di Marte (il tronco ferroviario in adiacenza al pozzo lancio fresca).

Pertanto, il materiale proveniente dallo scavo della stazione AV sarà allontanato tramite treno, utilizzando il corridoio attrezzato e sarà trasportato al terminal di Bricchette, dove sarà successivamente scaricato nelle piazzole per la caratterizzazione. Per l'approvvigionamento dei materiali, sarà utilizzato il medesimo corridoio, lungo il quale potranno transitare anche i mezzi gommati. Visto quanto già ottenuto a suo tempo dal precedente Contraente Generale, sarà possibile proporre l'installazione di un impianto di betonaggio nell'area già individuata, previo ottenimento delle dovute autorizzazioni (queste ultime dovranno essere richieste dall'Appaltatore).

Il collegamento tra il corridoio attrezzato e l'area dei lavori della stazione AV è garantito anche dalle n.3 gru portuali già appositamente predisposte.

Invece, il materiale proveniente dagli scavi del passante sarà allontanato da Campo di Marte, tramite treno, utilizzando il nuovo tronco ferroviario e trasportato anch'esso al terminal di Bricchette. In quest'area di cantiere, il treno sarà caricato grazie al sistema di nastri e tramogge già predisposte.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento dei conci prefabbricati per il rivestimento delle gallerie scavate in meccanizzato, esso potrà avvenire esclusivamente utilizzando la linea ferroviaria e non è prevista alcuna installazione di impianti per la loro prefabbricazione presso queste aree di cantiere.

Nel pianificare il trasporto del materiale utilizzando la rete ferroviaria, si dovranno prevedere un adeguato numero di locomotori e mute per rispettare il numero di convogli giornalieri da movimentare per garantire l'avanzamento continuo degli scavi, soprattutto delle gallerie scavate in meccanizzato. A ciò si aggiungono anche le necessarie manovre di spostamento convogli dai tratti elettrificati, della rete nazionale, ai tratti non elettrificati del corridoio attrezzato e del raccordo ferroviario tra san Giovanni Valdarno e il terminal Bricchette.

Per quanto riguarda il materiale proveniente dagli scavi, non utilizzabile per la realizzazione della Collina Schermo, esso sarà conferito all'ex Cava Bruni, con trasporto ferroviario dal terminal Bricchette fino all'interporto di Prato, nel caso in cui dalla caratterizzazione non risultino rispettati i limiti di cui alla colonna A, tabella 1, allegato 5 alla parte IV, titolo V del D.lgs. 152/2006, ovvero entro i limiti della colonna B della medesima tabella, come anche il volume di materiale in esubero rispetto a quello autorizzato per la realizzazione della collina stessa.

Invece, il materiale proveniente dagli scavi eseguiti nei tratti in cui saranno eseguiti consolidamenti o sarà utilizzata la bentonite per la stabilizzazione del fronte, qualificato come "rifiuto", sarà trasportato, sempre via treno, al sito di Adrastea, direttamente da Campo di Marte. Diversamente sarà trasportato da Bricchette all'esito delle prove di caratterizzazione.

In tutte le principali aree di cantiere, Campo di Marte, Belfiore, ex miniera S. Barbara e Terminal Bricchette, è stato già realizzato un impianto di trattamento delle acque meteoriche, nel quale vengono immesse tutte le acque delle superficie impermeabilizzate di cantiere o della collina schermo, così da garantire la regimazione e controllo delle acque contenenti solidi sospesi, da far separare prima dell'immissione nel ricettore finale (Borro o Mugnone). Solo l'impianto di trattamento acque di Campo di Marte scarica in fognatura.

11.2. MODALITÀ COSTRUTTIVE

11.2.1. Stazione AV

La realizzazione della Stazione AV prevede l'impiego del metodo top-down (letteralmente dall'alto verso il basso). La procedura che avviene normalmente per la realizzazione degli edifici è invertita, prevedendo la realizzazione dei vari impalcati man mano che lo scavo si approfondisce. Infatti, preventivamente sono stati realizzati i diaframmi perimetrali del camerone di Stazione (attualmente già realizzati), per permettere il contenimento del terreno circostante e impedire eventuali cedimenti, ed è stato realizzato il solaio a quota campagna. Il progetto prevede la ripresa degli scavi, già iniziati col progetto stralcio ed attestatisi ca. a quota +31,00 m s.l.m. (in alcuni punti del camerone di stazione la quota di scavo si è attestata a livelli più alti) e procedere con l'abbassamento della quota di scavo una volta inseriti i puntelli provvisori e gli impalcati.

Infatti, il metodo di scavo Top-Down si caratterizza per la realizzazione delle strutture orizzontali d'impalcato una volta raggiunta la relativa quota, in modo che tali strutture possano essere utilizzate come elementi di contrasto per il sostegno delle pareti laterali. Secondo le necessità emerse in fase di analisi dei diaframmi, tali strutture (definitive) vengono integrate con contrasti orizzontali temporanei.

Le opere di contrasto orizzontali temporanee saranno dotate di martinetti disposti in serie in modo da mettere in carico il sistema di puntellazione, regolare e compensare l'entità della reazione di contrasto trasmessa e delle sue variazioni causate da escursioni termiche, viscosità, imperfezioni, ecc.

Le strutture verticali interne (colonne, torri scala e fin beams) vengono invece realizzate dopo il completamento dello scavo (Top-Down modificato). Occorre quindi prevedere strutture temporanee di sostegno degli impalcati. Tali strutture sono costituite da colonne metalliche verticali messe in opera durante la realizzazione dei pali (e messe a nudo durante l'approfondimento dello scavo) e da strutture orizzontali di piano collocate al raggiungimento della relativa quota.

L'appoggio delle strutture d'impalcato definitive, sulle strutture di sostegno temporaneo, avviene mediante l'interposizione di martinetti. Analogamente per quanto riguarda l'appoggio delle stesse sulle strutture di sostegno definitive.

L'impiego dei martinetti permette di:

1. di compensare eventuali cedimenti e/o movimenti verticali relativi che si sviluppassero durante l'esecuzione dell'opera;
2. di effettuare in modo controllato il trasferimento dei carichi dalle strutture di sostegno temporanee a quelle definitive.

Le strutture di sostegno provvisorie sono generalmente rimosse al termine del loro uso. Sono quindi posizionate in modo da non interferire con le strutture definitive che le sostituiranno e in modo da non ostacolare l'esecuzione di queste ultime.

Fanno eccezione le colonne metalliche adiacenti ai diaframmi longitudinali: esse sono collocate in corrispondenza dei futuri fin beams e saranno inglobate in questi, andando a costituirne l'armatura flessionale.

11.2.2. Gallerie

Le gallerie saranno realizzate con metodo di scavo meccanizzato attraverso l'impiego di frese ad attacco integrale con scudo e sostegno del fronte.

Le caratteristiche dei terreni da attraversare, la bassa profondità di scavo, la presenza di numerosi manufatti in superficie sensibili ai cedimenti, i tempi e i costi di costruzione, sconsigliano fortemente l'impiego del metodo di scavo tradizionale, poco efficace per assicurare le necessarie condizioni di stabilità ed evitare rilevanti cedimenti in

superficie, senza ricorrere a pesanti interventi di consolidamento preventivi, in genere molto onerosi in termini di tempi e costi.

Oltre al requisito essenziale della stabilità, la tecnica di scavo delle gallerie deve garantire per la salvaguardia e la funzionalità delle numerose costruzioni e infrastrutture presenti in superficie, il massimo contenimento dei cedimenti. I cedimenti in superficie nascono, come noto, dalle deformazioni del terreno che si sviluppano nell'intorno del profilo di scavo e del fronte, a seguito dell'annullamento della pressione che prima dello scavo il terreno asportato esercitava sul contorno.

La tecnica dello scavo meccanizzato con frese a sostegno del fronte permette di mantenere sempre una pressione sul fronte e di contenere le deformazioni del cavo rivestendo la galleria a brevissima distanza dal fronte con anelli prefabbricati impermeabili, man mano che avanzano gli scavi. Attraverso la stessa contropressione il sistema è anche in grado di tamponare le infiltrazioni d'acqua con l'aiuto di additivi iniettati direttamente nella camera di scavo, che chiudono gli interstizi tra i grani del terreno. In questo modo si evita di turbare le condizioni idrogeologiche e di innescare cedimenti di consolidazione del terreno.

L'adozione della tecnologia meccanizzata per lo scavo delle gallerie comporta l'impiego di schiume, fanghi polimerici o bentonitici, a seconda della tipologia di macchina che si utilizza, e con concentrazioni dipendenti dalle caratteristiche granulometriche e di plasticità dei terreni. In entrambi i casi non si tratta di prodotti classificabili come "rifiuti tossici o pericolosi" secondo le norme vigenti, per cui il terreno misto agli additivi residui verrà trasportato direttamente al deposito già individuato senza speciali accorgimenti.

Il sostegno del fronte sarà realizzato a pressione di terra (EPBS). Si rimanda ai documenti di progetto specifici per dettagli in merito.

Lo studio geotecnico orientato allo scavo meccanizzato è stato finalizzato alla definizione di un quadro completo ed esauriente di tutte le situazioni che si possono riscontrare e alla individuazione dei possibili rischi che ciascuna tecnologia di scavo deve affrontare.

Il tracciato è stato suddiviso in 5 tratte omogenee per condizioni geotecniche, coperture ed interferenze ed all'interno di ciascuna zona sono state riportate oltre alle informazioni stratigrafiche, geotecniche e geomeccaniche secondo l'approccio del metodo ADECO-RS, i risultati delle analisi specifiche per lo scavo meccanizzato segnalando i problemi da affrontare con ciascuna tecnologia, con riguardo a:

- comportamento del terreno in funzione della granulometria;
- collosità;
- condizionamento con schiume e/o polimeri, trovanti e difficoltà di rimaneggiamento;
- perdita di aria compressa durante le manutenzioni.

Non sono stati trascurati, in fase di sviluppo della progettazione esecutiva gli aspetti di seguito elencati:

- elevata possibilità di incontrare terreni incoerenti acquiferi, anche al di fuori dei punti già segnalati dall'indagine, senza alcuna eccezione lungo tutto il tracciato, di dimensioni tali da interessare in tutto o in parte la sezione trasversale delle gallerie. Nel contesto geologico di deposizione, l'incontro di ghiaie o sabbie acquifere durante lo scavo di terreni a grana fine e viceversa, può essere improvviso e non prevedibile, per la difficoltà di determinare con esattezza l'estensione tridimensionale dei diversi materiali, con possibilità di cadute della consistenza del terreno nella camera di scavo dell'EPBS. Questo aspetto mette in evidenza l'importanza di un adeguato sistema di monitoraggio e di condizionamento del terreno;
- le caratteristiche stratigrafico-geotecniche lungo il tracciato, di disomogeneità dei terreni all'interno della stessa sezione di scavo e di gradienti idraulici differenziati, non permettono di affidarsi esclusivamente a modellazioni geotecniche per simulare le condizioni di interazione terreno-macchina; pertanto, la definizione del valore della pressione da applicare al fronte e i restanti parametri di macchina andranno ricercati in fase di scavo e costantemente verificati con il monitoraggio in corso d'opera;

- presenza in alcune zone di argille ad alta plasticità (principalmente nei depositi del Sintema del Lago) che possono creare problemi per il raggiungimento della lavorabilità del terreno nella camera di scavo nel caso di EPB. Ciò richiede lo studio sperimentale di idonei additivi per ovviare al problema;
- probabile presenza di ciottoli di dimensione superiore a 200 mm soprattutto nei depositi dell'Arno.

Si sottolinea che la macchina dovrà, comunque, operare sempre a pressione del fronte ed effettuare l'iniezione del vuoto di coda contemporaneamente alla spinta. I valori della pressione al fronte sono stati opportunamente definiti ed indicati negli specifici elaborati e saranno ritirati in funzione dei monitoraggi in corso d'opera.

11.3. FASI REALIZZATIVE

Le attività di progetto sono suddivise in ragione dei tre macro ambiti di intervento così come illustrate nel seguito.

Macro ambito 1: Stazione AV di Belfiore

1. Realizzazione pali integrativi in fondazione. Esecuzione dei solai M2 nelle testate Nord e Sud. Approfondimento dello scavo fino a quota 30 m s.l.m. nelle due testate e posa in opera delle strutture di contrasto provvisorio nella suddetta zona;
2. Esecuzione delle strutture orizzontali del mezzanino M1 e posa della struttura di contrasto provvisorio a quota 26,5 m s.l.m.. Approfondimento dello scavo fino a quota 19,35 m s.l.m. nella zona delle testate e fino a quota 24,5 m s.l.m. nella zona centrale del camerone;
3. Esecuzione del solettone di fondazione nella zona delle due testate. Approfondimento dello scavo nella zona centrale del camerone fino a quota 20,5 m s.l.m. e completamento del solettone di fondazione;
4. Rimozione della struttura di contrasto a quota 26,5 m s.l.m e passaggio a vuoto della TBM lungo il binario pari. Esecuzione degli infilaggi per il consolidamento delle gallerie a doppio binario Sud;
5. Secondo passaggio in stazione della TBM lungo il binario dispari ed esecuzione dell'allargamento delle gallerie a doppio binario Sud;
6. Esecuzione delle strutture orizzontali del piano banchina B1. Esecuzione delle strutture di elevazione della stazione, compresi i vani scala centrali e laterali. Rimozione delle strutture di sostegno;
7. Completamento dei solai orizzontali intermedi (M3 e livelli tecnologici nelle testate e nei corridoi laterali del camerone);
8. Esecuzione opere civili in aree commerciali in superficie (strutture in elevazione e vano scala a livello 00 e carpenteria metallica a livello 01 e 02) e montaggio copertura metallica;
9. Finiture, rivestimenti ed impianti (elettrici, meccanici, termoventilazione, condizionamento, antincendio, idrico sanitario, scarico acque, impianti elevatori e scale mobili) relativi al camerone di stazione e alle aree commerciali in superficie;
10. Completamento finiture.

Macro ambito 2: Passante AV Firenze

1. Completamento realizzazione consolidamenti, scavo e inserimento centine (ultimi due livelli) del pozzo costruttivo e di ventilazione nord;
2. Terminato lo scavo del pozzo di ventilazione nord si effettuano gli interventi di consolidamento delle due gallerie a doppio binario lato nord (infilaggi per congelamento che si estendono per tutta la lunghezza della galleria di precedenza pari a circa 70 metri). Partendo dal pozzo costruttivo e di ventilazione nord si effettua lo scavo a piena sezione delle gallerie di precedenza lato nord, della camera di manovra ed il getto del rivestimento definitivo predisponendo la sella per la traslazione della TBM;

3. Esecuzione o completamento delle opere di consolidamento degli edifici 165 e 166 (Area Campo di Marte), consolidamento "Ponte al Pino" (Area Campo di Marte), consolidamenti bastioni Rastriglia e Cavaniglia ed edifici in via delle Ghiacciaie, via Cittadella e via Redi (presenti in Area Sud del Passante). Tali consolidamenti consistono in una prima fase di iniezione prima del passaggio della fresa (iniezioni di primo trattamento) e da successive fasi di iniezione durante il passaggio della TBM (iniezioni di compensazione);
4. L'attività di scavo della fresa inizia subito dopo un'iniziale fase di rigenerazione della macchina e del nastro di trasporto ed una fase di test e collaudo della TBM. Lo scavo del passante parte dal pozzo di Campo di Marte con l'esecuzione della canna pari. La fresa raggiunge la Stazione AV di Belfiore nel momento in cui è terminata l'esecuzione del solettone di fondazione e dopo la rimozione della struttura di contrasto provvisoria presente nel camerone a quota 26 m s.l.m.. Giunta la fresa in stazione, si effettua l'attraversamento del camerone sino ad arrivare al pozzo Nord nel quale viene svolta la manutenzione della fresa. Terminata la manutenzione, viene ultimato lo scavo della canna del binario pari, viene smontata la fresa e trasportata per il successivo rimontaggio a sud (Campo di Marte) per lo scavo della canna dispari. Si procede con lo scavo della tratta Sud del binario pari fino in stazione. La TBM viene tralata in stazione sino alla galleria di precedenza binario dispari lato nord che deve essere ultimata prima del sopraggiungimento della fresa. La TBM stessa verrà tralata all'interno della camera di manovra, anch'essa ultimata prima della traslazione della fresa, per potersi allineare ed approssicare lo scavo della canna a singolo binario nord del binario dispari;
5. Da quota +30,0 m.s.l.m. all'interno del camerone in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie di precedenza lato sud si procederà con la realizzazione degli interventi di consolidamento (infilaggi per congelamento), eseguendo progressivamente le perforazioni che si stendono per tutta la lunghezza delle gallerie di precedenza (pari a circa 70 m). Le attività di scavo e rivestimento definitivo delle gallerie di precedenza lato sud si svolgono dopo lo smontaggio della fresa di ogni rispettiva canna, realizzando l'allargo della sagoma doppio binario partendo dalla sezione già scavata dalla TBM;
6. La costruzione dei cunicoli di collegamento (n.9 By-Pass) viene eseguita in due fasi. La prima fase (Fase A) si svolge dopo lo smontaggio della fresa lato pari e consiste nella predisposizione delle canne congelatrici e il rinforzo della canna nella zona corrispondente ai bypass lato pari. La seconda fase (Fase B), che sarà avviata dopo lo smontaggio finale della TBM lato dispari, prevede il completamento del sistema per il congelamento del terreno, il rinforzo della canna dispari, lo scavo ed il rivestimento definitivo dei by-pass;
7. Le attività strutturali e le finiture del pozzo costruttivo e di ventilazione nord sono eseguite dopo il completamento dello scavo meccanizzato e lo smontaggio della fresa. Si eseguono quindi il getto del solettone di fondazione, le strutture interne e le opere di completamento. In questa fase si eseguono anche le vasche di calma e di stoccaggio dei liquidi inquinanti. Entrambe le vasche sono strutture posizionate in superficie;
8. L'esecuzione del pozzo costruttivo e di ventilazione sud avviene al termine della costruzione delle gallerie a doppio binario (di precedenza) lato sud;
9. Le attività relative al torrente Mugnone e all'acquedotto interferente iniziano dopo il secondo passaggio della fresa nell'area di interesse di tali lavorazioni;
10. Dopo aver completato lo scavo meccanizzato e aver smobilitato la fresa, si completano le attività relative al pozzo, alla galleria artificiale e alla Trincea di Campo di Marte;
11. I Fabbricati tecnologici sono eseguiti al termine delle opere civili;
12. Le attività di armamento ferroviario si realizzano al completamento delle opere civili relative all'esecuzione del Passante AV Firenze. Sono previste sei fasi di posa:
 - a. Binario Pari Lato Nord
 - b. Binario Dispari Lato Nord
 - c. Binario Pari Stazione AV Belfiore

- d. Binario Dispari Stazione AV Belfiore
 - e. Binario Pari Lato Sud
 - f. Binario Dispari Lato Sud;
13. Al termine di tutte le opere civili vengono eseguite le lavorazioni relative ad impianti meccanici, luce e forza motrice e le lavorazioni relative alla trazione elettrica (linea di contatto). Tali attività verranno svolte in parallelo con i lavori di armamento ferroviario e termineranno dopo il loro completamento;
14. Gli interventi di adeguamento del tombino di Fosso di Quarto sono indipendenti dalle attività del Passante AV di Firenze e sono previste al termine dello scavo meccanizzato del passante e della sistemazione del torrente Mugnone.

Macro ambito 3: Area di Santa Barbara

Il materiale di scavo della Stazione AV di Belfiore e dello scavo meccanizzato delle due canne del Passante AV di Firenze sono conferite e smaltite presso il deposito definitivo di Santa Barbara. Ai fini della realizzazione della futura collina schermo di Santa Barbara, le attività saranno eseguite secondo i seguenti step di avanzamento:

1. Sistemazione Piazzole per lo scarico temporaneo del materiale di scavo;
2. Scarico delle terre dai convogli e temporaneo deposito sulle piazzole;
3. Messa a dimora in collina del materiale di scavo proveniente dalla Stazione e dal Passante;
4. Demolizione delle Piazzole;
5. Finitura delle Colline tramite copertura con terreno vegetale.

11.4. TEMPI DI COSTRUZIONE

Il cronoprogramma dei lavori è stato redatto sulla base delle attività precedentemente descritte.

La durata complessiva delle lavorazioni è di 2481 giorni naturali e consecutivi (c.a. 83 mesi) decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.

La durata temporale è stata determinata considerando l'impiego di maestranze su 2 turni, per le lavorazioni all'aperto e da eseguirsi nel centro di Firenze, invece, per i lavori da eseguirsi in sotterraneo, sono stati considerati 3 turni di lavoro. Mentre i lavori in sotterraneo procederanno 7 giorni su 7, così come la gestione del materiale proveniente dagli scavi presso il sito di S. Barbara, i lavori c.d. all'aperto saranno svolti nei giorni feriali.

I giorni riportati nel cronoprogramma sono da intendersi naturali e consecutivi.

Il cronoprogramma viene suddiviso tra attività da svolgere per il completamento della Stazione AV Belfiore, l'esecuzione del Passante AV Firenze ed il conferimento del materiale al deposito definitivo del sito dell'ex miniera di S. Barbara:

Stazione AV di Belfiore

- OPERE CIVILI CAMERONE STAZIONE AV: 2322 gg nc;
 - scavo: circa 330 gg nc;
 - esecuzione pali integrativi: 164 gg nc;
 - esecuzione puntelli integrativi: 149 gg nc;
 - realizzazione Mezzanino: 100 gg nc;
 - realizzazione Struttura di Contrasto Provvisoria: 150 gg nc;
 - struttura di Fondazione: Armatura e getto solettone (S1): 260 gg nc;
 - struttura di Elevazione da S1 a M1 e da M1 a Liv 0: 430 gg nc;
 - impianti Elevatori e Scale Mobili: 600 gg nc.
- IMPIANTI CAMERONE STAZIONE AV: 700 gg nc;
- OPERE CIVILI AREE COMMERCIALI STAZIONE AV: 700 gg nc;
- IMPIANTI AREE COMMERCIALI STAZIONE AV: 700 gg nc;
- COPERTURA STAZIONE: 530 gg nc;
- SISTEMAZIONI ESTERNE STAZIONE: 135 gg nc.

Passante AV Firenze

- OPERE CONSOLIDAMENTO EDIFICI / FORTEZZA
 - Fase A:
 - Scavo Trincee + Perforazione: 150 gg nc
 - Iniezioni di primo trattamento: 30 gg nc prima del passaggio della fresa
 - Iniezioni di Compensazione: 30 gg nc durante il passaggio della fresa (binario pari)
 - Ripristino Trincea: 30 gg nc
 - Fase B: Si ripetono le attività svolte in Fase A (a meno delle iniezioni di primo trattamento) durante il passaggio della TBM lungo il binario dispari.

- GALLERIA ESEGUITA IN MECCANIZZATO BINARIO PARI:
 - Scavo e rivestimento (inclusa traslazione all'interno della stazione AV): 769 gg
 - Opere di completamento: 400 gg
 - Opere di finitura: 200 gg
- GALLERIA ESEGUITA IN MECCANIZZATO BINARIO DISPARI:
 - Scavo e rivestimento (inclusa traslazione all'interno della stazione AV): 767 gg
 - Opere di completamento: 400 gg
 - Opere di finitura: 200 gg
- GALLERIE A DOPPIO BINARIO
 - GALLERIE DOPPIO BINARIO TRATTO NORD: 479 gg
 - GALLERIE DOPPIO BINARIO TRATTO SUD: 439 gg
- POZZO CAMPO DI MARTE: 290 gg nc;
- GALLERIA ARTIFICIALE DI CAMPO DI MARTE: 174 gg nc
- TRINCEA CAMPO DI MARTE: 314 gg nc
- BY-PASS GALLERIE LATO NORD E LATO SUD
 - Fase A: Congelamento + Rinforzo Galleria: 75 gg nc. Attività eseguita in successione per i 9 cunicoli di collegamento;
 - Fase B: Congelamento + Rinforzo Galleria + Scavo e Rivestimento definitivo: 105 gg nc. Si procede all'esecuzione in parallelo di quattro by-pass alla volta (due lato nord e due lato sud);
- POZZO COSTRUTTIVO E DI VENTILAZIONE NORD
 - Le attività di scavo, posa centine e consolidamento si eseguono ad inizio progetto: Durata pari a circa 70 gg nc;
 - Le attività di getto del solettone, esecuzione strutture interne e strutture di completamento si eseguono dopo lo smontaggio definitivo della fresa e hanno una durata pari a 175 gg nc;
 - Esecuzione Vasca di calma e Vasca di stoccaggio liquidi inquinanti: 70 gg nc.
- POZZO COSTRUTTIVO SUD: 90 gg nc
- POZZO AGGOTTAMENTO ACQUE VIALE STROZZI: Circa 300 gg nc
- ADEGUAMENTO ACQUEDOTTO MUGNONE: Circa 670 gg nc
- BY-PASS TORRENTE MUGNONE E SISTEMAZIONE TORRENTE: 625 gg nc
- ARMAMENTO GALLERIE: 660 gg nc
- IMPIANTI MECCANICI, LUCE E F.M.: 660 gg nc: tali attività iniziano al termine delle opere civili;
- DEVIAZIONE ED INTERVENTI FOSSO DI QUARTO: 265 gg nc
- TRAZIONE ELETTRICA GALLERIE (LINEA DI CONTATTO): 280 gg nc

Area di Santa Barbara

I materiali di scavo della Stazione AV di Belfiore e dello scavo meccanizzato delle gallerie naturali del Passante AV di Firenze sono conferiti e smaltiti presso il deposito definitivo di Santa Barbara.

Si evidenzia che, con l'attuale configurazione della rete ferroviaria, il sito di deposito di Santa Barbara sarà raggiunto utilizzando l'esistente corridoio attrezzato. I convogli raggiungeranno la fermata di S. Giovanni Valdarno, per cambio motrice, per percorrere successivamente il tronco ferroviario di Enel fino allo scalo di Bricchette della ex miniera di S. Barbara. Nello scalo di Bricchette, i container saranno svuotati, previo trasporto su gomma, sulle adiacenti piazzole per la caratterizzazione. Successivamente alla fase di caratterizzazione, inizia la messa a dimora in collina del materiale di scavo. Tale attività si svolge per tutta la durata dello scavo della stazione e delle gallerie naturali in meccanizzato.

Terminata la messa a dimora in collina, verranno demolite le piazzole ed effettuate le finiture delle colline tramite copertura con terreno vegetale (durata stimata pari a circa 240 gg nc per ognuna di queste attività)

12. GESTIONE DEL MATERIALE SCAVATO

12.1. GENERALITÀ

Il materiale proveniente dallo scavo della Stazione AV, del Passante ferroviario e delle opere annesse, ad eccezione di quello indetificato quale "rifiuto", sarà trasportato nell'ex miniera di S. Barbara. Il trasporto avverrà per mezzo di convogli ferroviari che saranno caricati nei pressi del cantiere della Stazione AV e nella zona di arrivo dei nastri trasportatori di galleria a Campo di Marte. Come previsto dal PUT, approvato dal MATTM il 04/04/2018 con DVA 7889, il materiale proveniente dagli scavi sarà utilizzato per la costruzione della collina schermo dell'ex miniera di Santa Barbata, se di caratteristiche conformi alle concentrazioni di soglia di contaminazione (CSC) di cui alla colonna A, tabella 1, allegato 5 alla parte IV, titolo V del D.lgs. 152/2006.

Come da previsioni del PEO, il materiale proveniente dagli scavi della stazione non presenta evidenti contaminazioni e dovrebbe essere conforme alle CSC di cui a detta colonna A di riferimento.

Invece, il materiale proveniente dallo scavo meccanizzato, poiché additivato con altro materiale "antropico", prima di poter essere riutilizzato, come da procedura approvata dall'Osservatorio Ambientale a seguito delle sperimentazioni condotte con il CNR, deve essere temporaneamente depositato nelle piazzole presenti in adiacenza all'area di realizzazione della collina, affinché venga disidratato e, dopo 28 giorni, previa analisi, possa essere allocato definitivamente, in quanto avente caratteristiche conformi alle CSC richieste.

Il materiale proveniente dagli scavi non classificato quale rifiuto e non conforme alle CSC di cui alla colonna A, tabella 1, allegato 5 alla parte IV, titolo V del D.lgs. 152/2006, ma alla colonna B, sarà conferito presso la ex cava Bruni di Serravalle Pistoiese. In questo sito sarà conferito anche il materiale proveniente dagli scavi in esubero al 1.350.000 m³ (volume in cumulo) autorizzati per la realizzazione della collina schermo (circa 200.000 mc sono già stati posati con i lavori del Progetto Stralcio).

Invece, il materiale classificato quale "rifiuto" sarà conferito a centri di riciclaggio o al sito di Pomezia, come nel caso del materiale proveniente dallo scavo meccanizzato non conforme alle CSC indicate.

Di seguito una sintesi del volume di materiale in banco movimentato:

Tipologia di scavo	Cantiere di riferimento	Volume [m ³]
Scavo meccanizzato con TBM	Scavo gallerie Passante AV	699.648
Scavo in tradizionale	Scavo Stazione AV	269.161
	Scavo Gallerie artificiali e trincee	55.072
	Rilevato Campo di Marte	7.626
	Scavo collegamenti trasversali	3.966
	Scavo by-pass Mugnone	88.810
	Scavo gallerie doppio binario	33.507
	Scavo opere annesse	60.185
Totale meccanizzato	699.648	
Totale in tradizionale	518.327	
TOTALE	1.217.975	

Tabella 16 - Volumi di scavo movimentati verso i siti di deposito

Impiego	Volume [m ³]	Sito di caratterizzazione
Realizzazione collina schermo	784.576	ex miniera di S. Barbara
Eccedenza colonna A + colonna B + rifiuto	433.399	ex miniera di S. Barbara
TOTALE	1.217.975	

Tabella 17 - Materiale gestito presso il sito di S.Barbara

12.2. VIABILITÀ PER IL TRASPORTO DEL MATERIALE

12.2.1. Generalità

In generale, il cantiere per le opere del sottoattraversamento si sviluppa in modo tale da concentrare il più possibile le attività nell'ambito dell'area di cantiere stesso. Ci si riferisce in particolare all'impiego del corridoio attrezzato per il caricamento del materiale di scavo di Stazione e il trasporto presso il sito di S. Barbara.

Il materiale di scavo proveniente dal passante sarà convogliato, per mezzo di nastri trasportatori, in appositi convogli ferroviari allocati nel cantiere di Campo di Marte. Il suddetto materiale sarà inviato anch'esso presso il sito di realizzazione della collina schermo di S. Barbara.

12.2.2. Movimentazione dei materiali interni al cantiere

L'approvvigionamento dei materiali da costruzione avverrà principalmente attraverso l'infrastruttura ferroviaria e mezzi gommati. Presso il cantiere di Campo di Marte, sono installati due carriponte che permetteranno la movimentazione dei materiali. In particolar modo, le suddette gru a ponte procederanno allo scarico dai convogli ferroviari dei conci prefabbricati per la realizzazione delle gallerie a singolo binario. Per mezzo delle stesse attrezzature si procederà al caricamento dei conci sui convogli che approvvigionano la TBM. In tal modo, si limitano i flussi di traffico su gomma.

12.2.3. Movimentazione dei materiali esterni al cantiere

La movimentazione del materiale, sia in entrata che in uscita dalle aree di cantiere, sarà gestita attraverso il corridoio attrezzato per i lavori di Stazione, e tramite gli ingressi alle relative aree per le due zone di imbocco.

12.3. FLUSSI DI TRAFFICO

12.3.1. Movimentazione dei materiali

Le tipologie di materiale che si prevede di movimentare nell'area di carico e scarico sono le seguenti:

- **In entrata al cantiere:**
 - acciai da armatura e pezzi speciali;
 - carpenteria metallica e pannelli per la realizzazione della copertura di stazione;
 - cemento;
 - materiale per le finiture di stazione;
 - conci prefabbricati;
 - materiali per impianti ferroviari.
- **In uscita dal cantiere:**
 - materiale di scavo.

13. IMPIANTI DI COLLEGAMENTO CON RETI ESTERNE

Poiché le attività oggetto del presente progetto esecutivo riguardano essenzialmente la ripresa di lavori avviati nel 2010 e di fatto sospesi nel 2018, tutte le aree di cantiere ed i relativi apprestamenti risultano già collegati alle reti approvvigionamento elettrico ed idrico.

14. INTERFERENZE

14.1. RILIEVO DELLE INTERFERENZE ESISTENTI

Si riporta di seguito un inquadramento delle varie linee di sottoservizi interferiti, suddivisi per aree di cantiere.

È stata svolta un'indagine conoscitiva con richiesta ai seguenti enti, ipotetici possessori di infrastrutture in loco:

1. Enel;
2. Publiacqua – Acquedotto;
3. Publiacqua – Fognatura;
4. Snam;
5. Telecom Italia;
6. Toscana Energia;
7. Silfi – Società Illuminazione Firenze;
8. Terna;
9. Comune di Firenze.

14.2. OPERE DI SALVAGUARDIA FORTEZZA DA BASSO

Si riporta di seguito un inquadramento delle varie linee di sottoservizi presenti nelle aree interessate dai lavori di realizzazione delle trincee per gli interventi di Compensation Grouting a salvaguardia dei bastioni della Fortezza da Basso.

14.2.1. Trincea 1

Le interferenze individuate sono le seguenti:

Interferenza 2.51: linea di alimentazione dell'illuminazione pubblica e punti luce a servizio del giardino della Fortezza. Tale interferenza è costituita da una linea elettrica BT protetta da una tubazione corrugata in PVC di diametro approssimativamente di 100mm e posata ad una profondità indicativa di circa 0,80m. Dato che la linea in questione è interferente con la trincea n.1, prima delle attività di scavo della stessa sarà pianificato l'intervento della SilFi (Società Illuminazione Firenze), in qualità di ente gestore per lo spostamento della linea interferente in posizione compatibile con l'attività di scavo. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di SilFi e alla successiva condivisione da parte della Committente RFI spa.

Interferenza 2.56: linea comunale di irrigazione dei giardini pubblici della Fortezza. Tale interferenza è costituita dalla linea di tubazioni in PVC di diametro approssimativamente di 1" posata ad una profondità indicativa di circa 0,50m, dalla linea elettrica a 12V per l'avvio di tale impianto e dagli irrigatori.

Prima dell'avvio dei lavori saranno dismessi i settori n. 19 e 20, mentre saranno spostati dalla società Infrarail Firenze gli irrigatori interferenti con il sedime del cantiere posizionati nei settori n. 12, 17 e 18. Dopo i lavori di

consolidamento del bastione Cavaniglia, sarà ripristinato il sistema di irrigazione attuale, direttamente dalla società Infrarail Firenze.

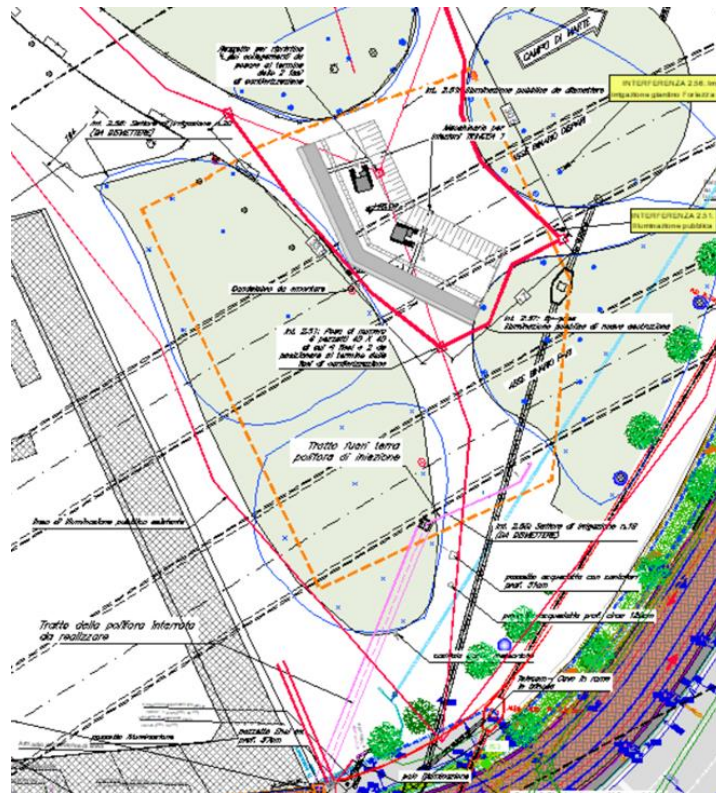


Figura 76 - Interferenza 2.51 - 2.56

Interferenza 2.82: In conseguenza della modifica al percorso di accesso al cantiere n. 1, si rende necessario rimuovere provvisoriamente un lampione e un albero in quanto interferenti con il transito dei mezzi di cantiere. Dette lavorazioni faranno seguito all’emissione del preventivo dei lavori da parte di SilFi per lo spostamento del lampione e del preventivo di una società specializzata per l’abbattimento del taglio interferente.



Figura 77 - Interferenza 2.82

Interferenze 2.77 e 2.80: interferenze della rete di illuminazione pubblica SILFI, costituita da una linea elettrica BT protetta da una tubazione corrugata in PVC di diametro approssimativamente di 100mm e posata ad una profondità indicativa di circa 0,80m, con gli interventi da eseguire nei pressi dello spigolo del bastione Cavaniglia, per la realizzazione dell’ultimo tratto della polifora di collegamento tra i cantieri 1 e 2. Dette lavorazioni faranno seguito all’emissione del preventivo dei lavori da parte di SilFi e alla successiva condivisione da parte della Committente.

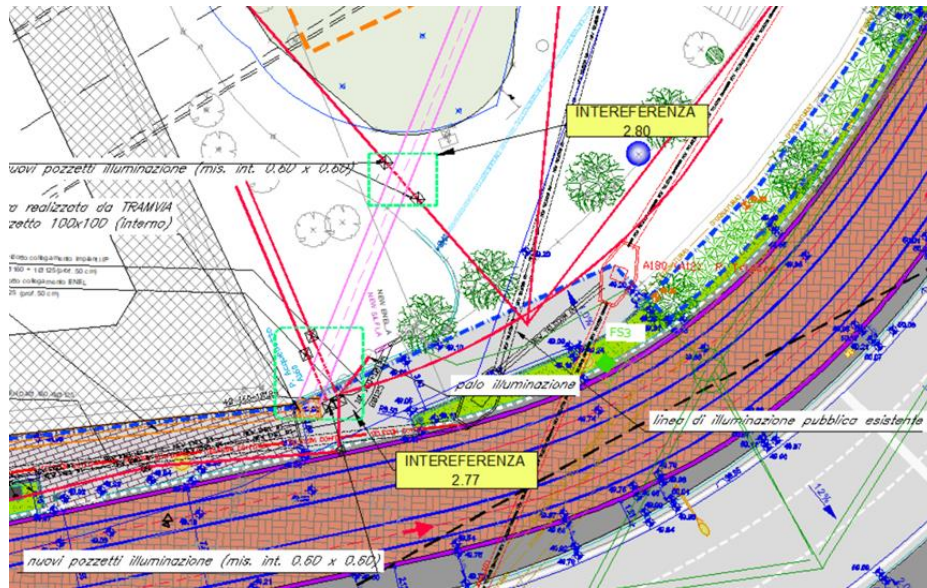


Figura 78 - Interferenza 2.77 - 2.80

14.2.2. Trincea 2

Le interferenze individuate sono le seguenti:

Interferenza 2.57: linea di alimentazione dell'illuminazione pubblica e faretti a servizio del giardino della Fortezza. Tale interferenza è costituita da una linea elettrica BT protetta da una tubazione corrugata in PVC di diametro approssimativamente di 100mm e posata ad una profondità indicativa di circa 0,80m. Dato che la linea in questione è interferente con la trincea n.2, prima delle attività di scavo della stessa sarà pianificato l'intervento della SilFi (Società Illuminazione Firenze), in qualità di ente gestore per lo spostamento della linea interferente in posizione compatibile con l'attività di scavo. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di SilFi e alla successiva condivisione da parte della Committente.

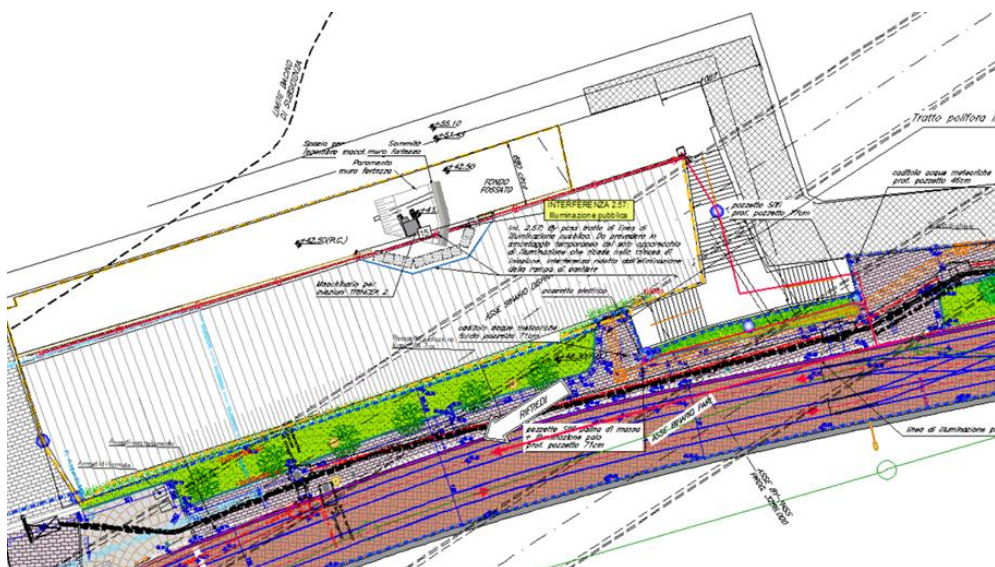


Figura 79 - Interferenza 2.57

Interferenza 2.83: pubblica illuminazione interferente con il raggio d'azione dell'autogrù che dovrà posizionarsi in corrispondenza dell'ingresso "Porta a Faenza" per la movimentazione dei mezzi d'opera e vari materiali, necessari per l'allestimento del cantiere e per la sua operatività. Tale interferenza è costituita da n. 4 candelabri posti ai due lati del suddetto ingresso e da un palo di pubblica illuminazione con telecamera di videosorveglianza collocato in piazza Bambini di Beslan. Sarà pianificato l'intervento della SilFi (Società Illuminazione Firenze), in qualità di ente gestore, per lo spostamento della linea interferente in posizione compatibile con l'attività di scavo. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di SilFi e alla successiva condivisione da parte della Committente.

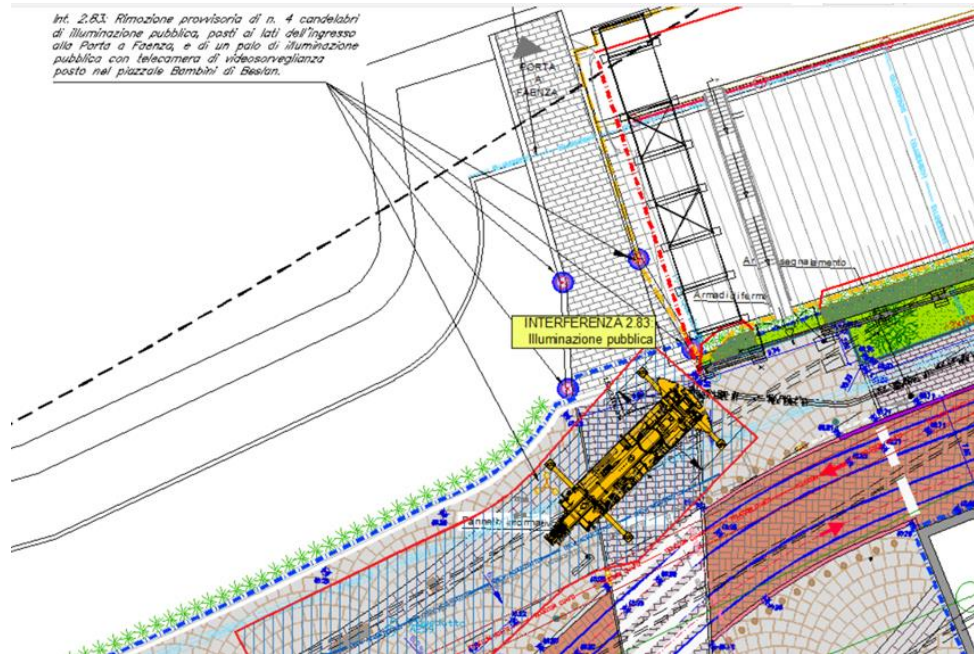


Figura 80 - Interferenza 2.83

14.2.3. Trincea 3

Le interferenze individuate sono le seguenti:

Interferenza 2.58 e 2.59: linee di alimentazione dell'illuminazione pubblica e linee di f.o. del Comune di Firenze. Tali interferenze sono costituite da linee protette da una tubazione corrugata in PVC di diametro approssimativamente di 100mm e posata ad una profondità indicativa di circa 0,80m. Dato che la linea in questione è interferente con la trincea n.3, prima delle attività di scavo della stessa sarà pianificato l'intervento della SilFi (Società Illuminazione Firenze), in qualità di ente gestore per lo spostamento della linea interferente in posizione compatibile con l'attività di scavo. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di SilFi e alla successiva condivisione da parte del Committente.

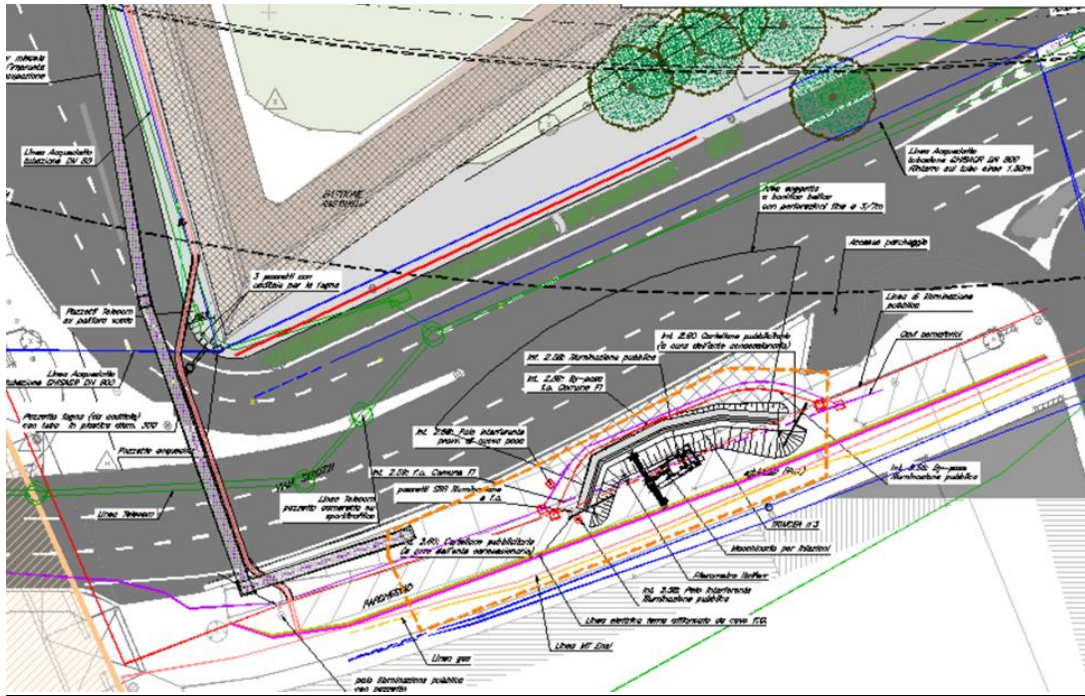


Figura 81 - Interferenza 2.58 - 2.59

Interferenza 2.60: cartelloni pubblicitari gestiti dalla Società IPAS (Ex. Sercom) Firenze. Tale interferenza è costituita da due insegne pubblicitarie di dimensioni indicative di 4m x 3m, posizionate su un supporto circolare metallico ad un'altezza di circa 2m. Dato che le insegne in questione sono interferenti con la trincea n.3, prima delle attività di scavo della stessa, sarà pianificato l'intervento della IPAS Firenze, in qualità di ente gestore per lo spostamento delle insegne in posizione compatibile con l'attività di scavo. Dette lavorazioni sono a carico della IPAS.

14.2.4. Trincea 4

Le interferenze individuate sono le seguenti:

Interferenza 2.50: Tale interferenza è costituita da una linea elettrica BT protetta da una tubazione corrugata in PVC di diametro approssimativamente di 120mm e posata ad una profondità indicativa di circa 0,80m. Dato che la linea in questione è interferente con la trincea del Bastione Rastriglia, prima delle attività di scavo della stessa sarà pianificato l'intervento di ENEL, in qualità di ente gestore per lo spostamento della linea interferente in posizione compatibile con l'attività di scavo. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di ENEL e alla successiva condivisione da parte del Committente.

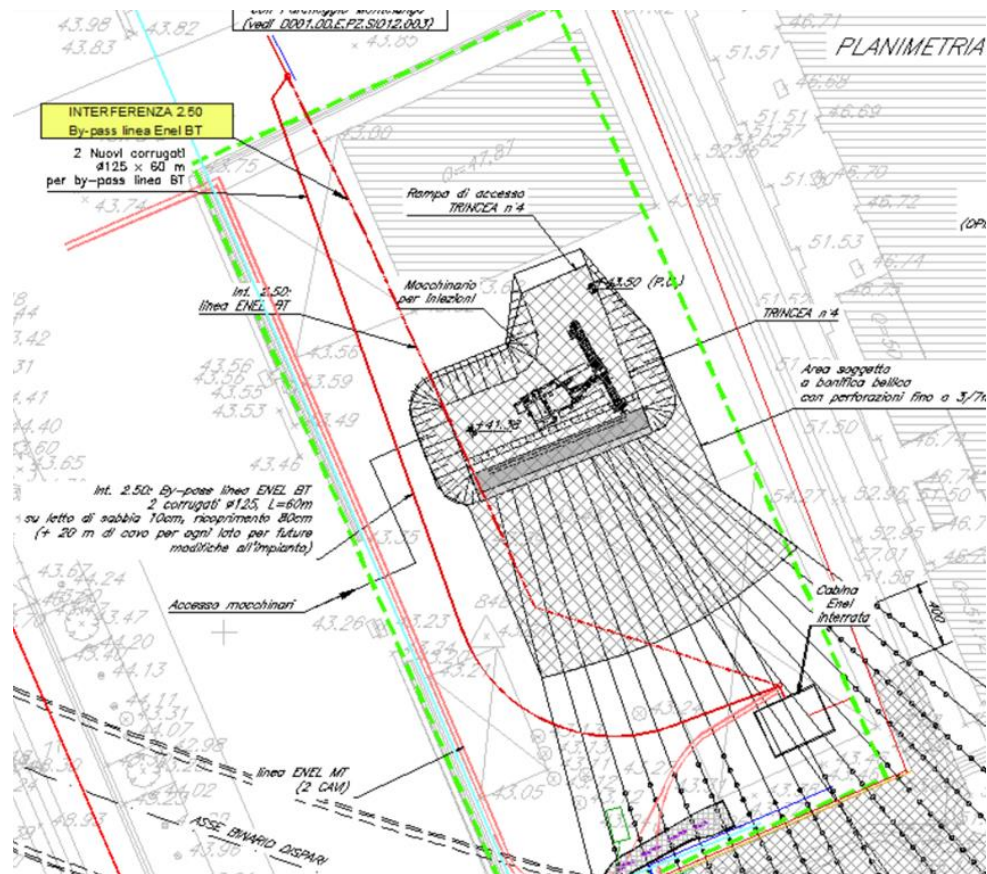


Figura 82 - Interferenza 2.50

Interferenza 2.70: lo scavo della trincea n.4 è previsto, in parte, in un'area attualmente adibita a parcheggio dei veicoli, e gestita dalla Società Firenze Parcheggi. Come concordato nelle riunioni pregresse, tutte le opere civili necessarie per spostare la cassa automatica ed i varchi in uscita in una posizione compatibile con l'attività del cantiere ed i lavori per ripristinare, a fine intervento, il piazzale allo stato attuale sono a carico di Infrarail Firenze, mentre il montaggio delle apparecchiature specialistiche e gli impianti dati/alimentazione elettrica sono a carico dell'ente gestore. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di Skidata e alla successiva condivisione da parte della Committente.

MT è compresa tra 105 -130 cm contro i 77 cm del piano di posa della polifora. Pertanto, la risoluzione dell'interferenza 2.71 non è più necessaria.

14.3. ADEGUAMENTO FOSSO DI QUARTO

Si riporta di seguito un inquadramento delle varie linee di sottoservizi presenti nelle aree interessate dai lavori necessari per l'esecuzione del tombino scatolare 3x2,5 in sostituzione al tombino esistente 1,45x1,45 sottostante la sede stradale di Via Lorenzini, adiacente al Viale XI Agosto.

Interferenza 3.30: tale interferenza è costituita da due cavi della linea elettrica di MT protetti ognuno da una tubazione corrugata in PVC di diametro di 160mm e posata ad una profondità indicativa di circa 1m. Dopo la risoluzione dell'interferenza con l'acquedotto, verrà eseguito lo spostamento dei cavi di MT. I cavi saranno posati al di sotto dello scatolare prefabbricato con quattro corrugati del diametro 200 così come concordato con l'ente gestore. Due corrugati saranno utilizzati per ospitare i cavi, mentre gli altri due corrugati saranno utilizzati per eventuali future riparazioni. Le giunzioni saranno eseguite ad una distanza di circa 38 m dall'asse del tombino. Le opere civili sono a carico di Infrarail Firenze, mentre le attività specialistiche verranno eseguite da ENEL. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di ENEL e alla successiva condivisione da parte della Committente.

Interferenza 3.40: tale interferenza è costituita da tre tubi in pvc rigidi di cui uno con cavi in FO disposti ad una profondità indicativa di circa 80cm. Dato che la linea in questione è interferente con il nuovo scatolare ed il muro di sostegno, sarà dapprima eseguito uno spostamento provvisorio da parte dell'ente gestore e successivamente, dopo l'esecuzione del nuovo scatolare ed il completamento del muro di sostegno, verrà eseguito lo spostamento definitivo dei cavi. Dove il ricoprimento dei cavi è inferiore al ricoprimento minimo previsto, i cavi saranno protetti meccanicamente con getto di cemento armato. Le operazioni di scavo e rinterro sono a carico di Infrarail Firenze mentre le attività specialistiche verranno eseguite da Telecom. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di Telecom e alla successiva condivisione da parte della Committente.

Interferenza 3.50: Tale interferenza è costituita dalla linea interrata di illuminazione pubblica sottostante l'attuale arginello in sx della Via Lorenzini ad una profondità indicativa di circa 50cm. Si prevede di predisporre un corrugato del diametro di 110mm lungo circa 78m e di due pozzetti 50x50 di intercettazione della linea esistente a monte e a valle dell'intervento. Dato che la linea in questione è interferente con il nuovo scatolare e con il muro di sostegno, verrà disposta la deviazione provvisoria della linea per poter eseguire il nuovo scatolare e, in seguito, verrà eseguito lo spostamento definitivo del cavo. Dove i cavi non avranno un ricoprimento sufficiente saranno protetti con un bauletto di calcestruzzo armato con rete, come in corrispondenza del tombino. Nei tratti non ricadenti in corrispondenza del muro, saranno posti al di fuori della sede stradale ovvero tra la canaletta alla francese prevista e la recinzione della proprietà privata. Le opere civili sono a carico di Infrarail Firenze mentre le attività specialistiche verranno eseguite da Silfi. Dette lavorazioni faranno seguito all'emissione del preventivo dei lavori da parte di SILFI e alla successiva condivisione da parte della Committente.

14.4. FOGNATURA VIA DEL SODO

Si rende necessaria la realizzazione della nuova fognatura per gli allacci degli alloggi RFI situati nella zona di via del Sodo.

Precedentemente lo smaltimento dei reflui di tali proprietà (RFI e Falegnameria) si immetteva nel Fosso di Quarto attraverso un canale preesistente a cielo aperto, interferente e pertanto rimosso durante i lavori di realizzazione dei lavori del Lotto 1 – Scavalco.

La nuova fognatura è dimensionata per smaltire i liquami provenienti da tali edifici e verranno convogliati nella nuova vasca di sollevamento di via del Sodo.

Nel tratto ancora da realizzare sono presenti i seguenti sottoservizi:

- cavi Enel MT;
- cavi Enel BT;
- acquedotto Publiacqua.

che verranno non risultano interferenti con l'opera da realizzare.

14.5. CONSOLIDAMENTO EDIFICI

Si riporta di seguito un inquadramento delle varie linee di sottoservizi presenti nelle aree interessate dai lavori necessari per il consolidamento degli edifici di via Cittadella e via delle Ghiacciaie e che potrebbero essere interferenti.

14.5.1. Edifici 22, 24

I sottoservizi presenti nella zona interessata dalle lavorazioni sono i seguenti:

- linea elettrica Silfi per l'impianto di illuminazione pubblica;
- condotta di gas dismessa e non più utilizzata dalla società Toscana Energia;
- condotta di gas in MBP, gestita dalla società Toscana Energia, costituita da tubazione DN 400 Acc.;
- condotta di gas in BP, gestita dalla società Toscana Energia, costituita da tubazione DN 300 Acc.;
- linea Telecom, costituita da cavi posizionati ad una profondità di cca. 100 cm;
- fognatura pubblica, gestita dalla società Publiacqua, costituita da una condotta MUR 1200 x 800 e da una condotta PVC R250;

e risultano non essere interferenti con le attività di realizzazione del suddetto pozzo che con le operazioni di perforazione ed iniezione della miscela nel terreno (vedasi l'elaborato di riferimento NF1W.00.E.ZZ.PZ.SI0150.001.

14.5.2. Edificio 29

Di seguito sono elencate le interferenze relative alla trincea di consolidamento del terreno sottostante l'edificio 29.

Interferenza 4.10: Linea Telecom

Tale interferenza è costituita dai cavi Telecom presenti lungo via delle Ghiacciaie, alla profondità di circa 80 cm, interferenti con i lavori di realizzazione della trincea e con gli interventi di consolidamento del terreno sottostante l'edificio 29. Si prevede di eseguire un by-pass definitivo della lunghezza di circa 24 m tale da aggirare tutta l'area dell'intervento; in corrispondenza del cambio di direzione dei cavi verrà collocato un pozzetto 60x60 in ghisa e con chiusura a spicchi.

Interferenza 4.20: Linea Gas DN 200 Acc. MPB

Interferenza con la rete Gas gestita dalla società Toscana Energia, costituita da una condotta con tubazione DN 200 Acc. MPB posata ad una profondità indicativa di circa 110cm. La condotta risulta essere interferente con lo scavo della trincea per il consolidamento del terreno sottostante l'edificio 29. Il progetto e gli interventi di risoluzione saranno gestiti dalla società Toscana Energia S.p.A. in qualità di gestore della rete gas nell'intero territorio del Comune di Firenze. La scelta del tipo di intervento sarà in funzione delle caratteristiche tecniche della macchina che andrà ad eseguire le perforazioni ed il consolidamento.

Gli altri sottoservizi presenti nella zona di intervento Compensation Grouting per l'edificio 29 ma non interferenti con le lavorazioni sono:

- linea Elettrica Silfi realizzata in aereo con corde di acciaio e cavi ancorati in parte sulla facciata dell'edificio ed in parte su pali di illuminazione pubblica;
- linea Enel BT 3x125+63Pb, gestita dalla società E-Distribuzione, posizionata sotto il marciapiede dell'edificio;
- condotta di gas in BP, gestita dalla società Toscana Energia, costituita da tubazione DE 180 Pe posata a ridosso del marciapiede;
- condotta di gas dismessa e non più utilizzata dalla società Toscana Energia;
- fognatura pubblica, gestita dalla società Publiacqua, costituita da una condotta MUR 1000 x 700;
- acquedotto, gestito dalla società Publiacqua, costituita da una condotta in ghisa grigia 80.

14.5.3. Edificio 35

Di seguito sono elencate le interferenze relative alla trincea di consolidamento del terreno sottostante l'edificio 35.

Interferenza 4.30: Linea Gas BP

Interferenza con la rete Gas BP gestita dalla società Toscana Energia, costituita da una condotta con tubazione DN 150 Acc. BP posata ad una profondità indicativa di circa 90-110 cm. La condotta risulta essere interferente con lo scavo della trincea per il consolidamento del terreno sottostante l'edificio 35. Si prevede di spostare la condotta verso il marciapiede dell'edificio 35 in modo da lasciare libera l'area dell'intervento. Lo spostamento verrà realizzato dalla società Toscana Energia S.p.A. in qualità di gestore della rete gas nell'intero territorio del Comune di Firenze a seguito della redazione di un loro progetto e dell'ottenimento nelle necessarie autorizzazioni.

Interferenza 4.40: Acquedotto

Interferenza con la condotta d'acqua gestita dalla società Publiacqua, costituita da una tubazione in ghisa Ø 80 e posta ad una profondità di circa 80-100 cm. La condotta risulta essere interferente con lo scavo della trincea per il consolidamento del terreno sottostante l'edificio 35. Si prevede di realizzare un by-pass in modo da poter aggirare tutta l'area dell'intervento. Il by-pass verrà realizzato dalla società Publiacqua S.p.A. che gestisce la rete idrica del territorio comunale di Firenze.

Gli altri sottoservizi presenti nella zona di intervento Compensation Grouting per l'edificio 35 ma non interferenti con le lavorazioni sono:

- linea Elettrica Silfi realizzata in aereo con corde di acciaio e cavi ancorati in parte sulla facciata dell'edificio ed in parte su pali di illuminazione pubblica;
- linea Enel BT 3x125+63Pb, gestita dalla società E-Distribuzione, posizionata sotto il marciapiede dell'edificio;
- condotta di gas dismessa e non più utilizzata dalla società Toscana Energia;
- fognatura pubblica, gestita dalla società Publiacqua, costituita da una condotta SCO 950 x 1250;
- linea Telecom, costituita da cavi posizionati sotto il marciapiede ad una profondità di cca. 100 cm.

14.5.4. Edificio 174

I sottoservizi presenti in prossimità dell'edificio 174 sono i seguenti:

- condotte di scarico acque meteoriche, con pozzetti prefabbricati aventi dimensioni interne 80x80x150;
- acquedotto, condotta posizionata in prossimità degli edifici 174B, 174E e 174D;
- nuovo acquedotto, condotta realizzata a seguito dei lavori della linea T2 della Tramvia in area Belfiore;
- fognatura, condotta costituita da una tubazione in PVC Ø 125;

- cavi Enel BT, attraversamento costituito da 3 tubi Ø 160;

e risultano non essere interferenti con le attività di realizzazione della trincea e con le operazioni di perforazione ed iniezione della miscela nel terreno.

14.5.5. Sottoservizi Viale Corsica – Scuola Ottone Rosai

Dall'indagine svolta insieme agli enti gestori i sottoservizi presenti, fognatura scuola Ottone Rosai, impianto Silfi di illuminazione pubblica e la tubazione di scarico acque meteoriche, non sono interferenti con le attività di realizzazione della trincea e con le lavorazioni di consolidamento del terreno sottostante la struttura della scuola Ottone Rosai.

15. BONIFICA ORDIGNI BELLICI

La maggior parte delle bonifiche belliche sulle principali aree di cantiere è stata effettuata dal Contraente Generale. Le aree in cui si prevede di effettuare un'indagine bellica prima dell'avvio delle lavorazioni sono principalmente quelle relative ai consolidamenti da effettuarsi sotto agli edifici esistenti, la trincea n°4 per i consolidamenti alla Fortezza da Basso, il by-pass del torrente Mugnone ed interventi minori. In particolare, le aree che prevedono un'indagine sono:

- l'area circostante al pozzo di via Cittadella;
- l'area soggetta ai consolidamenti per l'edificio 29;
- l'area soggetta ai consolidamenti per l'edificio 35;
- l'area soggetta ai consolidamenti per l'edificio 174;
- l'area soggetta ai consolidamenti per la scuola Ottone Rosai;
- l'area del by-pass Mugnone;
- l'area per la realizzazione del tombino di Fosso di Quarto;
- l'area per la realizzazione del pozzo di raccolta e smaltimento delle acque in galleria;
- l'area relativa alla trincea 4 per i consolidamenti alla Fortezza da Basso e il tratto di polifora che collega la trincea 3 e 4, per il tratto dal bastione Rastriglia al piazzale Montelungo.

La bonifica si suddividerà in:

1. bonifica superficiale (propedeutica a qualsiasi bonifica profonda) per la ricerca, localizzazione e lo scoprimento di mine, ordigni o manufatti bellici interrati, sia in terra che in acqua, fino a 1,00 m di profondità dal p.c. con l'impiego di apparati rivelatori da eseguirsi su tutta l'area interessata dai lavori, compresa la fascia di sicurezza di m 1,50 lungo il perimetro della predetta area, ove possibile.
2. bonifica di profondità, in terra, per la ricerca, localizzazione e lo scoprimento di mine, ordigni e altri manufatti bellici mediante: trivellazione fino a 6,40 m, con garanzia fino a 8,00 m a partire dal p.c. e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi nelle zone dove è prevista la realizzazione del pozzo, e comunque con limiti e metodologie prescritti dal Genio Militare competente. La maglia delle trivellazioni è 2,8x2,8m.

La tipologia di interventi sopradescritti sarà implementata sulle varie aree di cantiere elencate in precedenza in funzione ad esclusione dell'intervento del by-pass Mugnone. Quest'ultimo prevede una bonifica bellica del tipo orizzontale. In sostanza si procederà con perforazioni orizzontali per fasi successive, accompagnando l'avanzamento del manufatto.

16. TESTIMONIALI DI STATO

I testimoniali di stato sono stati eseguiti inizialmente dal Contraente Generale e successivamente aggiornati, ma in alcuni casi potrebbero comunque fotografare uno stato dell'arte ormai superato. Di conseguenza, prima dell'avvio delle attività (a ridosso dell'avvio dei lavori), si dovrà procedere ad un aggiornamento dei suddetti. Questa attività sarà a cura dell'esecutore.

17. PROGETTAZIONE AMBIENTALE

17.1. TERRE E ROCCE DA SCAVO

17.1.1. Inquadramento legislativo in materia di terre e rocce da scavo

A livello nazionale la materia inerente alla gestione dei materiali di scavo è regolata da:

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152 e successive modifiche;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120.

Dall'esecuzione dei lavori di scavo della stazione e del passante AV verranno prodotte terre e rocce da scavo privi di elementi di natura antropica (ad eccezione dei tratti soggetti a consolidamenti), ma soprattutto, come da indagini preliminari già eseguite nel 2011, con caratteristiche rientranti nei limiti previsti dalla colonna A e colonna B della tabella 1 allegata al predetto D.Lgs. 152/2006.

17.1.2. Gestione del materiale di scavo

Il materiale proveniente dalla prosecuzione degli scavi della stazione sarà gestito nel rigoroso rispetto del PUT (NF1W.00.E.ZZ.RG.IM0600.002.A) approvato dalla direzione Generale del MATTM con provvedimento DVA-29579 del 20/12/2017, successivamente prorogato in data 21/06/2019.

Pertanto, a seguito delle prescrizioni della Regione Toscana con Delibera nn. 900 e 901 del 15/10/2012, ovvero per quanto ribadito all'interno "Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo prodotte dalla realizzazione del Passante AV di Firenze", saranno utilizzati per la realizzazione della Collina Schermo esclusivamente i terreni conformi alle CSC individuate in tab. 1, col. A (verde pubblico, privato e residenziale), all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. Tuttavia, in presenza delle condizioni che consentono il riutilizzo del terreno conforme alle CSC individuate in tab. 1 col. B all. 5, parte quarta, Titolo V del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., i materiali con la qualifica di sottoprodotti saranno portati presso l'ex Cava Bruni, una volta verificate le condizioni per il riutilizzo in tale sito secondo le disposizioni previste dalla Convenzione fra il Comune di Serravalle Pistoiese e Serravalle Ambiente S.r.l.

Dalla prosecuzione degli scavi della stazione AV e dagli scavi del passante (con le opere connesse) ci si attende un volume di materiale pari a ca. 1.217.975 m³ (volume in banco) da caratterizzare presso il sito di S.Barbara. Il materiale di scavo conforme alla colonna A della tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., potrà essere impiegato per la realizzazione della collina schermo (per un volume massimo di 784.576 m³), mentre, il materiale eccedente o conforme alla colonna B della tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., sarà da conferire alla ex Cava Bruni nel comune di Serravalle Pistoiese.

I materiali di scavo sono sottoposti a verifiche analitiche, in banco, presso il sito di produzione della stazione AV di Belfiore, ed in mucchio, presso le piazzole di caratterizzazione già realizzate (e in quelle di progetto) presso il sito definitivo di S. Barbara, al fine di accertare l'assenza di contaminazione e la conformità ai requisiti previsti per il riutilizzo.

Saranno eseguiti tutti i controlli e le misurazioni necessarie a garantire il rispetto di tutti i limiti applicabili dal punto di vista ambientale e la conformità a tutte le prescrizioni espresse dalle Autorità.

17.1.3. Procedure di normale pratica industriale

Nella definizione di sottoprodotto di cui alla DGP 189/2009 è prevista la possibilità di eseguire trattamenti di normale pratica industriale sui materiali da scavo, senza per questo modificarne la qualifica di sottoprodotto. In conformità a quanto previsto dall'allegato 3 del DPR 120/2017, costituiscono un trattamento di normale pratica industriale quelle

operazioni, anche condotte non singolarmente, alle quali può essere sottoposto il materiale da scavo, allo scopo di migliorarne le caratteristiche merceologiche per renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace.

In particolare, sul materiale proveniente dalla realizzazione dell'opera, potranno essere eseguite le seguenti operazioni senza che le stesse possano determinare un cambiamento dello status giuridico di sottoprodotto:

- la stesa al suolo per consentire l'asciugatura e la maturazione del materiale da scavo, al fine di conferire allo stesso migliori caratteristiche di movimentazione, l'umidità ottimale e favorire l'eventuale biodegradazione naturale degli additivi utilizzati per consentire le operazioni di scavo;
- la riduzione della presenza nel materiale da scavo degli elementi/materiali antropici (ivi inclusi, a titolo esemplificativo, frammenti di vetroresina, cementiti, bentoniti), eseguita sia a mano che con mezzi meccanici, qualora questi siano riferibili alle necessarie operazioni per esecuzione dell'escavo.

17.1.4. Individuazione delle aree di deposito

Il materiale escavato presso il cantiere del Nodo AV di Firenze sarà depositato presso le aree dell'ex cava di lignite di Santa Barbara nel comune di Cavriglia (AR). In tali aree sono state realizzate delle piazzole di stoccaggio (e ne saranno realizzate altre integrative) atte ad accogliere il materiale proveniente dal cantiere di Firenze. La terra proveniente dallo scavo delle gallerie, essendo trattata con tensioattivi biodegradabili, resterà esposta all'aria nelle suddette piazzole per un massimo di 28 giorni. Successivamente si procederà all'utilizzo per la realizzazione della collina schermo.

17.1.5. Campionamento ed analisi ambientali dei materiali di scavo

Il materiale di scavo sarà sottoposto ad analisi chimica ogni 5.000 metri cubi ed il campionamento sui cumuli sarà effettuato in modo da ottenere un campione rappresentativo secondo la norma UNI 10802, previa redazione di idonea procedura operativa concordata con ARPAT, ovvero l'Osservatorio Ambientale.

17.1.6. Documentazione amministrativa inerente alla gestione dei materiali di scavo

Come previsto dal PUT, preventivamente al trasporto del materiale da scavo verrà inviata agli Enti preposti al controllo una comunicazione attestante le generalità della stazione appaltante, della ditta esecutrice degli scavi, della ditta che trasporterà il materiale, della ditta che riceverà il materiale e del luogo di destinazione, identificazione del convoglio ferroviario utilizzato per il trasporto, sito di provenienza, data e ora del carico, quantità e tipologia del materiale trasportato.

Al fine di garantire la tracciabilità durante il percorso dal sito di produzione al sito di destino, i materiali scavati (come meglio definito nei paragrafi precedenti) dovranno essere dotati di un documento di trasporto.

I materiali verranno pesati riportando il quantitativo nel documento di trasporto caricati su cassoni adibiti al trasporto. Ogni cassone – che non dovrà contenere più di ventisei tonnellate di materiale terrigeno – sarà contraddistinto con un codice alfanumerico al quale sarà associata la tipologia di materiale trasportato e la provenienza.

In questo modo si riuscirà ad avere una corrispondenza diretta fra l'area di scavo da cui deriva il materiale, la tipologia di materiale trasportato distinta per sito di provenienza e il cassone per il trasporto.

I cassoni così segnati verranno posizionati su dei carri che andranno a comporre il convoglio ferroviario.

Ogni carro, che potrà ospitare massimo due cassoni, sarà contraddistinto dalla propria matricola.

Il convoglio ferroviario potrà essere costituito da un numero massimo di 20 carri (40 cassoni). Il sistema informatico garantirà la corrispondenza convoglio, carro, cassone e area di scavo, progressive (rintracciabilità minima per convoglio), storicizzando queste informazioni all'interno del database di riferimento. Le possibilità di errore, dovute a errata digitazione, saranno minimizzate grazie all'utilizzo di una banca dati nella quale saranno preventivamente inseriti i numeri identificati dei cassoni. Si ricorda che, sulla base delle caratteristiche dei cassoni utilizzati per il trasporto, ogni convoglio potrà trasportare massimo 700 m³ di materiale scavato.

Al fine di garantire la tracciabilità dei materiali scavati durante il tragitto, dal sito di produzione al sito di riutilizzo, secondo quanto definito all'art. 7 del DPR 120/2017, sarà predisposto un documento di trasporto.

17.1.7. Acqua

17.1.7.1. Sistema di continuità di falda

La Stazione AV del nodo di Firenze è posta in larga parte al di sotto del piano campagna. In particolare, il Camerone interrato potrebbe generare un effetto diga sulle acque sotterranee della zona. Al fine di minimizzare questo potenziale effetto sono stati progettati tre sistemi di drenaggio indipendenti:

- Sistema di continuità della falda con dreni orizzontali monte/valle;
- Sistema di troppo pieno;
- Sistema di continuità della falda con pozzi di presa/resa.

Il sistema di continuità con dreni orizzontali di drenaggio prevede la captazione dell'acqua di falda sul lato Ovest e la reimmissione a valle sul lato Est attraverso dreni (diametro 100 mm e lunghezza 2 m) installati esternamente ai muri di paratia alla quota di 36 m slm. Tali strutture sono poste lungo i due lati lunghi della stazione e sono in numero di 34 su ognuno dei due lati, Est ed Ovest.

Il sistema di troppo pieno è costituito da una seconda linea di dreni orizzontali ("troppo pieno della falda"), posto a quota più elevata. In particolare, la seconda batteria di dreni orizzontali del troppo pieno della falda verrà posizionata ad una quota di 44,3 m slm; tale quota è stata così definita perché risulta essere la minima compatibile con lo scarico a gravità delle acque nel condotto fognario di Viale Circondaria.

Il sistema di continuità con pozzi di presa/resa è costituito da 7 coppie di pozzi, che consentono di trasferire le acque di falda dal lato Ovest della Stazione al lato Est attraverso il pompaggio delle acque di falda dai pozzi di presa ed il loro trasporto ai pozzi di resa che fungono da pozzi disperdenti. I pozzi drenanti a monte dell'opera rispetto al flusso della falda sono di captazione, per cui convogliano al sistema di tubi di collegamento la portata filtrante intercettata a monte della paratia. I pali disposti a valle sono di restituzione, per cui assicurano la continuità idraulica della falda stessa a valle dell'opera.

17.2. MONITORAGGIO AMBIENTALE

17.2.1. Introduzione

Il monitoraggio ambientale per l'esecuzione degli scavi della stazione e del passante è già stato approvato ed avviato nell'ambito del precedente appalto e come tale proseguirà per tutta la durata dei lavori, così come stabilito negli atti autorizzativi.

Pertanto, il Monitoraggio Ambientale ha riguardato e riguarderà i seguenti ambiti:

- rumore;
- vibrazioni;
- atmosfera (Aria / clima);
- suolo;

- sottosuolo;
- acque ipogee;
- acque di falda nelle aree di cantiere;
- acque superficiali – Qualità delle acque;
- flora e relativo habitat;
- fauna e relativo habitat, ecosistemi.

17.2.2. Obiettivi del progetto di monitoraggio ambientale

Il monitoraggio ambientale persegue i seguenti obiettivi:

- Monitorare la situazione ambientale durante la fase di scavo, al fine di rilevare prontamente situazioni non previste e/o criticità ambientali e predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- consentire agli organi preposti alla verifica della situazione ambientale un accesso organico e diretto alle informazioni desunte dal monitoraggio effettuato.

Lo stato antecedente l'inizio dei lavori è già stato rilevato dal precedente CG, ma anche durante l'esecuzione dei lavori delle opere già realizzate.

Le indagini e gli antecedenti rilievi rappresentano la condizione di riferimento. Il paragone con detta condizione di riferimento permette di accertare i cambiamenti dei fattori ambientali determinati dalla realizzazione dell'opera.

Lo scopo del monitoraggio ambientale in corso d'opera è quindi quello di:

- documentare l'evolversi della situazione ambientale rispetto allo stato attuale dei luoghi, con lo scopo di verificare che la dinamica dei fenomeni ambientali sia coerente rispetto alle previsioni del progetto esecutivo a suo tempo approvato;
- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano effetti irreversibili e gravemente compromessivi della qualità dell'ambiente;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere per ridurre gli impatti ambientali connessi alla realizzazione dell'opera.

Nel Progetto di Monitoraggio Ambientale sono descritte le indagini previste per il conseguimento degli obiettivi sopra esposti, il metodo, la localizzazione, la frequenza e l'iter temporale.

Ad ultimazione dei lavori, la Committenza provvederà anche al monitoraggio post operam, nei termini previsti dagli atti autorizzativi.

18. ARCHEOLOGIA

Come da PEO approvato e all'esito degli scavi finora eseguiti, non risultano evidenze di ritrovamenti archeologici o prescrizioni/disposizioni di prevedere specifici accorgimenti finalizzati alla salvaguardia archeologica.

I lavori di scavo e/o sbancamento saranno, quindi, effettuati solo prevedendo il controllo archeologico, come previsto dagli atti autorizzativi. L'inizio dei lavori deve pertanto venir comunicato per iscritto all'Ufficio Beni Archeologici con un anticipo di due mesi. Qualora nel corso dei lavori dovessero venire in luce strati o strutture archeologiche, l'Ufficio Beni Archeologici sarà tenuto, ai sensi del Codice dei Beni Culturali ed ambientali (Decreto Legislativo 22.01.2004, n. 42), ad effettuare scavi sistematici o, nel caso, a proporre la conservazione definitiva dei resti venuti alla luce.

19. PROGETTO SOSTENIBILE

In attuazione della strategia per lo sviluppo sostenibile, durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere rispettate le iniziative adottate volte alla riduzione delle emissioni in atmosfera e perseguito l'obiettivo di realizzare un progetto eco-sostenibili.

La prima iniziativa mira alla totale sostituzione delle auto a motore termico con automezzi a motore elettrico, così da eliminare drasticamente, durante l'intero periodo dell'esecuzione dei lavori, l'emissione di CO₂ determinata dagli spostamenti nelle aree di cantiere e non solo.

Contribuisce a incrementare l'efficacia di questa iniziativa l'installazione, presso il campo base di via Circondaria, le colonnine per la ricarica delle autovetture, collegate a pannelli solari posti sulle pensiline previste per la copertura dei parcheggi. Ulteriori colonnine saranno installate in vari punti delle aree di cantiere.

La superficie dei pannelli solari che sarà installata permetterà di produrre la necessaria potenza elettrica per ricaricare le auto elettriche, senza dover ricorrere all'energia elettrica della rete.

Sulla base di tali scelte, e in ragione dell'evoluzione tecnologica che negli ultimi anni ha visto la produzione di attrezzature e macchine per l'edilizia sempre più votate al "green", dotate di motori ibridi e, in alcuni casi, di motori elettrici (betoniere, pompe per lo spritz beton, pale caricatrici, ecc.) i futuri affidatari dei lavori da eseguirsi nell'ambito del progetto dovranno impiegare per l'esecuzione dei lavori del "Nodo AV di Firenze" il maggior numero di mezzi e di attrezzature a motore elettrico.

Altra importante iniziativa, finalizzata a garantire la progettazione e la realizzazione di infrastrutture sostenibili, riguarda l'adozione del protocollo Envision.

L'Envision è un sistema di rating introdotto per misurare la sostenibilità di un progetto infrastrutturale.

Con questo sistema viene valutato l'impatto che un'infrastruttura può avere sulla collettività e sul territorio durante il suo intero ciclo di vita.

In particolare, vengono valutati gli effetti sulla qualità della vita e sulla mobilità, il grado di coinvolgimento della collettività, il possibile sviluppo economico che deriverebbe dalla costruzione e dall'utilizzo dell'infrastruttura stessa, nonché il grado di utilizzo delle risorse naturali e delle energie rinnovabili durante e dopo la realizzazione dell'opera, il grado di salvaguardia dell'ambiente naturale e la riduzione delle emissioni.

In funzione del grado di soddisfacimento di ognuno di detti indicatori, viene valutato il livello di sostenibilità dell'infrastruttura da organismi abilitati che, emettono, infine, il certificato di sostenibilità: "Bronzo", "Argento", "Oro" e "Platino".

Con l'adozione del protocollo Envision si vuole procedere, quindi, alla certificazione del livello di sostenibilità "Platino" del progetto del "Nodo AV di Firenze", il cui obiettivo deve essere perseguito anche da tutti i futuri affidatari coinvolti a vario titolo nella realizzazione del progetto.