



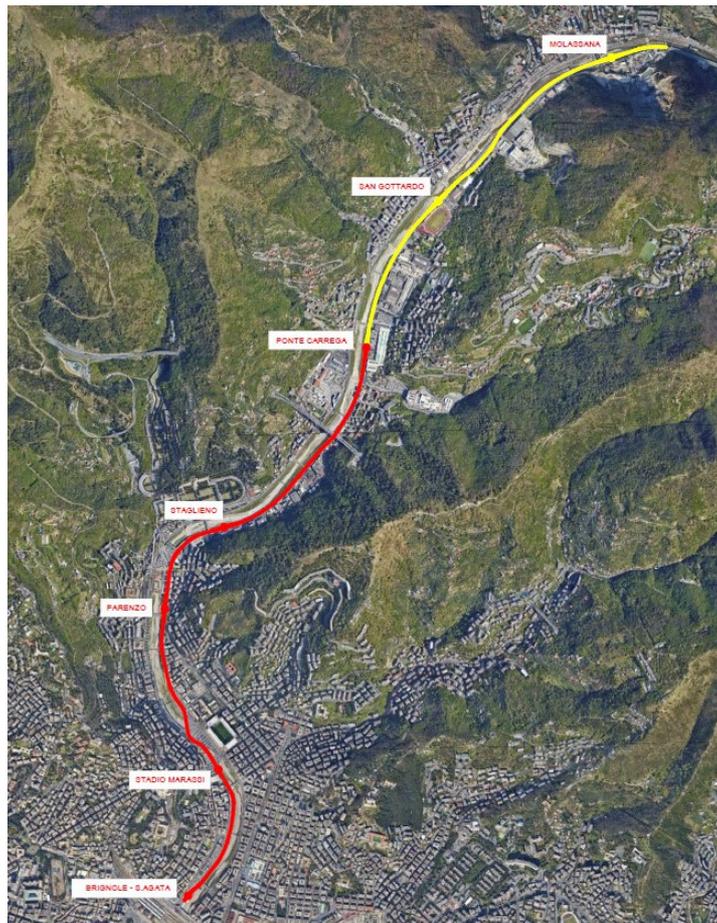
Comune di Genova

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA (D.lgs. n. 36 / 2023)



ELABORATI DI CARATTERE GENERALE RELAZIONE GENERALE

Commessa	Fase	Lotto	Disciplina	WBS	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
MGE1	P4	LV	GEN	COM	R	003	00	D

Rev.	Descrizione	Nome		Data	Ragioni modifica
A	Adeguamento al parere del CSLPP e altri Enti e allineamento progetto	Redatto	Vari	07/03/2025	
		Verificato	D. Canestrelli	07/03/2025	
		Approvato	P. Marchetti	07/03/2025	
		Autorizzato	P. Cucino	07/03/2025	
B	Commenti PMO	Redatto	Vari	10/03/2025	Inserimento quadro economico complessivo della linea. Modifica paragrafo 1.1.
		Verificato	D. Canestrelli	10/03/2025	
		Approvato	P. Marchetti	10/03/2025	
		Autorizzato	P. Cucino	10/03/2025	
C	Modifiche richieste dalla Committenza	Redatto	Vari	11/03/2025	Modifica quadri economici
		Verificato	D. Canestrelli	11/03/2025	
		Approvato	P. Marchetti	11/03/2025	
		Autorizzato	P. Cucino	11/03/2025	
D		Redatto			
		Verificato			
		Approvato			
		Autorizzato			

INDICE

1.	INQUADRAMENTO DELL'OPERA	8
1.1	INTRODUZIONE	8
1.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10
1.3	MODIFICHE RISPETTO AL PFTE A BASE GARA	11
1.4	PRINCIPALI VINCOLI DI PROGETTO E PROGETTI INTERFERENTI	12
1.4.1	IDRAULICA	12
1.4.2	VIABILITÀ	13
1.4.3	SOTTOSERVIZI	13
1.4.4	INTERFACCIA CON LA LINEA ESISTENTE E I PROLUNGAMENTI BRIN-CANEPARI E BRIGNOLE-MARTINEZ IN FASE DI REALIZZAZIONE	13
1.4.5	SCOLMATORE DEL TORRENTE BISAGNO	13
1.4.6	STADIO LUIGI FERRARIS	14
1.4.7	CASA CIRCONDARIALE DI MARASSI	14
1.4.8	IMPIANTO SPORTIVO DELLA SCIORBA	15
2.	ALTERNATIVE PROGETTUALI	15
2.1	SOLUZIONE DI TRACCIATO	15
2.2	SCELTA SULLA TIPOLOGIA DI STAZIONE	16
2.3	SCELTA TRA SINGOLO E DOPPIO BINARIO	16
3.	STUDI E INDAGINI	16
3.1	ASPETTI ARCHEOLOGICI	16
3.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO	17
3.3	IDROLOGIA E IDRAULICA	18
4.	ESERCIZIO	19
5.	CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA	20
5.1	TRACCIATO	20
5.2	ARMAMENTO	22
5.3	PARCHEGGI DI SCAMBIO	22
5.4	ASPETTI AMBIENTALI	23
5.4.1	STUDIO ACUSTICO	23
5.4.2	STUDIO DELLE VIBRAZIONI	24
5.4.3	PIANIFICAZIONE E VINCOLI	25
5.4.4	VINCOLI PAESAGGISTICI	25
5.4.5	LE AREE NATURALI PROTETTE E LA RETE NATURA 2000	28
5.4.6	BENI CULTURALI	29
5.4.7	GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA E ASPETTI AMBIENTALI DELLA CANTIERIZZAZIONE	31



6.	OPERE DI LINEA	32
6.1	PILE E IMPALCATO	32
6.2	PONTE MARASSI	37
7.	STAZIONI	38
7.1	FUNZIONALE	39
7.1.1	STAZIONE TIPOLOGICA	39
7.1.2	STAZIONE BRIGNOLE SANT'AGATA	40
7.1.3	STAZIONE STADIO MARASSI	40
7.2	STRUTTURE	41
8.	INSERIMENTO URBANISTICO E SISTEMAZIONI ESTERNE	42
8.1	RECEPIMENTO DEGLI INDIRIZZI PROGETTUALI	42
8.2	UN APPROCCIO SOSTENIBILE ALLA PROGETTAZIONE	42
8.3	LE SISTEMAZIONI ESTERNE	44
8.3.1	L'INTERVENTO LUNGO LA LINEA	44
8.3.2	LE SISTEMAZIONI ESTERNE DELLE STAZIONI	45
8.3.3	GLI AMBITI DI RIGENERAZIONE	45
8.3.4	PARCHEGGIO DI SCAMBIO	46
9.	VIABILITÀ CONNESSA	47
10.	LINEE GUIDA ANTINCENDIO	47
11.	IMPIANTI CIVILI	48
11.1	IMPIANTI ELETTRICI	48
11.2	IMPIANTI MECCANICI	49
12.	IMPIANTI DI SISTEMA	49
12.1	ALIMENTAZIONE E TRAZIONE ELETTRICA	49
12.2	LINEA DI CONTATTO	50
12.3	IMPIANTO DI SEGNALAMENTO	50
12.4	IMPIANTI DI AUTOMAZIONE - TELECOMANDO E TELECONTROLLO	51
12.5	IMPIANTI DI TELECOMUNICAZIONI	51
13.	SOTTOSERVIZI	52
14.	CANTIERIZZAZIONE	53
14.1	AREE DI CANTIERE PER OPERE DI LINEA E PUNTUALI	54
14.2	PRINCIPALI FASI COSTRUTTIVE	56
14.2.1	FASE 1: SPOSTAMENTO SOTTOSERVIZI	56



14.2.2	FASE 2: REALIZZAZIONE PILE	57
14.2.3	FASE 3: POSA IMPALCATO	57
14.2.4	FASE 4: ARMAMENTO, IMPIANTI, FINITURE, STAZIONI	57
14.2.5	NUOVO PONTE SUL BISAGNO AREA MARASSI	57
14.2.6	NUOVA FERMATA BRIGNOLE-SANT'AGATA	57
14.2.7	REALIZZAZIONE LOCALI TECNICI	58
15.	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO	58
16.	ESPROPRI	58
17.	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	58
18.	QUADRO ECONOMICO	60



INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Beni Culturali Vincoli architettonici puntuali individuati da Ministero per i Beni e le Attività Culturali – Regione Liguria	30
Figura 2.	Sezione trasversale impalcato	32
Figura 3.	Pila lungo linea	34
Figura 4.	Fondazione pila lungo linea	35
Figura 5.	Telai in zona sottopasso Garrassini	36
Figura 6.	Sottostruttura a telaio	37
Figura 7.	Ponte Marassi - Vista planimetrica	38
Figura 8.	Ponte Marassi - Prospetto	38
Figura 9.	Sezione trasversale di stazione	41
Figura 10.	The Underline Park, Miami	44
Figura 11.	Aurora Bridge swales, Seattle	45
Figura 12.	Aree Macrocantieri di linea	56
Figura 13.	Quadro economico del primo lotto funzionale	61
Figura 14.	Quadro economico del lotto di completamento	62
Figura 15.	Quadro economico complessivo dell'intera linea	63



INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Dati principali della linea

20



1. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

1.1 Introduzione

Il progetto SkyMetro prevede l'estensione del servizio della rete metropolitana esistente da Genova Brignole fino al quartiere di Molassana, con lunghezza di circa 7 Km, in doppio binario su viadotto, con 7 stazioni, andando a servire la Val Bisagno, una delle due principali vallate urbanizzate facenti parte del Comune di Genova.

La linea si sviluppa in sponda destra a filo argine del torrente Bisagno, partendo dalla nuova stazione denominata "Brignole Sant'Agata", fino alla stazione denominata "Stadio Marassi" per poi portarsi a nord della piastra di tombamento del torrente, in zona Marassi, sulla sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni "Parenzo", "Staglieno", "Ponte Carrega", "San Gottardo" e "Molassana".

Per soddisfare l'attuale finanziamento, la realizzazione dell'opera verrà divisa in due lotti di cui il primo, della lunghezza di circa 4,5 km, parte dalla stazione "Brignole Sant'Agata" e arriva alla stazione "Ponte Carrega", definendo così un lotto funzionale. Il secondo lotto, partendo dalla stazione "Ponte Carrega", termina alla stazione di testa "Molassana", definendo così un lotto di completamento.

La nuova infrastruttura è provvista di un binario di servizio per il collegamento al deposito esistente di Dinegro.

Con determinazione dirigenziale della Direzione Mobilità e Trasporti n. 2022-125.0.1.-11 adottata ed esecutiva in data 4 agosto 2022, l'Amministrazione Comunale ha stabilito di procedere, mediante esperimento di procedura aperta secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa al miglior rapporto qualità/prezzo ai sensi dell'art. 95 del D.lgs. n. 50/2016 (di seguito "Codice"), al conferimento in appalto dei servizi di Integrazione del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica, Progettazione Definitiva, compreso il Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, per la realizzazione dell'opera "Skymetro – Prolungamento della linea metropolitana in Val Bisagno".

In base alle risultanze della gara predetta è stato individuato quale migliore offerente il R.T.P. SYSTRA S.p.A., ITALFERR S.p.A., Architecna Engineering s.r.l., LAND Italia S.r.l..

L'opera è oggetto di finanziamento da parte del Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili (MIMS), sulla base di quanto presentato dalla Committente nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica posto tra i documenti a base gara e di cui, a questo RTP, è richiesto il completamento.

A seguito di interlocuzioni con la Committente, si è giunti a modifiche progettuali rispetto al PFTE su diverse parti d'opera. In particolare sono stati revisionati:

- numero e ubicazione delle stazioni;
- materiale del viadotto tipologico;
- configurazione interamente a doppio binario;
- modifica del primo tratto a Brignole;
- diversa e più precisa definizione delle aree per i parcheggi di scambio.



Nel corso della progettazione è stato anche scelto di seguire il nuovo codice appalti relativo al D.lgs. n.36/2023.

Tali modifiche sono state raccolte nella consegna del PFTE avvenuta il 10/10/2023, cosiddetto "P0".

A seguito della consegna del progetto è stato dato avvio al processo approvativo secondo le procedure della VIA e della Conferenza di Servizi, che si sono concluse positivamente rispettivamente in data 05/03/2024 e 08/03/2024. A seguito dell'approvazione ricevuta è stato avviato il processo di validazione del progetto, conclusosi con il parere conclusivo dei validatori ad agosto 2024.

Nel corso dell'iter approvativo con gli Enti e il CSLLPP si sono però rese necessarie alcune modifiche significative, che hanno perciò portato alla consegna di una versione progettuale del tutto nuova, il cosiddetto P1, il 10/05/2024. Questo in particolare integra le modifiche richieste relative a:

- nuova configurazione dell'attacco alla linea esistente, che eviti il ricorso ad un attraversamento del Bisagno;
- la conseguente adozione di una nuova stazione "Brignole – Sant'Agata" lungo via Canevari per effettuare la corrispondenza con la stazione Brignole esistente;
- spostamento del tracciato in corrispondenza dell'interferenza con lo scolmatore del Torrente Bisagno, portando la linea dal lato argine al lato opposto della carreggiata;
- spostamento del locale tecnico di Staglieno nell'edificio appena a Sud rispetto all'area precedentemente ipotizzata;
- conseguente eliminazione del parcheggio di Staglieno;
- spostamento del locale tecnico di San Gottardo nel parcheggio a Sud dell'impianto sportivo della Sciorba, anziché parzialmente inserito nella tribuna ovest dello stadio;
- modifica del layout del parcheggio di Molassana per indisponibilità dell'area così come ipotizzata inizialmente;
- modifica delle aree dei campi base per sopraggiunta indisponibilità delle aree ipotizzate nella configurazione del progetto precedente.

A seguito del nuovo iter approvativo e del nuovo confronto con gli Enti sono state apportate ulteriori modifiche al progetto presentato, portando all'emissione del cosiddetto P4 il 07/03/2025. Questo integra le modifiche richieste relative a:

- modifica dell'attacco alla linea esistente, con distacco di un solo binario che colleghi la nuova linea e funga solamente da binario di servizio per raggiungere il deposito di Dinegro;
- modifica della stazione Brignole Sant'Agata a banchina centrale;
- modifica di tracciato in corrispondenza della piastra sul Bisagno di Marassi e revisione della stazione Stadio Marassi, che viene spostata più a Nord nell'area ricavata dalla prevista demolizione della scuola Firpo-Buonarroti;
- conseguente modifica della configurazione della stazione Stadio Marassi a banchine laterali;

- conseguente modifica dell'attraversamento del Bisagno in corrispondenza della parte nord della piastra di Marassi con inserimento di un ponte di circa 110.8 m per portarsi dalla sponda destra a quella sinistra;
- modifica del passaggio in adiacenza alla piastra di Piazza Garassini nei pressi dell'uscita autostradale, con spostamento delle strutture in corrispondenza del sottopasso stradale esistente in sponda sinistra;
- revisione del locale tecnico Ponte Carrega, che viene inserito in un edificio oggetto di altro progetto da parte dell'Esercente AMT;
- modifica del layout del locale tecnico San Gottardo;
- modifica delle stazioni con banchine più corte che accolgano Unità di Trazione singole (circa 40 m di lunghezza) e non più in configurazione accoppiata (circa 80 m di lunghezza);
- revisione dell'esercizio della linea con passaggio a frequenze di progetto di 3 minuti rispetto ai 5 richiesti inizialmente;
- revisione del layout del parcheggio di scambio di Molassana per inserimento in entrata di una rotatoria per la gestione del traffico;
- divisione della linea in due lotti differenti, a causa della mancanza di adeguato finanziamento per l'intera linea. Il primo lotto è stato individuato dalla Committenza con la tratta Brignole-Ponte Carrega, con relativo tronchino per il rimessaggio dei treni previsti per questa tratta, mentre il secondo comprende il completamento fino a Molassana e il parcheggio di scambio;
- conseguente revisione dell'esercizio della linea con passaggio del cadenzamento di progetto dei treni a 6 minuti per il primo lotto e a 3 minuti per la linea completa.

Tale soluzione è stata sviluppata dal RTP con la redazione del nuovo PFTE che costituisce la versione progettuale cosiddetta P4.

A seguire è stato richiesto di modificare nuovamente il tracciato di Marassi, andando a prevedere la demolizione dell'Istituto Scolastico Firpo, con il passaggio del tracciato e il posizionamento della stazione Stadio Marassi in corrispondenza della scuola stessa. Queste modifiche costituiscono le caratteristiche della cosiddetta versione P4.

La presente versione del Progetto di fattibilità Tecnica ed Economica recepisce tali ultime modifiche.

1.2 Descrizione del progetto

Il progetto SkyMetro prevede l'estensione del servizio della rete metropolitana esistente da Genova Brignole fino al quartiere di Molassana, con lunghezza di circa 7 Km, in doppio binario su viadotto, con 7 stazioni, andando a servire la Val Bisagno, una delle due principali vallate urbanizzate facenti parte del Comune di Genova.

La linea si sviluppa in sponda destra a filo argine del torrente Bisagno, partendo dalla nuova stazione denominata "Brignole Sant'Agata", fino alla stazione denominata "Stadio Marassi" per poi portarsi a Nord della piastra di tombamento del torrente, in zona Marassi, sulla sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni "Parenzo", "Staglieno", "Ponte Carrega", "San Gottardo" e "Molassana".



Per soddisfare l'attuale finanziamento, la realizzazione dell'opera verrà divisa in due lotti di cui il primo, della lunghezza di circa 4,5 km, parte dalla stazione "Brignole Sant'Agata" e arriva alla stazione "Ponte Carrega", definendo così un lotto funzionale. Il secondo lotto, partendo dalla stazione "Ponte Carrega", termina alla stazione di testa "Molassana", definendo così un lotto di completamento.

La nuova infrastruttura è provvista di un binario di servizio per il collegamento al deposito esistente di Dinegro.

Il collegamento alla linea esistente avviene poco a valle della stazione Brignole e della comunicazione a croce che è presente sugli attuali tronchini di manovra. Qui si inserisce il nuovo deviatoio di diramazione sul binario pari della linea esistente, che è previsto proseguirà verso la stazione di Martinez attualmente in corso di realizzazione. La linea si sviluppa, quindi, lungo la Val Bisagno portandosi in sponda destra dove è ubicata, lungo via Canevari, la nuova stazione Brignole Sant'Agata. La linea si porta poi a filo argine e in questa configurazione si sviluppa fino al Ponte Serra, a Nord del quale la linea devia verso ovest per portarsi in corrispondenza della scuola Firpo, di cui è prevista la demolizione. In corrispondenza dell'area risultante è prevista la stazione Stadio Marassi, subito a nord della quale il tracciato si porta in sponda sinistra con uno scavalco del Bisagno. Da qui la linea prosegue riportandosi a filo argine a nord di Piazzale Marassi. Da qui in poi il tracciato si tiene in questa configurazione lungo la sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni Parenzo, Staglieno, Ponte Carrega, San Gottardo e Molassana.

Le stazioni hanno una distanza media di circa 1 km e al termine della linea è previsto un tronchino di circa 300 m, necessario anche al fine del ricovero dei treni nelle ore di morbida e durante la notte. Subito dopo lo stacco dalla linea esistente è prevista un'ulteriore asta di ricovero dei treni di circa 50 m.

In corrispondenza della stazione Molassana è previsto il nodo di scambio con posteggi per mezzi privati e stalli per il TPL.

1.3 Modifiche rispetto al PFTE a base gara

Il presente progetto costituisce lo sviluppo ingegneristico del PFTE posto a base gara, rispetto al quale sono però state eseguite alcune modifiche per ingegnerizzazione del progetto o su richiesta della Committenza.

Le modifiche richieste nel corso della progettazione sono state:

- Divisione della linea in due lotti funzionali, il primo da Brignole Sant'Agata a Ponte Carrega e il secondo di completamento da Ponte Carrega a Molassana. Tale divisione include anche uno sfalzamento temporale, seppur parzialmente sovrapposto, nella realizzazione dei due lotti con tutte le implicazioni che ne conseguono dai vari punti di vista delle singole discipline;
- revisione della tratta iniziale con modifica dell'attacco alla linea esistente. La nuova linea anziché diramarsi provenendo da Brignole, si stacca dalla direzione della futura stazione di Martinez e con una sola via proveniente dal binario pari della linea esistente;
- eliminazione dell'attraversamento del Bisagno subito a nord di Brignole;
- aggiunta della stazione Brignole Sant'Agata;
- accorpamento delle stazioni Adriatico e Bligny nella stazione di Ponte Carrega;
- passaggio dell'intera linea a doppio binario;

- eliminazione dei parcheggi di scambio di Gavette e Adriatico posti nei pressi del viadotto autostradale Bisagno;
- modifica dell'area del parcheggio di scambio Molassana con conseguente riduzione dei posti auto previsti;
- modifica del materiale di realizzazione del viadotto tipologico dal calcestruzzo all'acciaio;
- riduzione della lunghezza delle stazioni, data dall'adozione di rotabili in configurazione singola e non più accoppiata;
- modifica del cadenzamento di progetto dei treni in esercizio, che passa da 5 a 3 minuti;
- introduzione di un nuovo attraversamento del Bisagno con ponte a campata unica in corrispondenza della piastra di copertura del Torrente a Marassi, con conseguente modifica del layout della stazione Stadio Marassi, passata a banchine laterali, e passaggio della linea in corrispondenza della scuola Firpo;
- considerare la demolizione della scuola Firpo, al fine del passaggio della linea.

Per l'ingegnerizzazione del progetto è stato previsto:

- revisione della tratta iniziale, che, per collegare la nuova linea a quella esistente, riportava diverse pile all'interno dell'alveo. Non essendo possibile a livello normativo, il nuovo progetto prevede degli attraversamenti che non interferiscono con l'alveo;
- anche lungo l'intera linea le pile erano posizionate parzialmente in alveo e gli sbarchi delle stazioni erano a sbalzo sul Bisagno, pertanto, come al punto precedente, si è reso necessario spostare tutte le strutture completamente al di fuori del corpo idrico;
- aggiunta dei locali tecnici per l'attrezzaggio delle stazioni.

1.4 Principali vincoli di progetto e progetti interferenti

Il progetto ha una serie di vincoli che ne caratterizzano significativamente l'andamento della linea e la geometria delle opere. Ci sono poi diversi progetti in essere nella zona che hanno determinato alcune scelte. Questi due elementi hanno determinato la definizione finale dell'infrastruttura, nonché alcune divergenze rispetto al PFTE posto a base gara, che teneva in conto solo parte di essi.

1.4.1 Idraulica

Il vincolo maggiore, vista l'area in esame è ovviamente quello idraulico legato principalmente al Torrente Bisagno, ma anche al reticolo secondario degli affluenti. Questo ha definito l'andamento del tracciato, nonché l'impronta a terra delle opere e la relativa quota e la disposizione delle stazioni e dei locali tecnici. Questi presentano, infatti, una quota di accesso spesso rialzata dal piano strada, proprio al fine di garantire la sicurezza dell'infrastruttura, nonché a proteggere le apparecchiature ad essa legate.

Inoltre gli attraversamenti del Bisagno, che sono presenti a Brignole e Marassi hanno una geometria e uno schema strutturale fortemente condizionata dai vincoli di inedificabilità in alveo e dei franchi idraulici rispetto alle piene di riferimento.



1.4.2 Viabilità

Altra importante interferenza di cui si è tenuto conto è la viabilità sottostante l'infrastruttura. La linea corre sempre in viadotto, impattando a terra quasi esclusivamente con l'ingombro delle pile. Questo perché, come richiesto dalla Committenza, si è cercato di mantenere la viabilità il più possibile inalterata rispetto all'esistente, garantendo sempre le larghezze minime necessarie anche per il transito dei mezzi pubblici, in accordo con l'Ente Gestore AMT, e/o pesanti.

Dal punto di vista del trasporto pubblico nella tratta iniziale in sponda destra del Bisagno, si è tenuto conto anche della presenza del progetto dell'asse di forza, che sarà realizzato a breve, mantenendo le corsie preferenziali laddove previsto.

1.4.3 Sottoservizi

Dal punto di vista delle preesistenze, si è riscontrata la presenza di diversi sottoservizi, ma in particolare quella significativa di due linee Terna, una aerea che va da via Moresco fino a poco prima della stazione Parenzo e una interrata che da Marassi prosegue lungo argine in sponda sinistra fino a poco prima della stazione Molassana.

1.4.4 Interfaccia con la linea esistente e i prolungamenti Brin-Canepari e Brignole-Martinez in fase di realizzazione

Il progetto Skymetro costituisce un prolungamento della linea metropolitana esistente. Pertanto ne eredita caratteristiche geometriche e impiantistiche, legate anche ai rotabili in esercizio e in previsione di acquisto da parte dell'esercente AMT, che condizionano l'architettura dei principali componenti (ad esempio larghezza della sede, geometria delle banchine, impianti di sistema, ecc.).

Il progetto deve considerare le interfacce con la linea metropolitana esistente anche per la definizione delle sottostazioni elettriche e dei sistemi di telecomunicazione, con ripercussioni anche sull'esistente Posto Centrale di Controllo della linea.

Inoltre, sono già in fase di realizzazione i nuovi prolungamenti della linea per le tratte Brin-Canepari e Brignole-Martinez, con effetti sui parametri di esercizio dello Skymetro.

La tratta verso Martinez sarà particolarmente interessata dal nuovo prolungamento, in quanto entrambi si distaccano a valle della stazione di Brignole. Pertanto, il progetto Skymetro dovrà tener conto anche delle modifiche di tracciato previste nel progetto di Martinez, con cui dovrà rimanere comunque compatibile anche in termini di sicurezza dell'esercizio, seppure l'esercizio delle due tratte Canepari-Martinez e Brignole San'Agata-Molassana rimane separato e indipendente. Per tale tratta è in corso una revisione progettuale sostanziale del tracciato e della stazione, che non dovrebbero interessare la parte interferita dal collegamento.

1.4.5 Scolmatore del Torrente Bisagno

Al fine di mettere in sicurezza la tratta finale del Bisagno, è attualmente in corso di realizzazione lo scolmatore, che raccoglie le acque a monte della tratta più residenziale per portarle direttamente al mare, tramite una galleria dedicata.

L'opera di presa di tale scolmatore verrà realizzata subito a nord della stazione San Gottardo e del Ponte Ugo Gallo. Nel tratto in esame l'opera prevede opere di sostegno lungo l'argine in sponda



sinistra, che richiedono la realizzazione di tiranti attivi definitivi, che si sviluppano trasversalmente rispetto al Torrente per una lunghezza di circa 25 m e passo di 1,8 m. Il tratto interessato da questi tiranti ha uno sviluppo di circa 155 m.

Dall'opera di presa, appena a sud della fascia di tiranti, si stacca la galleria che convoglia le acque verso il mare, che presenta un diametro di circa 15 m. Pertanto per uno sviluppo totale di circa 170 m la nuova infrastruttura, continuando con il tracciato lungo argine, risulterebbe interferente con le opere dello scolmatore. Questo ha portato ad una deviazione del tracciato che per questo breve tratto si porta sul lato opposto della carreggiata, fuori dal limite di intervento dell'opera idraulica.

Inoltre, il progetto dello scolmatore prevede, in corrispondenza del nodo di scambio di Molassana, un accumulo temporaneo del materiale scavato tramite TBM per la realizzazione della galleria. Tale materiale sarà pertanto presente per tutto il tempo di realizzazione dello scolmatore, per essere rimosso da quell'area solamente a conclusione dei lavori. Questo implica l'indisponibilità dell'area in esame per buona parte del periodo di esecuzione dei lavori relativi allo Skymetro e quindi l'impossibilità di realizzare fin da subito il parcheggio di scambio, né tantomeno di installarvi un campo base per il cantiere. Inoltre, le numerose movimentazioni di terra che dovranno essere effettuate non permettono di definire nel dettaglio lo stato finale dell'area del nodo di scambio e le sue quote all'inizio delle future lavorazioni.

Dal punto di vista progettuale, la realizzazione dello scolmatore ha ripercussioni sostanziali in particolare sulle fasce di inondabilità della Val Bisagno e sui tiranti idrici.

1.4.6 Stadio Luigi Ferraris

A nord della stazione Stadio Marassi la linea si trova a transitare in sponda destra in corrispondenza dello stadio L. Ferraris, che si trova sulla sponda opposta del Torrente Bisagno. La linea nella parte nord della piastra di Marassi attraversa l'alveo per portarsi in sponda sinistra su cui poi prosegue per il resto del tracciato.

L'area antistante lo stadio comprende una fascia di almeno 6m e una successiva area di servizio, che, in occasione di grandi eventi, ha la funzione di garantire l'esodo dall'impianto. Per avere un'estensione adeguata alla capienza dello stadio, in queste occasioni il parcheggio antistante viene liberato e vengono chiuse le cancellate presenti sul perimetro dell'area. A tal riguardo il Comitato di Sicurezza ha definito le richieste di non invadere l'area posta all'interno delle cancellate con le strutture del viadotto, al fine di evitare di inserire ostacoli ai flussi pedonali durante l'esodo, né tantomeno di coprire tale area con l'impalcato. Questo comporta il dover considerare pile e sottostrutture della linea al di fuori della cancellata posta al di fuori dello stadio L. Ferraris.

1.4.7 Casa Circondariale di Marassi

Subito a nord dello stadio L. Ferraris, in corrispondenza di Piazzale Marassi, è presente la Casa Circondariale, che richiede alcune misure di sicurezza di cui tener conto. In primis l'infrastruttura deve mantenere una distanza di sicurezza dal confine dell'edificio e non è possibile prevedere stazioni in prossimità di esso.

Inoltre nelle interlocuzioni avute con i dirigenti e il Prefetto è stato richiesto di inserire schermi di chiusura dell'impalcato nella tratta che transita in prossimità della Casa Circondariale e in adiacenza allo stadio L. Ferraris per impedire anche il lancio di oggetti all'interno. Pertanto sul viadotto,



lateralmente al camminamento pedonale per uno sviluppo di circa 500 m a monte della stazione Stadio Marassi, è stato previsto un grigliato in acciaio, che impedisca il possibile lancio di oggetti e diminuisca la visibilità al di fuori dell'infrastruttura.

1.4.8 Impianto sportivo della Sciorba

È in corso un progetto di risistemazione dell'impianto sportivo Sciorba, che prevede una modifica degli edifici posti a nord del campo da gioco e la realizzazione di un nuovo palazzetto dello sport subito a sud.

Pertanto, si è avuta un'interfaccia con i progettisti dell'impianto per poter individuare la miglior posizione della stazione San Gottardo, posta proprio in corrispondenza dell'impianto sportivo, e dei relativi locali tecnici.

L'interferenza maggiore è relativa proprio all'ubicazione dei locali tecnici. Nelle interlocuzioni avute con i progettisti dell'intervento e i gestori dell'impianto si è concordato di inserirli nel parcheggio a sud dello stadio.

2. ALTERNATIVE PROGETTUALI

A partire dal progetto posto a base gara e dalle proposte già presentate dal RTP in fase di offerta, sono state analizzate alternative relative alle stazioni e alle conseguenti ipotesi di tracciato e relative ad alcune specifiche situazioni locali.

2.1 Soluzione di tracciato

Riguardo al tracciato sono state approfondite le soluzioni in corrispondenza della diramazione da Brignole, in particolare per trovare una soluzione che, come richiesto dalla norma, non preveda l'introduzione di pile in alveo come era, invece, ipotizzato nel progetto a base gara.

La soluzione sviluppata dal RTP è stata dettata dai seguenti criteri:

- dare seguito alla richiesta di sviluppare il ramo Brignole Sant'Agata-Molassana con un collegamento alla linea esistente Brin-Brignole e in diramazione a valle della stazione Brignole esistente;
- necessità di preservare quanto più possibile il filare di platani lungo Corso Galileo Galilei, che caratterizzano il Lungobisagno fino allo stadio L. Ferraris;
- ricerca del corridoio più idoneo per il passaggio in sovrelevata, minimizzando l'impatto sui fabbricati;
- necessità di preservare il sito storico di Ponte S. Agata;
- mantenimento della rampa di collegamento per i Vigili del Fuoco posta al termine di Corso G. Galilei per l'accesso al fascio binari ferroviario;
- necessità di prevedere un franco stradale minimo per garantire la viabilità sottostante il viadotto;
- evitare attraversamenti completi del Torrente Bisagno nei pressi della zona di Brignole;

- minimizzare l'interferenza con il ponte ferroviario ad archi esistente, evitando di andarvi a poggiare nuove strutture e nuovi carichi.

Questi criteri hanno condotto ad una soluzione di tracciato che prevede il collegamento del solo binario dispari alla linea esistente. Tale binario, in uscita dall'esistente ponte ferroviario della stazione di Brignole, si porta poi in sponda destra mediante una curva raggio 50 m. Su questa sponda in questo tratto della valle si ha a disposizione un corridoio libero da alberature e più idoneo alla presenza dell'infrastruttura per distanza dal fronte fabbricati e loro destinazione d'uso non residenziale.

2.2 Scelta sulla tipologia di stazione

Dopo una prima fase di analisi delle alternative possibili sull'ubicazione e la conseguente configurazione delle stazioni, la Committenza ha optato per una stazione tipologica a banchina centrale disposta lungo l'argine del Bisagno con accesso diretto dal marciapiede lato fiume per favorire l'accessibilità da entrambi i lati del Torrente.

La stazione di Brignole Sant'Agata è anch'essa con questa configurazione, ma spostata più al centro della carreggiata per motivi di fattibilità del tracciato. Stadio Marassi è, invece, l'unica a banchine separate, anch'essa per esigenze di tracciato, in particolare per le difficoltà di riuscire a riavvicinare le due vie sul lato nord prima dell'ingresso sul ponte di attraversamento del Bisagno.

2.3 Scelta tra singolo e doppio binario

Nello studio preliminare della linea fornito dalla Committenza si prevedeva la presenza di tratti a singolo e doppio binario, con tratti a doppio binario previsti solamente in corrispondenza delle stazioni. Durante lo sviluppo dell'integrazione del PFTE si è rilevato che questa configurazione della linea non permetteva di rispettare i requisiti di prestazione, soprattutto in termini di frequenza.

Si è pertanto reso necessario l'inserimento di ulteriori tratti di linea a doppio binario, anche tra le stazioni, arrivando ad una configurazione che prevedeva circa metà dell'intero tracciato a doppio binario. Si è pertanto studiato l'impatto economico di un'estensione complessiva della linea a doppio binario. Il risultato ha mostrato che l'incremento di costi era relativamente limitato rispetto ai vantaggi di esercizio e sicurezza. Sulla base di tale risultato la Committenza ha confermato di voler adottare una soluzione a doppio binario sull'intera tratta.

3. STUDI E INDAGINI

3.1 Aspetti archeologici

In relazione al progetto in questione, è stato redatto lo Studio Archeologico, in materia di "verifica preventiva dell'interesse archeologico", attenendosi anche a quanto previsto dal D. Lgs. 31 marzo 2023, n. 36, art. 41 comma 4 e allegato I.8 del codice dei contratti pubblici. Il suddetto Studio contiene gli esiti dei dati bibliografici, derivanti dall'analisi della cartografia storica, l'esito delle ricognizioni volte all'osservazione dei terreni (attività di *survey*) e gli esiti della lettura della geomorfologia del territorio, nonché della aerofoto-interpretazione. La valutazione del rischio archeologico potenziale delle opere civili in progettazione ha tenuto conto delle presenze archeologiche comprese in una fascia a cavallo delle aree interessate dalle opere in progetto e della loro potenzialità di rischio, in base alla fonte di

informazione pertinente al record archeologico. Inoltre, nell'ambito della suddetta valutazione sono state considerate la tipologia delle opere in progetto, anche in merito agli aggiornamenti progettuali apportati, con particolare riferimento alla l'entità delle testimonianze antiche, alla distanza di queste ultime rispetto alle opere civili, nonché al grado di attendibilità connesso alla ubicazione delle testimonianze archeologiche. Inoltre il presente studio contiene anche le integrazioni richieste dalla competente Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Genova con nota prot. MIC|MIC_SABAP-MET-GE|12/01/2024|0000648-P e ritenute esaustive da quest'ultima nel parere condiviso con nota prot. MIC|MIC_SABAP-MET-GE_UO4|04/03/2'24|0004226-P. Per l'analisi di dettaglio si rimanda agli elaborati specialistici.

3.2 Inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico

I lineamenti geologici/geomorfologici della valle in esame evidenziano che, dopo un primo andamento all'incirca Nord-Sud, all'altezza del Cimitero di Staglieno l'asse vallivo piega progressivamente verso Est e dopo Molassana assume definitivamente una direzione Est/Ovest fino a Bargagli.

Il confronto tra la cartografia attuale e quella storica (1851), per cui si rimanda agli elaborati di riferimento per approfondimenti, mostra lo sviluppo del tessuto insediativo nella valle e, con riferimento proprio al fondovalle, permette di individuare le modifiche di percorso subite dal corso d'acqua, i tratti rettificati e/o arginati e la parziale occupazione dell'alveo da parte proprio del tessuto urbanizzato, con formazione di rilevati e riempiamenti per ricavare, tra l'altro, il sedime della viabilità lungo le sponde. Viabilità che risulta più antica, stretta e ridossata agli abitati quella in sponda destra, più recente e ampia quella in sponda sinistra, soprattutto nel tratto di media valle.

Per il dettaglio dei terreni e delle litologie interessate dall'opera proposta si rimanda al quadro geologico generale dei luoghi della Relazione Geologica (MGE1P4LVGEOCOMR001-00) in cui è prodotto uno stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 213-230 Genova ed uno stralcio della Carta Geologica del Piano Urbanistico Comunale del Comune di Genova, in cui, oltre all'indicazione delle formazioni geologiche presenti a substrato (*Argille di Montoggio, Formazione dei calcari di Monte Antola e Argille di Ortovero*), sono riportati i vari depositi alluvionali quaternari, i principali corpi detritici ed i riporti antropici di particolare estensione e rilevanza.

Le valutazioni in merito alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nell'area del bacino del Torrente Bisagno sono generali e indicative poiché dedotte dall'esame della permeabilità relativa delle diverse litologie descritte, come illustrato sulla Tavola MGE1P4LVGEOCOMT003-00, carta idrogeologica, estratta dal vigente PUC del Comune di Genova. Per quanto riguarda le formazioni rocciose del substrato si distinguono:

- i calcari, permeabili per fratturazione e fessurazione e localmente per carsismo;
- le argilliti, da semipermeabili a impermeabili se in condizioni d'integrità, possono ammettere circolazione idrica al loro interno in associazione ai sistemi di fratturazione;
- le argille marnose plioceniche, dotate di scarsa o nulla permeabilità per porosità, ammettono debole circolazione idrica in corrispondenza dei livelli sabbiosi intercalati.

Per quanto riguarda invece la normativa regionale e gli strumenti di pianificazione territoriale attinenti alle tematiche geologiche l.s., sono stati presi in considerazione:

- il Piano Assetto Idrogeologico del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica (PAI Dissesti), adottato nella seduta della Conferenza Istituzionale Permanente (CIP) con delibera dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 39 del 28 marzo 2024 ed entrato in vigore con la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n.82 del 8 aprile 2024. Si richiama al proposito anche l'adozione delle misure di salvaguardia di cui alla delibera n 40 del 28 marzo 2024, per la quale continuano ad applicarsi nel settore urbanistico le Norme del Piano di Bacino regionale nelle more dell'emanazione, da parte della Regione Liguria, delle disposizioni relative all'attuazione del nuovo PAI dissesti distrettuale. per le tematiche idrauliche si rimanda al contributo specialistico di settore;
- P.U.C. del Comune di Genova, approvato con D.D. n. 2015/118.0.0/18 ed entrato in vigore in data 03/12/15, con recepimento della Pianificazione di Bacino fino al 31/12/19. Tale Piano è stato preso come riferimento per gli aspetti relativi a: microzonazione sismica di primo livello, zonizzazione e suscettività d'uso, norme geologiche di attuazione e cartografia di base geologica e geomorfologica;
- D.G.R. Regione Liguria 216/2017 Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria;
- D.G.R. n. 507 del 21/06/19 adozione nuovo reticolo idrografico regionale.

Si precisa, inoltre, che:

- la zona esaminata non è sottoposta a vincolo idrogeologico, come sancito dall'art. 5 ter delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino stralcio del T. Bisagno, per il quale il vincolo è applicato, ai sensi dell'art. 34 della l.r. 4/1999 e s.m.i., sulle aree mappate in colore verde della "Carta dei principali vincoli territoriali";
- il tracciato interferisce con i tratti tombinati di numerosi corsi d'acqua affluenti del T. Bisagno e appartenenti al reticolo idrografico regionale adottato con D.G.R. n. 507 del 21.06.2019. Sono altresì intersecati i tombini di altri rivi, che sfociano nel T. Bisagno e che, pur non inseriti nel reticolo regionale, appartengono comunque al reticolo minuto. Il riferimento normativo per risolvere le criticità poste dalle intersezioni è il Regolamento Regionale n. 3/2011, come modificato dal R.R. 1/2016.

Sulla base dello studio svolto e commentato nella presente relazione, ai sensi del D.M. 17.01.18 e in osservanza alle prescrizioni delle Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. del Comune di Genova, relativamente alla fase di accertamento di fattibilità dell'infrastruttura in progetto, si ritiene che l'intervento proposto sia compatibile con i lineamenti geologici e geomorfologici del territorio interessato

3.3 Idrologia e idraulica

Nell'ambito della relazione idrologica (Elaborato MGE1P4LVIDRCOMR001-00), a partire dalla caratterizzazione dei bacini secondo quanto indicato dal Piano di Bacino, sono stati valutati gli aspetti idrologici, approfondendo il contesto nel quale si colloca il nuovo prolungamento della linea



metropolitana, individuando e caratterizzando i principali elementi di vincolo ed i futuri elementi di maggior rilievo da sviluppare o tenere in maggior considerazione nelle successive fasi progettuali.

Nell'ambito poi della relazione idraulica (Elaborato MGE1P4LVIDRCOMR002-00), dopo aver presentato la normativa regionale relativa alla movimentazione di terreno e scavi, vengono analizzati gli strumenti di pianificazione del settore inquadrati nell'ambito del piano di Bacino del T. Bisagno e gli interventi in corso di realizzazione nell'area di studi, quali lo scolmatore del Bisagno e quello del Rovare, del Noce e del Villa Castagna. Segue un approfondimento delle interferenze dell'infrastruttura, viadotto e stazioni, con i corsi d'acqua e le zone di allagamento sia in fase di cantiere che in esercizio; infine è presente una trattazione sulle tipologie di drenaggio per l'evacuazione delle acque meteoriche della linea, dei locali tecnici e del parcheggio di Molassana.

4. ESERCIZIO

Come richiesto dalla Committenza, è stata modificata la configurazione della linea rispetto al progetto a base gara, portandola tutta a doppio binario. Questo porta sicuramente ad una maggiore flessibilità nell'esercizio della linea e facilità nel garantire l'intervallo tra i treni. Anche quest'ultimo dato, rispetto alla richiesta del Capitolato è stato modificato, portandolo a tre minuti anziché cinque. Tali indicazioni derivano dallo studio dei tempi di percorrenza e dell'orario grafico riportati in dettaglio nella relazione specialistica.

I tempi di sosta nelle stazioni sono stati fissati secondo la sosta standard di 20 secondi per stazione.

Lo studio di esercizio svolto riguarda ovviamente la sola tratta Brignole Sant'Agata-Molassana, vista l'ipotesi della Committenza di esercirla indipendentemente dalla linea esistente.

In ogni caso la nuova linea dovrà essere compatibile con la futura diramazione a Martinez, attualmente in fase di realizzazione.

E' stato richiesto di suddividere l'opera in due lotti funzionali, dei quali il primo andrà esercito da solo temporaneamente, fino alla realizzazione successiva del lotto di completamento. Lo studio di esercizio, pertanto, è stato eseguito per entrambe le configurazioni, la prima che va dalla stazione di Brignole Sant'Agata al capolinea temporaneo di Ponte Carrega e la seconda che arriva fino a Molassana.

In avanzazione dei capilinea di Molassana e Brignole Sant'Agata sono state previste due comunicazioni semplici che permettono di effettuare l'inversione dei treni. Il retrostazione di Molassana è stato considerato per una possibile inversione dei treni, pertanto vi è presente una comunicazione semplice a tale scopo. Al fine di limitare la lunghezza totale del viadotto, questo funzionerà anche per il rimessaggio dei treni in ore di morbida e la notte.

In vista del temporaneo funzionamento come capolinea, anche per la stazione Ponte Carrega sono state previste due comunicazioni semplici, una in avanzazione e una in retrostazione, per garantire l'inversione dei treni con la maggior flessibilità possibile. Un ulteriore binario di ricovero è stato previsto in retrostazione Brignole Sant'Agata, lungo il tratto che fa da collegamento di servizio con la linea esistente, sul cui tronchino pari verrà inserito un nuovo deviatoio per la comunicazione alla nuova linea.



Il modello di esercizio, sviluppato con riferimento ad un anno “tipo” e previsto in funzione della domanda stimata, si basa, riguardo alle diverse tipologie di giornata, su quanto condiviso con l’Esercente AMT della linea metropolitana esistente di Genova:

- feriale;
- sabato;
- festivo.

Nella relazione tecnica sono riportati tutte le valutazioni sull’esercizio, nonché le tipologie di rotabili presenti sulla linea.

5. CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

5.1 Tracciato

La linea ha una lunghezza totale di circa 7 km e si sviluppa a partire dal retrostazione Brignole, dove verrà inserito una comunicazione semplice con deviatori R102 tangente 0,15, che funzionerà da collegamento di servizio tra le due linee, in particolare tra il binario pari di quella esistente e quello dispari della nuova tratta in Val Bisagno.

Il binario dispari della nuova linea si sviluppa da qui, portandosi in sponda destra con una curva planimetrica di raggio 50 m. Dal termine della curva planimetrica, lungo via Canevari, inizia il nuovo binario pari, che quindi è di poco più corto. Sul tratto rettilineo successivo è ubicata la stazione Brignole Sant’Agata, che permette la corrispondenza con l’esistente stazione Brignole attraverso un percorso pedonale a raso. Da qui il tracciato si porta lungo argine e prosegue poi in questa configurazione fino alla successiva stazione Stadio Marassi.

Subito a nord della seconda stazione il tracciato si porta di nuovo in sponda sinistra, attraversando il Bisagno con uno scavalco a campata unica che atterra nell’area di Piazzale Marassi, senza interessare in alcun modo la piastra esistente sul Bisagno. Da qui in poi la linea si tiene in sponda sinistra dove è prevista l’ubicazione delle stazioni Parenzo, Staglieno, Ponte Carrega, San Gottardo e Molassana.

In corrispondenza di tutte le stazioni, ad eccezione di Stadio Marassi, il tracciato prevede degli allargamenti/restringimenti tra i due binari, al fine di poter accogliere la banchina centrale. Questo comporta dei flessi in entrata/uscita da ogni stazione. In questi tratti, al fine di limitare lo sviluppo in lunghezza di queste zone di transizione, sono stati imposti dei limiti di velocità per avere sviluppi minori dei vari elementi di tracciato, tenendo conto anche che si è in prossimità delle stazioni. La stazione Stadio Marassi è l’unica che, per esigenze di tracciato, prevede banchine laterali e quindi non ha questa configurazione.

Le caratteristiche principali del tracciato sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 1. Dati principali della linea

CARATTERISTICHE	DATI
Lunghezza	7+025 m (binario dispari)

Scartamento	1435 mm
Larghezza massima sagoma treno	2,2 m
Interasse tratti doppio binario rettilinei	3,04 m
Velocità massima	75 km/h
Velocità minima adottata in linea	15 km/h
Massimo valore di accelerazione non compensata	0,90 m/s ²
Massimo valore contraccollo	0,40 m/s ³
Minimo raggio planimetrico ammissibile	50 m
Minimo raggio planimetrico adottato	50 m
Raccordi planimetrici a curvatura variabile	Clotoidi
Soprelevazione massima ammissibile	160 mm
Soprelevazione massima adottata	100 mm
Massima pendenza adottata	3,5 %
Massima pendenza normale longitudinale ammissibile in fermata	0,2%
Massima pendenza eccezionale longitudinale ammissibile in fermata	2,0%
Massima pendenza longitudinale adottata in fermata	2,0%
Raccordi altimetrici minimi da normativa	500 m
Raccordi altimetrici minimi dei rotabili	800 m
Raccordi altimetrici minimi di progetto	800 m

La curva da 50 m si è resa necessaria alla fattibilità del tracciato nella parte iniziale in entrata e in uscita dalla stazione Brignole Sant'Agata. Le esigenze erano, infatti, quelle di:

- avvicinare il più possibile la nuova stazione a quella di Brignole esistente per favorire la corrispondenza;
- invadere il meno possibile l'alveo del Bisagno con la proiezione del viadotto;
- avere più spazio disponibile a valle della stazione Brignole Sant'Agata, al fine di poter inserire gli scambi di inversione dei treni;

- poter inserire il prima possibile un raccordo verticale che alzi la linea per poter scavalcare con il maggior franco possibile la viabilità su Ponte Castelfidardo.

La percorribilità di tale curva per i rotabili esistenti è assicurata dal fatto che sulla linea esistente è già presente una curva di raggio anche inferiore, pari a 45m nella tratta Brin-Dinegro.

Le verifiche e il dettaglio del tracciato sono riportati negli elaborati specialistici, dove sono indicate anche le sezioni funzionali tipologiche della linea.

5.2 Armamento

La sede adottata è costituita dal viadotto con impalcato in acciaio con sezione a “U” a via inferiore, costituito da due travi laterali e traversi con soletta in calcestruzzo di collegamento a sostegno dei binari. La struttura a “U” integra tutti i componenti del sistema e quindi anche l’armamento.

L’armamento prevede rotaie 50 E5 (50 UNI) in analogia a quanto già presente lungo la linea esistente come richiesto anche dall’ esercente. Le rotaie sono ancorate a travette continue in c.a. con un sistema di attacco tipo DFF Bonded Plates, adatto per viadotti.

All’interno della sezione, lateralmente ai treni, sono posizionati i camminamenti di emergenza, costituiti dalla flangia superiore delle travi portanti estradossate, al di sotto dei quali sono posizionate le passerelle portacavi e i pannelli fonoassorbenti per l’attenuazione acustica.

La sede in calcestruzzo risulta avere una pendenza trasversale per permettere il corretto deflusso dell’acqua verso il centro dei due binari dove viene raccolta per essere portata, a fine di ogni impalcato, al discendente inserito all’interno della pila sottostante. Longitudinalmente bisognerà sempre garantire un’adeguata pendenza, che permetta il deflusso minimo dell’acqua verso l’estremità dell’impalcato, anche laddove il profilo altimetrico del tracciato non la preveda, utilizzando in caso delle piccole ricariche di livellamento.

Per la diramazione in retrostazione Brignole si renderà necessario intervenire sulla linea esistente per poter inserire la comunicazione semplice con il nuovo deviatoio S50 R102 T0.15, tramite i quali si effettuerà il collegamento di servizio a raso tra il prolungamento di Martinez e Skymetro.

Per le comunicazioni lungo linea di Brignole Sant’Agata, Ponte Carrega e Molassana, invece, sono stati ipotizzati sempre deviatoi S50 R102 T0.15, già previsti lungo il resto della linea.

5.3 Parcheggi di scambio

Sulla base delle indicazioni del progetto a base gara è stato progettato il parcheggio di scambio a Molassana, capolinea nord della tratta, dove è stato previsto anche un polo intermodale che permette lo scambio con bus, principalmente extraurbani. Il parcheggio di scambio di Gavette, anch’esso previsto nel progetto a base gara, è stato inizialmente progettato, ma poi stralciato, come da indicazione della Committenza, per indisponibilità delle aree.

Il parcheggio di Molassana contiene circa 60 posti auto, che risultano inferiori a quanto previsto nel PFTF a base gara, a causa di indisponibilità di tutte le aree inizialmente ipotizzate e di necessità di modifica dell’incrocio di accesso, sul quale è stato necessario inserire una nuova rotatoria.

Il nodo dei bus è stato, invece, dimensionato in base alle esigenze dell' esercente. Al suo interno è stato previsto anche un locale autisti, per permettere un riparo e i servizi minimi a chi è impegnato in tratte extraurbane a lunga sosta.

All'interno dell'area del nodo di scambio è stata poi ricavata anche l'ubicazione dei locali tecnici e della sottostazione a servizio della stazione di Molassana.

5.4 Aspetti ambientali

5.4.1 Studio acustico

Lo studio dell'impatto acustico del progetto di estensione della linea metropolitana di Genova da Brignole alla Val Bisagno segue un iter metodologico, che può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale), per tener conto dell'eventuale concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio.
- Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti nella fascia di pertinenza acustica della metropolitana (250 m per lato, più altri 50m per tenere conto dei primi fronti edificati). In questa fase è stato effettuato un rilievo in campo delle destinazioni d'uso di ogni fabbricato presente in questa fascia; le informazioni sono riportate nelle Planimetrie di censimento dei ricettori (elaborato MGE1P4LVAMBCOMT011-00) e nelle Schede di censimento dei ricettori (elaborato MGE1P4LVAMBCOMK001-00). Si è proceduto anche ad una campagna di rilievi fonometrici lungo la tratta di progetto, al fine di caratterizzare lo stato acustico dei luoghi nello scenario ante operam; le risultanze di tali rilievi sono consultabili nel Report delle misure fonometriche (elaborato MGE1P4LVAMBCOMR009-00).
- Livelli acustici post operam. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa dall'infrastruttura ferroviaria fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea e con quelli eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto da recenti provvedimenti normativi, costituiti in particolare dal D.M. 29 novembre 2000 che prevede la valutazione degli effetti di concorsualità in applicazione del DPR 30 marzo 2004, n° 142, che definisce i limiti e l'ampiezza delle fasce stradali, interagendo dunque con l'ambito ferroviario. Il confronto tra livelli in facciata e limiti di norma è riportato nell'Output del modello di simulazione – Livelli in facciata (elaborato MGE1P4LVAMBCOMK002-00). Per una visualizzazione cromatica dei livelli acustici raggiunti nel periodo diurno (6-22) e nel periodo

notturno, sono state altresì elaborate delle Mappe isofoniche a 4m e a 12m nello Scenario Post Operam (elaborato MGE1P4LVAMBCOMT012-00).

- Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.
- Individuazione degli interventi di mitigazione. Dall'analisi dei risultati delle simulazioni acustiche, si evince che non ci sono eccedenze su ricettori residenziali o commerciali. Gli unici ricettori per cui si evidenziano dei superamenti, sono alcune strutture scolastiche. Per questi ricettori i limiti interni sono garantiti dagli infissi esistenti. Perciò non sono previsti ulteriori interventi di mitigazione alla sorgente o sulla via di propagazione. Nelle successive fasi progettuali si approfondirà in dettaglio la necessità di intervenire sui ricettori scolastici che saranno oggetto di valutazioni dettagliate dopo l'esecuzione del monitoraggio ambientale post operam.

5.4.2 Studio delle vibrazioni

Lo studio dell'impatto da vibrazioni del progetto di estensione della linea metropolitana di Genova da Brignole alla Val Bisagno segue un iter metodologico, che può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

- Analisi della normativa applicabile e individuazione dei valori di riferimento. Analisi delle norme applicabili su base sia nazionale che internazionale e individuazione della metodologia e valori assunti come riferimento. A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla Legge Quadro n. 447/95, non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione. Nella fattispecie sono state considerate le norme ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / "Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)", a cui fa riferimento, con alcune differenze, la norma italiana UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".
- Caratterizzazione ante operam. Individuazione dei potenziali ricettori sensibili attraverso una indagine sul campo di censimento dei ricettori. A riguardo si è fatto riferimento al censimento ricettori svolto per lo studio acustico.
- Analisi misure di vibrazioni per infrastrutture analoghe. Sono state considerate le indagini sperimentali eseguite in corrispondenza della attuale linea in esercizio in prossimità della stazione di Brin, analoga per strutture a quella in esame e su cui transitano gli stessi convogli della linea di progetto. Le misure sono state finalizzate alla valutazione dell'entità del livello vibrazionale allo stato attuale indotto dal transito dei convogli.
- Valutazioni delle vibrazioni in fase di esercizio: in questa fase sono state prese in esame le strutture previste dal progetto; in particolare, si è sottolineato come il viadotto di progetto abbia una sezione dei piloni che non comporta una trasmissione delle sollecitazioni vibratorie tale da superare i valori di riferimento negli edifici limitrofi.

- Individuazione delle aree critiche e degli interventi di mitigazione. Sulla base di un primo esame, non risulta necessario prevedere interventi di mitigazione per le vibrazioni sulla linea di progetto.

5.4.3 Pianificazione e vincoli

All'interno dell'ambito territoriale analizzato si è provveduto ad accertare la presenza di vincoli normativi, che in qualche modo potessero condizionare il progetto con divieti e limitazioni. In particolare sono stati presi in considerazione, ove presenti, i seguenti vincoli:

- vincoli paesaggistici e ambientali:
 - aree soggette a vincolo paesaggistico ai sensi del d.lgs. 42/2004 "Codice dei Beni culturali e del Paesaggio";
 - parchi nazionali e riserve naturali statali, ex L. 394/91;
 - parchi naturali regionali, riserve naturali integrali, speciali e orientate (L.R. 40/1984).
- vincoli naturalistici (rete Natura 2000):
 - siti di interesse comunitario (SIC - Direttiva 92/43/CEE "Habitat");
 - zone di protezione speciale (ZPS - Direttiva 79/409/CEE "Uccelli");
 - zone umide di interesse internazionale: Convenzione RAMSAR (D.P.R. 448/76).

Per effettuare la verifica (effettuata a luglio 2023) sul regime vincolistico vigente delle aree attraversate dal tracciato di progetto, sono stati esaminati gli strumenti della pianificazione ambientale e territoriale vigenti e il Geoportale Nazionale.

5.4.4 Vincoli paesaggistici

Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, all'art. 134, individua le seguenti categorie di beni paesaggistici:

1. Immobili e aree di interesse pubblico elencate all'art. 136.

Elementi, questi, che per il valore paesaggistico, sono oggetto dei provvedimenti dichiarativi del notevole interesse pubblico secondo le modalità stabilite dal Codice (artt. 138 e 141), e precisamente:

- a) le cose immobili aventi cospicui caratteri di bellezza naturale o singolarità geologica;
- b) le ville, giardini e parchi che si distinguono per la loro non comune bellezza;
- c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale;
- d) le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

2. Aree tutelate per legge elencate all'art 142.

Si tratta, sostanzialmente, delle categorie di beni introdotte dalla Legge Galasso (Legge 8 agosto 1985, n. 431) e poi confermate nell'ordinamento, con modifiche, dal previgente Testo Unico dei Beni Culturali (D. Lgs. 490/99), i vincoli di carattere ricognitivo sono così classificati

- a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
- d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- e) i ghiacciai e i circhi glaciali;
- f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
- h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
- i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;
- l) i vulcani;
- m) le zone di interesse archeologico.

3. Immobili e aree tipizzati, individuati e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti dagli articoli 143 e 156.

Si tratta di beni paesaggistici tipizzati in base alle loro specifiche caratteristiche che il piano paesaggistico individua e sottopone a tutela mediante specifica disciplina di salvaguardia e utilizzazione (art. 143 c. 1)

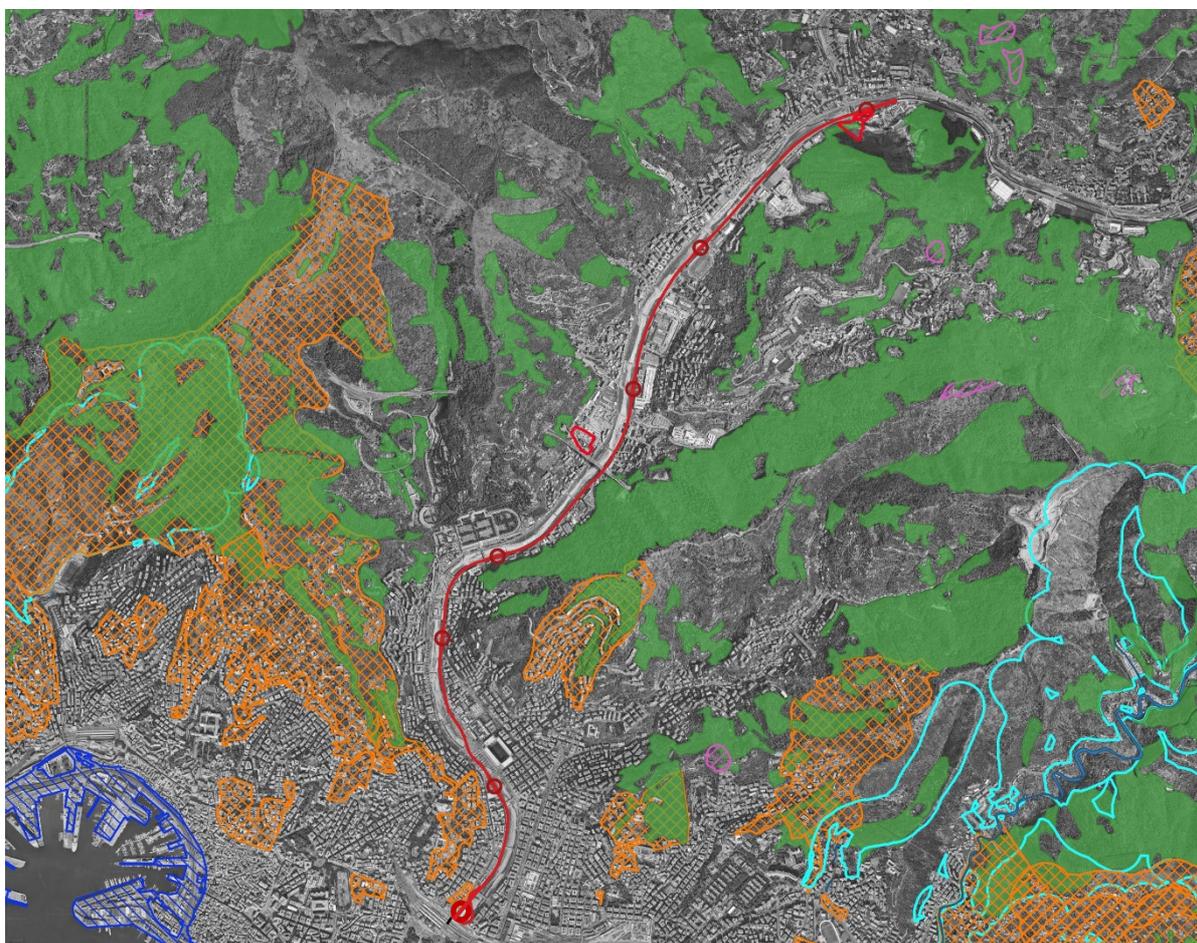
Il Comune di Genova aveva redatto nel 2001 la cartografia dei beni tutelati, che è stata aggiornata nel 2004, recependo le disposizioni del Codice dei beni culturali e del paesaggio. Rispetto a quanto indicato nel piano approvato con deliberazione G.C. 927/2004 sono state apportate alcune modifiche a seguito di richieste e approfondimenti svolti in accordo con la Regione Liguria e la Soprintendenza.

Il Piano comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela comprende le seguenti categorie:

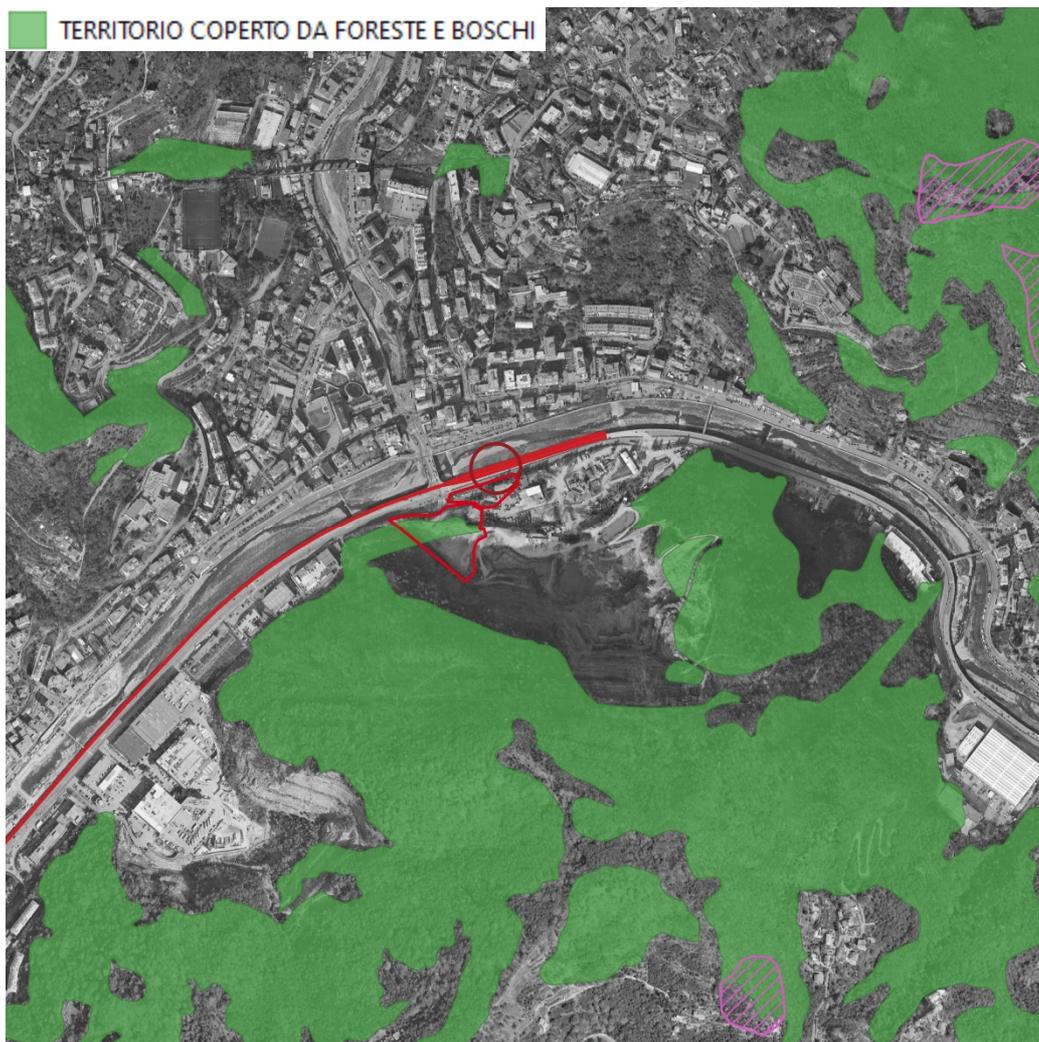
- **Beni paesaggistici** D. Lgs. 42/2004, art. 136, lettera a) e b), 116 siti denominati Bellezze individue, già L.778/1922, L.1497/1939, D. Lgs.490/1999, Titolo II, art.139, lettera a) e b);

- **Beni paesaggistici**, D. Lgs. 42/2004, art. 136, lettera c) e d), 41 aree denominate Bellezze d'insieme, già L.778/1922, L.1497/1939, D. Lgs.490/1999, Titolo II, art.139, lettera c) e d);
- **Aree tutelate per legge**, D. Lgs. 42/2004, art. 142 che estendono la tutela alla fascia costiera, ai corsi d'acqua e alle relative sponde, ai territori boschivi, alle zone gravate da usi civici e a quelle di interesse archeologico già L.431/1985, D. Lgs.490/1999, Titolo II, art. 146.

Si precisa che, come riportato nel Piano Comunale dei Beni soggetti a tutela, il corso d'acqua Bisagno risulta escluso dal vincolo poiché irrilevante ai fini paesaggistici secondo la Deliberazione della Giunta Regionale n.5900 del 06/12/1985. La prescrizione riportava quanto segue: "il torrente Bisagno si ritiene irrilevante ai fini paesaggistici (ART. 1 QUATER L. 431/85): dalla foce alla confluenza con il Torrente Eo: compresi gli affluenti, subaffluenti e le sorgenti sgorganti nel bacino".



Dalla lettura dei fogli 38 e 28 del Piano comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela, emerge che l'opera in progetto non interferisce direttamente con le aree tutelate individuate dallo strumento territoriale comunale, se non in minima parte con aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 dello stesso decreto rappresentate da "Territori coperti da foreste e boschi" in corrispondenza del polo intermodale di Molassana. Si riporta qui di seguito uno stralcio dell'elaborato MGE1P4LVURBCOMT002-02. Ai fini di una verifica più approfondita delle interferenze da parte dell'RTP è in corso un rilievo dell'area.



5.4.5 Le aree naturali protette e la Rete Natura 2000

Ai sensi di quanto previsto dalla Direttiva 92/43/CEE "Habitat" con Rete Natura 2000 si intende l'insieme dei territori protetti costituito da aree di particolare pregio naturalistico quali le Zone Speciali di Conservazione (ZSC). Tale rete si estende anche alle Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli", abrogata e sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE. La Rete Natura 2000 costituisce di fatto lo strumento a livello europeo attraverso il quale preservare le specie di flora e fauna, minacciate o in pericolo di estinzione, e gli ambienti naturali che le ospitano.

In Liguria, con la legge regionale n.28 del 10 luglio 2009 "Disposizioni per la tutela e valorizzazione della biodiversità" (pubblicata sul BURL n.13 del 15 luglio 2009) sono forniti gli strumenti per l'attuazione delle specifiche direttive europee. Viene, inoltre, istituita la Rete ecologica regionale - RER che individua i collegamenti ecologici funzionali tra Siti di importanza comunitaria (SIC), a oggi in Liguria diventate Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di protezione speciale (ZPS).

L'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto non ricade all'interno o in prossimità di aree naturali protette terrestri regolamentate dalla Legge No. 394/91 "Legge Quadro sulle Aree Naturali Protette".

L'area interessata dalle opere in progetto non ricade all'interno o in prossimità di aree classificate come siti della Rete Natura 2000 o come Important Bird Areas, come reso evidente dallo stralcio cartografico di seguito riportato.

L'area protetta terrestre più vicina ricade ad una distanza minima di circa 750 m dall'area di intervento ed è costituita dall'Area SIC-ZSC IT1331606 "Torre Quezzi".



5.4.6 Beni culturali

Il patrimonio nazionale di "beni culturali" è riconosciuto e tutelato dal D. Lgs.42 del 22/01/2004 Codice per i Beni Culturali e del Paesaggio, e successive modificazioni ed integrazioni.

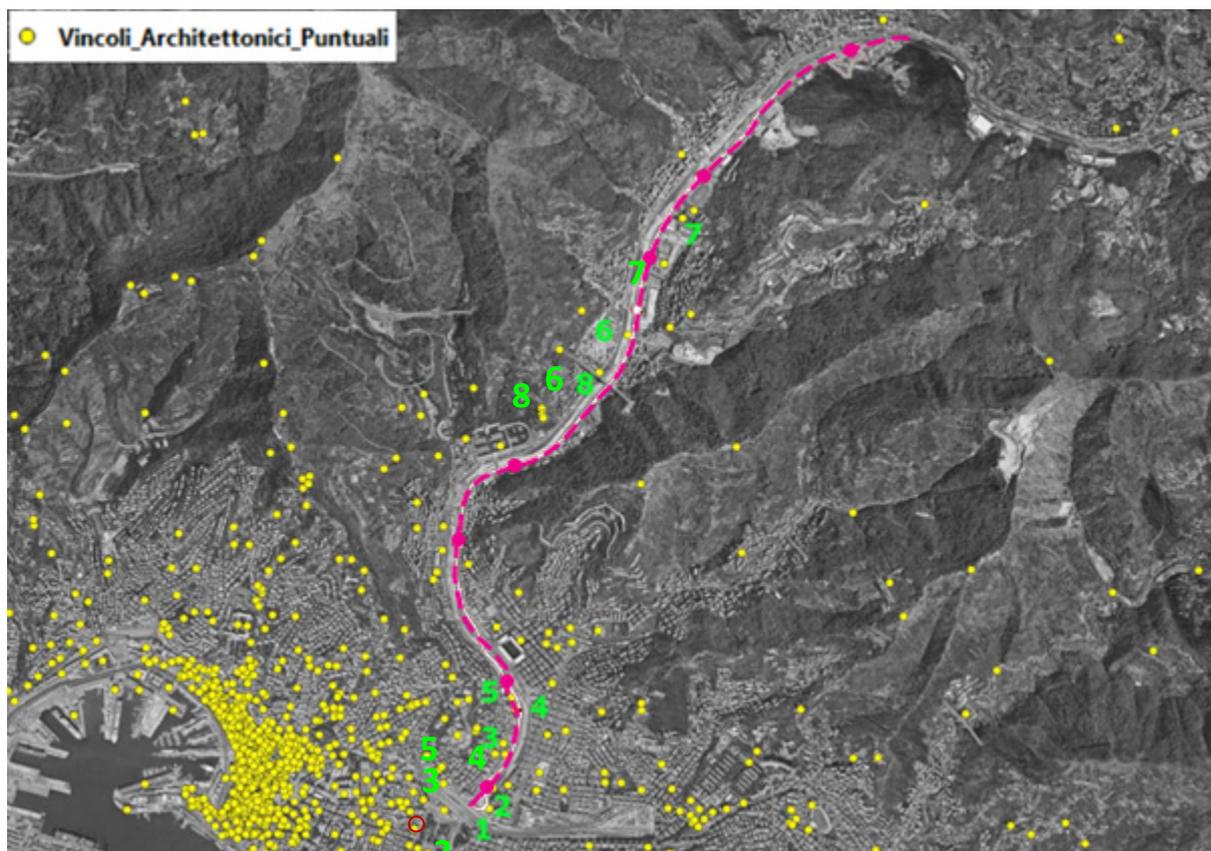


Figura 1. Beni Culturali Vincoli architettonici puntuali individuati da Ministero per i Beni e le Attività Culturali – Regione Liguria

In merito ai beni afferenti alla Parte II del D. Lgs. 42/04, le opere in progetto non interferiscono direttamente alcun bene immobile di interesse culturale dichiarato.

Come si evince dallo stralcio sopra riportato, nell'intorno dell'opera in progetto sono presenti alcuni di tali beni. Si evidenziano in particolare, i seguenti beni puntuali *Fonte: <http://www.liguriavincoli.it/dati.asp>* :

1. Scuola media Rubaldo Merello (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 20 m dall'opera;
2. Ponte di S. Agata (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 15 m dall'opera;
3. Centrale ENEL e relative pertinenze (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 20 m dall'opera;
4. Caserma Carabinieri (Bene Architettonico di interesse culturale non verificato), distante circa 20 m dall'opera;
5. Scuola materna Romagnosi ed asilo infantile Girasole (Bene Architettonico di interesse culturale non verificato), distante circa 15 m dall'opera;
6. Ponte Carrega (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 10 m dall'opera;
7. Villa Marassi ex Brignole (Bene Architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 60 m dall'opera;

8. Amga (Bene architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 34 m dall'opera.
9. Sede scuola comunale Ballano (Bene architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 10 m dall'opera.
10. Chiesa dei Diecimila Martiri Crocifissi (Bene architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 65 m dall'opera.
11. Casa circondariale Marassi (Bene architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 40 m dall'opera.
12. Edificio scolastico "Da Passano" (Bene architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 100 m dall'opera.
13. Uffici della direzione (Bene architettonico di interesse culturale non verificato), distante circa 90 m dall'opera.
14. Officina di riparazioni (Bene architettonico di interesse culturale non verificato), distante circa 90 m dall'opera.
15. Cimitero monumentale di Staglieno (Bene architettonico di interesse culturale dichiarato), distante circa 95 m dall'opera.

5.4.7 Gestione dei materiali di risulta e aspetti ambientali della cantierizzazione

Al fine di determinare lo stato qualitativo di alcune tipologie di materiali di risulta che verranno movimentati in fase di esecuzione lavori e definire la corretta modalità di gestione degli stessi, coerentemente con il grado di approfondimento della presente fase progettuale, si è provveduto al prelievo di n.3 campioni di terre e rocce da scavo provenienti dai sondaggi ambientali e rappresentativi del livello 0,00÷5,00 m da piano campagna.

In particolare, sui campioni prelevati sono state eseguite le seguenti analisi:

- caratterizzazione e omologa, al fine della determinazione della pericolosità, della classificazione ed attribuzione del corretto codice EER, secondo gli allegati D e I del D.lgs. 152/06 e s.m.i.;
- esecuzione del test di cessione, al fine di determinare il corretto impianto di destinazione finale (possibilità del recupero ai sensi dell'Allegato 3 del D.M. 05/02/98 e s.m.i. o corretto smaltimento ai sensi del D.lgs. n. 36 del 13/01/2003 e s.m.i.).

Sulla scorta dei risultati delle analisi di laboratorio i rifiuti sono risultati non pericolosi con possibilità di essere conferiti a:

- Impianti di recupero;
- Discariche per rifiuti inerti;
- Discariche per rifiuti non pericolosi.

Inoltre, è stato stimato che la realizzazione degli interventi comporterà la produzione dei seguenti volumi di materiali di risulta:

- 231.840 mc circa di terre e rocce da scavo;
- 46.552 mc di materiali provenienti da demolizioni.

Sulla base del quadro conoscitivo descritto in precedenza è stato quindi possibile assegnare ai rifiuti prodotti dei possibili codici E.E.R di seguito indicati:



La sezione dell'impalcato tipologica risulta di larghezza massima pari a circa 8,5 m. La presente è valida per tutte le curve con raggio maggiore di 150 m, ossia tutte a parte la prima curva del tracciato a Brignole e l'ingresso al ponte di scavalco del Bisagno. Su questa base sono stati dimensionati i viadotti della linea che presentano lunghezza tipologica di 32 m, fino ad un massimo di 45 m.

Le pile, comprensive del relativo pulvino, sono previste in calcestruzzo armato e sono poste a un interasse tipologico di 32m. L'elevazione al di sopra del piano strada ha sezione circolare di 1,8 m, mentre la parte interrata al fianco dell'argine ha sezione rettangolare leggermente più larga, su cui si innesta il muro, sempre in calcestruzzo, che andrà a sostituire la parte di argine demolita per la realizzazione della pila. La fondazione dal lato argine dovrà necessariamente sbordare nell'alveo, pertanto l'estradosso del plinto è stato posizionato ad almeno 1,4 m sotto l'attuale piano di scorrimento del Bisagno, al fine di garantire uno spessore che eviti lo scalzamento della fondazione al variare della quota di fondo.

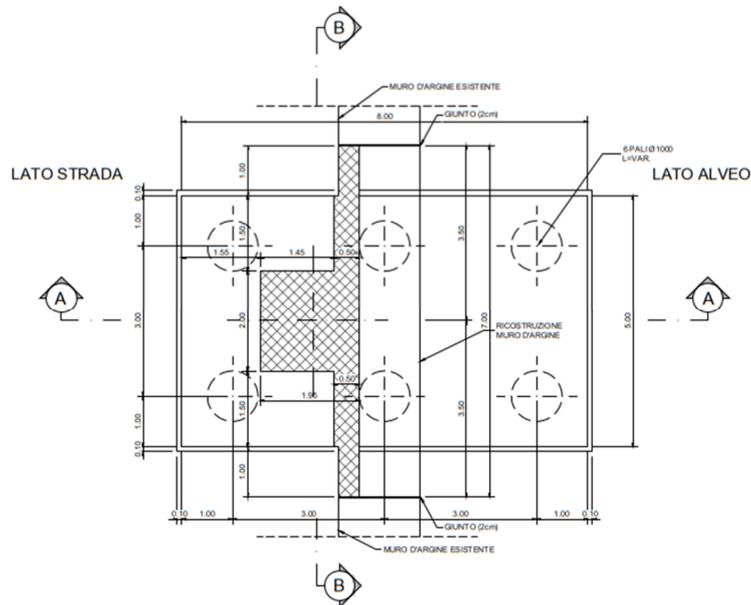


Figura 4. Fondazione pila lungo linea

In corrispondenza di Piazza Garrassini, per vincoli legati alla preesistenza del sottopasso stradale del Lungobisango Istria, le pile verranno sostituite da telai ad hoc con pile in calcestruzzo e trave in calcestruzzo o reticolare in acciaio. Per tre di questi telai sarà necessario andare a rimuovere anche le travi di copertura del sottopasso stradale, al fine di poter inserire le nuove sottostrutture.

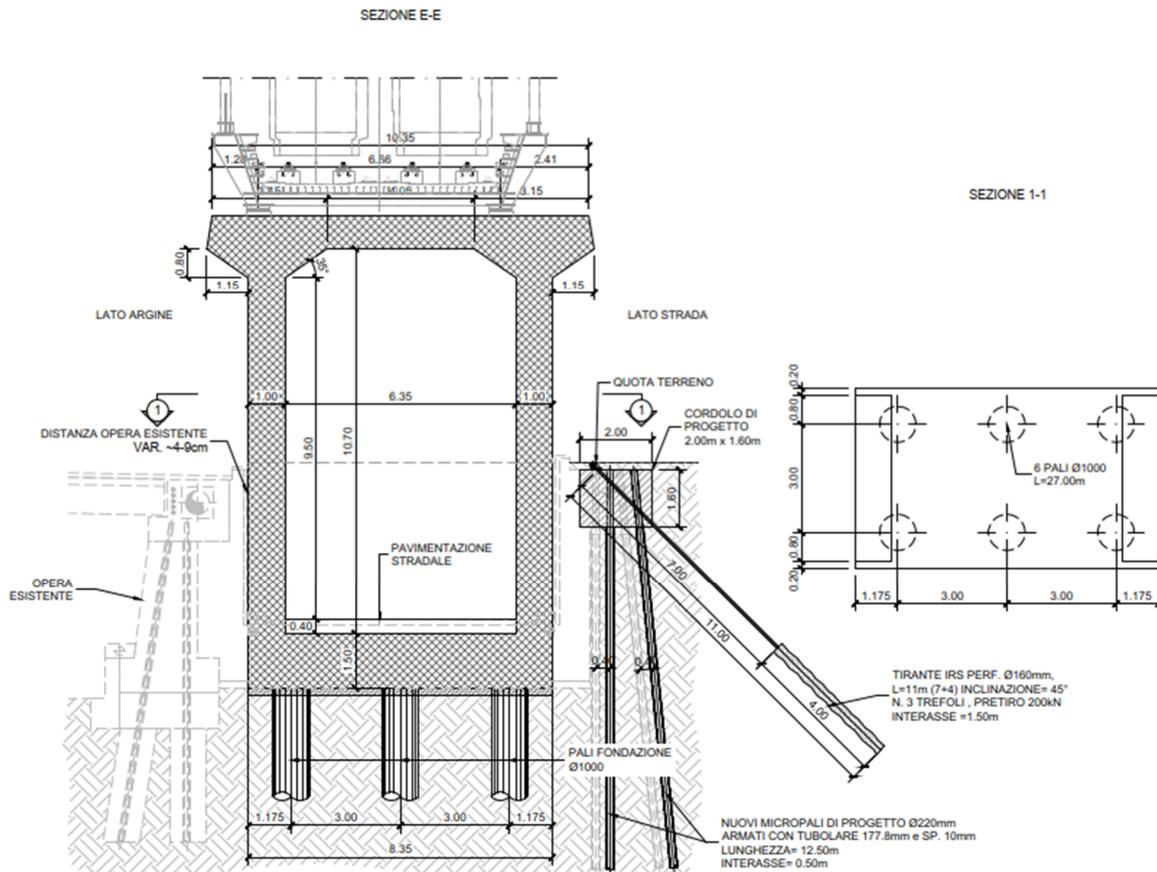


Figura 5. Telai in zona sottopasso Garrassini

Anche nelle zone di passaggio del tracciato da lungo argine a centro strada e viceversa (vedi passaggio in adiacenza alle pile autostradali, passaggio a nord dello stadio L. Ferraris, passaggio dello scolmatore), le sottostrutture sono costituite da telai, anziché da una pila singola. In questi casi le pile lato torrente hanno una configurazione simile a quelle tipologiche, mentre le pile lato strada non presentano la parte interrata, bensì hanno un plinto di fondazione più superficiale, che poggia a circa 3 m sotto il piano stradale.

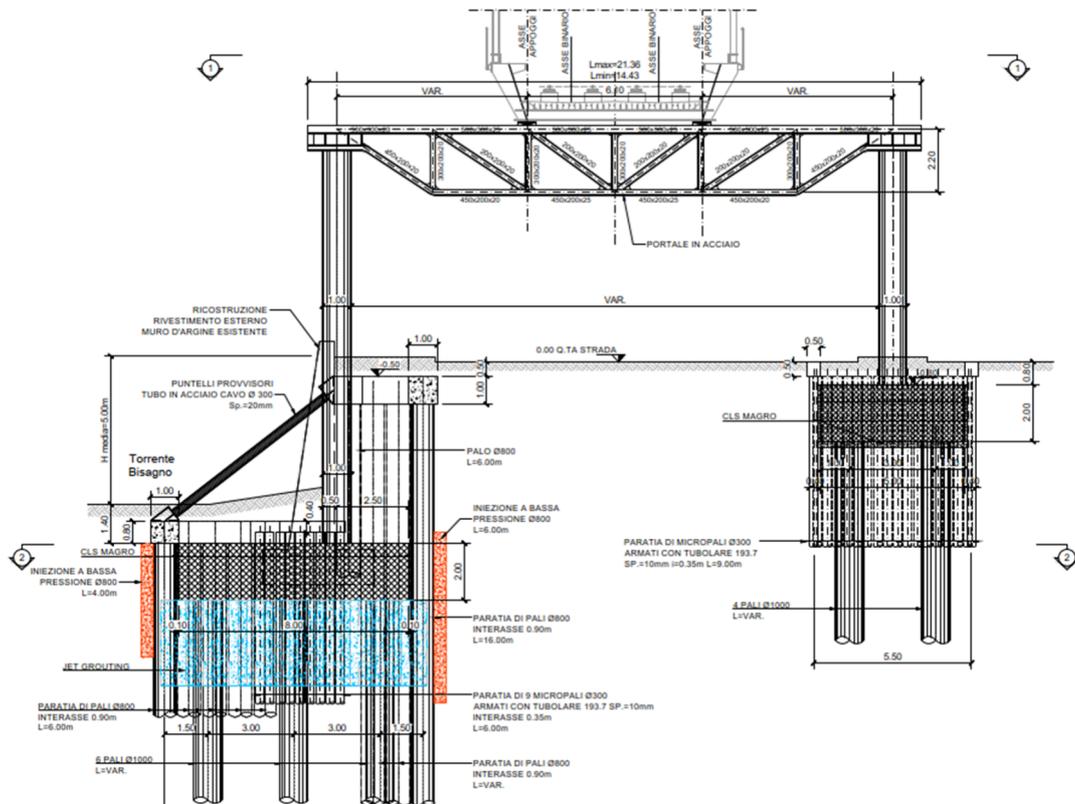


Figura 6. Sottostruttura a telaio

6.2 Ponte Marassi

Per permettere alla linea di passare dalla sponda destra a quella sinistra del Bisagno è stato previsto uno scavalco a campata unica di circa 125 m di lunghezza.

Le due estremità del ponte sono previste una appena a nord della stazione Sadio Marassi in sponda destra e quella nord in prossimità della rotatoria di Piazzale Marassi in sponda sinistra.

L'opera è a via inferiore ad arco in acciaio con struttura dell'impalcato composta acciaio/calcestruzzo.

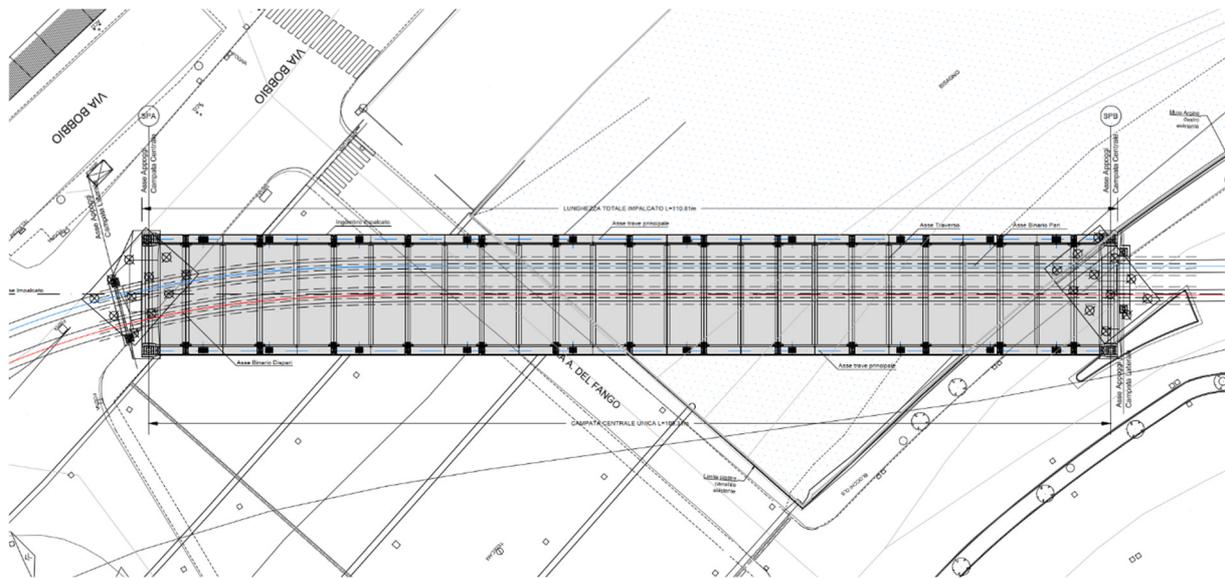


Figura 7. Ponte Marassi - Vista planimetrica

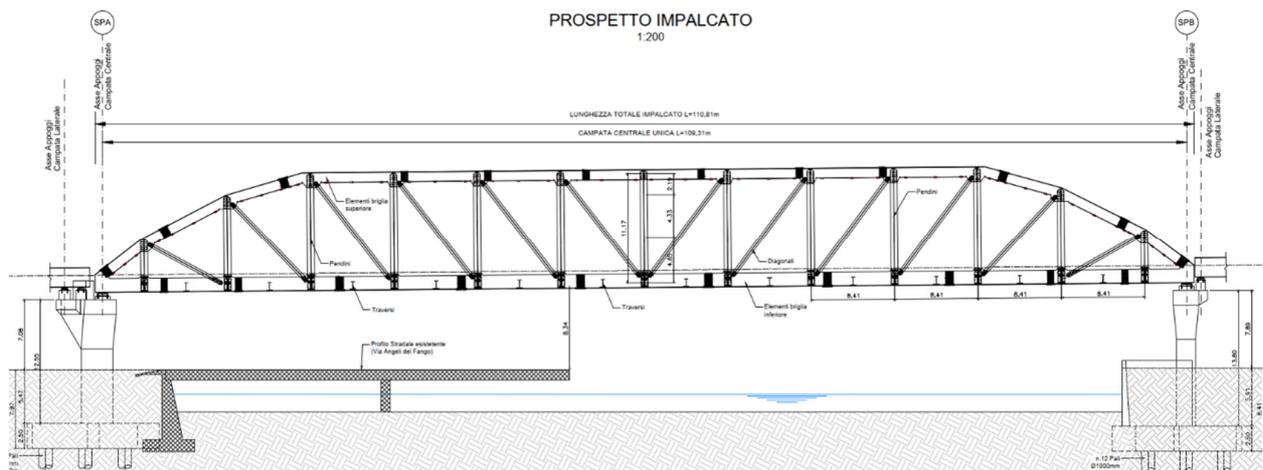


Figura 8. Ponte Marassi - Prospetto

7. STAZIONI

La linea prevede sette nuove stazioni, come progetto posto a base gara seppur ubicate diversamente, per via delle indicazioni, ricevute, di:

- accorpate Adriatico e Bligny in un'unica stazione mediana tra le due, denominata Ponte Carrega;
- aggiungere la nuova stazione Brignole Sant'Agata per effettuare la corrispondenza con la stazione esistente.

Pertanto le stazioni incluse nel progetto sono:

- Brignole Sant'Agata;



- Stadio Marassi;
- Parenzo;
- Staglieno;
- Ponte Carrega;
- San Gottardo;
- Molassana.

Tutte le stazioni presentano la banchina centrale rispetto alle vie, mentre quella di Stadio Marassi è l'unica con le banchine laterali.

La stazione tipologica è ubicata lungo il Torrente Bisagno, prevede banchina centrale e gli accessi sul lato argine della carreggiata stradale, mentre i locali tecnici sono posti sul lato opposto della strada, ad una distanza maggiore dei 10 m dall'alveo.

La stazione Brignole Sant'Agata, seppur a banchina centrale, ha una configurazione diversa, perché, per motivi di tracciato, è ubicata più al centro della carreggiata. Pertanto gli accessi sono posizionati su un'isola pedonale ricavata al centro della carreggiata. La stazione prevede una corrispondenza con quella di Brignole esistente mediante percorso pedonale a raso tra le due stazioni. Per i locali tecnici sono stati sfruttati spazi liberi all'interno della stazione esistente.

La stazione Stadio Marassi ha una configurazione a banchine laterali dettata da esigenze di tracciato molto stringenti e dal posizionamento richiesto. La stazione si trova posizionata nell'area di risistemazione urbana ricavata dalla prevista demolizione dell'Istituto Scolastico Firpo. La struttura è costituita da una serie di telai, al di sotto dei quali è presente un'area pedonale. La struttura delle banchine prevede il viadotto tipologico di linea passante centralmente e ai lati strutture in acciaio reticolari che sorreggono la parte rimanente della banchina. Sono poi previste per ogni banchina due scale fisse in acciaio e due ascensori.

Per tutte le stazioni non è prevista tornelleria su indicazione della Committenza.

7.1 Funzionale

7.1.1 Stazione tipologica

Il corpo stazione accoglie una banchina centrale di lunghezza pari a 48 m.

Il piano banchine, posizionato a quota +0,80 m dal piano del ferro e orientativamente a circa 10 m dal piano strada, viene sorretto da una struttura reticolare metallica appoggiata su pile disposte lungo l'argine del torrente con passo tipologico di 16 m.

Le banchine, che presentano una larghezza di circa 7,80 m, prevedono una copertura con struttura in acciaio sovrastata da un pacchetto di finitura e gli eventuali pannelli fotovoltaici, oggetto di altro appalto. Rimangono scoperte, invece, le parti relative alla sede dei rotabili.

L'accesso alle banchine avviene lato argine direttamente dal livello strada attraverso un sistema di scale fisse di larghezza netta pari a 2,00 m e di ascensori con cabine da 1,80 m x 2,10 m.



I locali tecnici delle stazioni sono collocati in un edificio separato con accessi dedicati, posto dal lato opposto della strada ad una distanza superiore ai 10 m dall'alveo. La stazione di Parenzo è l'unica che prevede i locali tecnici interrati al di sotto della sede stradale; questa presenta dei componenti emergenti (botola, griglie, scale di accesso), che mantengono la quota rialzata rispetto al piano stradale per motivi di sicurezza idraulica.

Per il locale tecnico relativo alla stazione Staglieno si è reso necessario l'esproprio di un capannone esistente, di cui si prevede demolizione e ricostruzione visto lo stato attuale compromesso.

Gli attrezzaggi della stazione Ponte Carrega sono previsti all'interno di un locale tecnico, inserito in un edificio di nuova costruzione, il cui progetto, tutt'ora in corso, è gestito da AMT e non fa parte di questo appalto. Per definire spazi e vincoli sono state effettuate delle riunioni apposite, con condivisione della documentazione di progetto.

7.1.2 Stazione Brignole Sant'Agata

La stazione ha una banchina di lunghezza pari a 45 m e altezza dal piano ferro di 80 cm come per le altre stazioni. La configurazione è però diversa, in quanto presenta una larghezza di 5,6 m per limitarne l'ingombro in una zona molto urbanizzata.

Le banchine prevedono una copertura con struttura coperta da un pacchetto di finitura, equivalente alle altre stazioni. Rimane scoperta, invece, la parte relativa alla sede dei rotabili.

Sono previste due scale fisse per raggiungere il piano banchina dal livello strada, a cui si aggiungono due ascensori, posti alle due estremità della banchina. Dall'estremità sud della stazione si sviluppa, in continuità con la banchina, un camminamento pedonale, che raggiunge l'attuale corridoio di accesso alla stazione metro Brignole su via Canevari.

Al piano strada è prevista un'isola pedonale che costituisce anche l'atrio della stazione. Le singole risalite sono delimitate da una cancellata che ne permetta la chiusura e la gestione.

Per esigenze di tracciato la stazione si trova lungo una livelletta al 2%, al fine di guadagnare quanto più franco stradale possibile sulla viabilità posta subito a Nord e in particolare su Ponte Castelfidardo.

Non sono previsti nuovi locali tecnici, perché viene sfruttata la presenza di spazi liberi all'interno dei locali della stazione esistente.

7.1.3 Stazione Stadio Marassi

La stazione Stadio Marassi ha una configurazione a banchine laterali dettata da esigenze di tracciato molto stringenti e dal posizionamento richiesto. La posizione della stazione è prevista nella di sistemazione urbanistica ricavata dalla demolizione, non compresa in questo appalto, dell'istituto Scolastico Firpo. La struttura è costituita da una serie di telai, al di sotto dei quali è presente l'area pedonale. La struttura delle banchine prevede il viadotto tipologico di linea passante centralmente e ai lati strutture in acciaio reticolari che sorreggono la parte rimanente della banchina. Ogni banchina ha a disposizione due scale fisse in acciaio e due ascensori che permettono la risalita dal piano strada.

7.2 Strutture

In corrispondenza di tutte le stazioni della linea la struttura a singolo impalcato prevede una prima zona di transizione, in cui le due linee si allontanano, per poi passare a due impalcati a singolo binario, che presentano un interasse dei binari di 10,2 m.

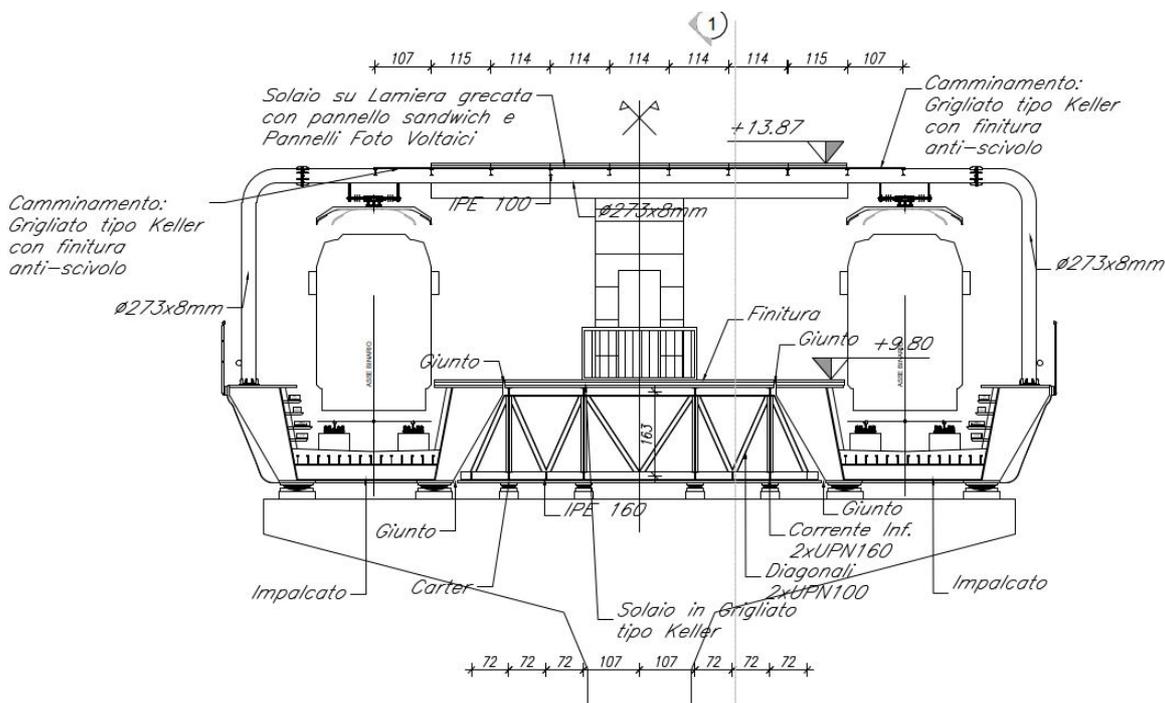


Figura 9. Sezione trasversale di stazione

Le pile hanno una configurazione molto simile a quelle lungo linea, con sezione circolare dal piano strada a salire, seppur con diametro pari a 2m, e la parte interrata a sezione rettangolare. Sono poste a un interasse tipologico pari a 16m e sormontate da un pulvino con dimensioni maggiori rispetto a quelli presenti lungo la linea per poter accogliere l'impalcato, che nel complesso è più largo.

Infine per la copertura sono previste delle centine, che si sviluppano trasversalmente da un'estremità all'altra della stazione e che fungono da supporto alla linea di contatto dei rotabili, ai pannelli fotovoltaici e alla copertura.

I locali tecnici della stazione sono posizionati in un edificio in calcestruzzo armato con schema a telaio separato dalla struttura della stazione. Solo nel caso della stazione di Parenzo è previsto un edificio interrato sotto la carreggiata stradale, che richiede una paratia di pali perimetrale che sostiene temporaneamente lo scavo.

La stazione Brignole Sant'Agata prevede invece una struttura interamente in calcestruzzo, eccetto la copertura. Dal piano strada si eleva una serie di pilastri, su cui poggia una sezione in calcestruzzo che raccoglie sia i treni laterali che la banchina centrale e percorre l'intera lunghezza della stazione. Lo stesso schema strutturale è previsto per la piastra di collegamento con la stazione esistente.



La stazione Stadio Marassi prevede, come detto, una struttura su telai costituiti da pilastri in calcestruzzo e trave reticolare in acciaio, sui quali poggia la struttura della stazione costituita dal viadotto tipologico centralmente e da strutture reticolari ai lati.

8. INSERIMENTO URBANISTICO E SISTEMAZIONI ESTERNE

8.1 Recepimento degli indirizzi progettuali

Le scelte progettuali adottate nel progetto partono dalla rielaborazione di indirizzi progettuali suggeriti all'interno della pianificazione vigente a livello locale e sovralocale e di settore. A partire dalla conoscenza dello stato dei luoghi, e nel pieno rispetto del quadro di riferimento programmatico, la progettazione delle opere paesaggistiche mette in relazione idee, progetti e risorse, allo scopo di aumentare in modo significativo l'attrattività e la qualità del contesto. Si rimanda all'elaborato specifico "MGE1P4LVURBCOMR001-00" per un approfondimento. Si rimanda in particolare al capitolo 5 relativo alla compatibilità e coerenze dell'intervento con le prescrizioni e misure di salvaguardia degli strumenti di pianificazione a scala locale e sovralocale.

8.2 Un approccio sostenibile alla progettazione

Per quel che riguarda la metodologia individuata, sono state approfondite le peculiarità dell'intero sistema e le sue potenzialità, giungendo all'individuazione di soluzioni che meglio integrino le esigenze ecologiche, ambientali e fruibili (collettive e specifiche) con l'assetto paesaggistico.

All'interno della Tavola di sintesi (cfr. MGE1P4LVURBCOM003-00) infatti, sono state messe in evidenza le peculiarità dell'intero sistema nei suoi aspetti critici e potenziali, giungendo all'individuazione di soluzioni che meglio integrino le esigenze ecologiche, ambientali e fruibili (collettive e specifiche) con l'assetto paesaggistico. Tra le criticità emergono la presenza di infrastrutture trasversali al corridoio ecologico del torrente Bisagno rappresentando una cesura di quest'ultimo: le due piastre in corrispondenza dello stadio Marassi e nei pressi di piazza Garrassini, il viadotto autostradale nei pressi di Adriatico e l'alta tensione che attraversa il torrente. I grandi distretti dedicati al produttivo e alla logistica rappresentano anch'essi un elemento di criticità in quanto per lunghi tratti il rapporto con la sponda viene negato. Tra gli elementi potenziali rientrano il sistema di connessioni pedonali trasversali e gli impianti di risalita in programmazione che possono innescare un collegamento con il territorio limitrofo, che offre diversi elementi architettonici di rilievo e punti panoramici. In questa mappa, infatti, compaiono i sistemi territoriali caratterizzanti della Val Bisagno che rispondono all'esigenza manifestata dai diversi documenti di Piano di valorizzare gli elementi di rilievo sul territorio.

Nel pieno rispetto dei caratteri dei luoghi e dei vincoli che ricadono sul territorio di riferimento, la progettazione delle sistemazioni esterne definisce una linea d'azione unitaria e unificante. Le azioni progettuali si articoleranno nei differenti ambiti, sviluppandoli secondo la loro specifica identità. Gli ambiti d'intervento sono stati così definiti:

- lungo la linea del tracciato,
- in corrispondenza delle stazioni,
- in ambiti di riqualificazione urbana puntuali,
- il parcheggio di Molassana.



L'infrastruttura è concepita come una straordinaria opportunità per ricucire paesaggio e contesto urbano in grado di innescare ricadute positive e durevoli sul territorio. L'intervento ambisce a ridefinire le relazioni territoriali, promuovendo e valorizzando un network di spazi pubblici urbani e delle rilevanze storiche-paesaggistiche attraverso la valorizzazione dei percorsi per la mobilità lenta con un sistema lineare verde. L'approccio al progetto incontra i desiderata a base gara e delle linee strategiche mirando a un intervento che vede coesi ambiente, infrastruttura e territorio. Il posizionamento delle stazioni in prossimità di punti di attraversamento sul Bisagno mira a promuovere relazioni tra gli spazi pubblici.

La strategia, ribattezzata *"Dalla linea allo spazio"*, trasforma la linea del tracciato di Skymetro in un dialogo trasversale ricorrendo a diversi principi progettuali: ricucitura, attrattività e fruibilità.

Tutte le soluzioni progettuali individuate mirano dunque a cercare uno stretto legame con il contesto, per un inserimento armonioso delle opere paesaggistiche previste. La migliore integrazione perseguita, degli interventi nel contesto, permetterà di avviare un processo di appropriazione/riconoscimento dell'opera da parte dei fruitori, a questo si aggiungeranno criteri di durabilità dei materiali ed agevole manutenzione delle opere al fine di assicurare la migliore evoluzione del sistema.

Gli obiettivi che il progetto si prefigge sono:

- Favorire la definizione di una immagine unitaria e in armonia con il progetto architettonico ed ingegneristico di SkyMetro;
- Valorizzare l'identità degli ambiti specifici, nel rispetto dell'armonia complessiva;
- Favorire l'orientamento e la fruizione attraverso la leggibilità degli spazi e la cura dei percorsi;
- Offrire ai fruitori accoglienza, comfort e sicurezza secondo standard di livello internazionale;
- Implementare soluzioni "long-term" con introduzione di materiali durevoli di agevole gestione e manutenzione programmata, al fine di assicurare la migliore evoluzione del sistema.

Gli interventi proposti sono strutturati per minimizzare l'impatto sull'ambiente in tutte le sue componenti: acqua, aria, suolo. L'obiettivo è quello di dare alle opere a verde un aspetto organico e riconoscibile, senza rinunciare agli aspetti di sostenibilità ambientale ed economica, privilegiando la scelta di specie autoctone e adatte al contesto pedo-climatico di riferimento. Una delle principali strategie che guidano la realizzazione e la successiva gestione del verde urbano è rappresentato dalla valorizzazione di tutti quegli elementi, che seppur limitati nell'estensione, sono in grado di aumentare la biodiversità all'interno del sistema urbano. È su tali spazi che il progetto si concentra, cambiando il loro ruolo di questi spazi interstiziali da elemento occasionale a nodo centrale della rigenerazione. L'intervento così proposto conferma il sostegno della biodiversità e la progettazione mira ad accrescere il valore delle risorse ambientali intese come ecosistemi di cui deve essere recuperata o valorizzata la funzionalità.

La proposta progettuale integra le diverse discipline specialistiche, utili ad ottenere il miglior risultato sia in termini funzionali, quindi sotto l'aspetto tecnico e gestionale, sia in termini architettonici, quindi potenziando la valenza ecologica dell'ambito di riferimento e le qualità paesaggistiche dei territori.

8.3 Le sistemazioni esterne

Per una miglior integrazione dell'intervento nel tessuto urbano, sono stati previsti interventi di rigenerazione urbana lungo la linea e nelle stazioni, coinvolgendo nel disegno puntualmente spazi aperti urbani attigui alla linea di SkyMetro in accordo con Direzione Rigenerazione Urbana. L'infrastruttura diventa così occasione per attivare e riqualificare gli spazi pubblici conferendogli qualità.

Gli interventi proposti qui di seguito sono strutturati per conferire alle opere a verde un aspetto organico e riconoscibile, senza rinunciare agli aspetti di sostenibilità ambientale ed economica, privilegiando la scelta di specie prevalentemente autoctone a bassa richiesta idrica e adatte al contesto pedoclimatico di riferimento. Un altro scopo di progetto mira ad aumentare le superfici permeabili con lo scopo di ridurre e mitigare al contempo il rischio idraulico e idrologico che potrebbero comportare le alluvioni. Per maggiori approfondimenti si rimanda alla relazione specialistica (cfr. MGE1P4LVURBCOMR002-00).

Seguono le descrizioni degli interventi per ambito.

8.3.1 L'intervento lungo la linea

Le pile che accompagnano e sostengono il tracciato di SkyMetro si pongono come elemento critico nei confronti dell'inserimento urbanistico e paesaggistico. Queste, di diametro pari a 1,80 m, infatti, occupano interamente la sezione del marciapiede esistente, interrompendo la pedonalità e la continuità delle percorrenze. Si è ritenuto necessario quindi prevedere un nuovo assetto viario per la viabilità lungo Bisagno, includendo gli spazi sotto alle pile che dovranno restituire spazi ciclo-pedonale e aiutare nella mitigazione dell'opera. L'intervento lungo la linea propone un disegno unitario e coerente per tutto lo sviluppo di SkyMetro sia dal punto di vista materico, di selezione di arredi riproposti e di temi di vegetazione.



Figura 10. The Underline Park, Miami

Il percorso ciclopedonale che accompagna il tracciato di SkyMetro è realizzato in un unico materiale in continuità con i materiali in uso lungo i percorsi pedonali limitrofi. La sezione del percorso è variabile a seconda dello spazio disponibile e varia da un minimo di 0,90 m fino a 2,50 m. Tra le pile puntualmente sono previste le opere a verde. Al fine di non interferire con l'infrastruttura sono state selezionate specie compatibili che vanno a comporre quattro mix così denominati: mix arbustivo alto,

mix arbustivo aromatico, mix erbaceo 01 e 02. Al piede delle pile, opportunamente protette da barriere antiradice e guaina impermeabilizzante, proseguirà l'area a verde. I mix si susseguono lungo il tracciato tenendo in considerazione la visuale sul tessuto circostante. Il mix alto, infatti, è stato collocato dove si riteneva opportuno schermare la vista.

Queste tasche di verde costituiscono “verde di filtrazione”, infatti, raccolgono il flusso superficiale delle aree pavimentate dei marciapiedi circostanti, rallentando la velocità di deflusso e consentendo ai sedimenti e agli inquinanti annessi di depositarsi e/o essere filtrati dalla vegetazione. Di seguito si propone un esempio di riferimento per la strategia di gestione delle acque.



Figura 11. Aurora Bridge swales, Seattle

Puntualmente nei pressi delle stazioni, il verde si interrompe o riduce di sezione per lasciar spazio all'arredo urbano, in particolar modo archetti per il parcheggio delle biciclette in sicurezza e sedute lineari prefabbricate in cls per l'attesa dei mezzi dotate di sedile in legno con schienale.

La messa a dimora di alberature lungo la linea avviene solo occasionalmente, nel rispetto delle distanze stabilite dal Regolamento del Verde, Art.96 del Regio decreto 25 luglio 1904 n. 523 e DPR 11 luglio 1980, n. 753, per non interferire con l'argine, il tracciato della metro e infine gli stalli per la sosta veicolare esistenti lungo la viabilità principale e per garantire le distanze per le alberature.

8.3.2 Le sistemazioni esterne delle stazioni

Per ciascuna stazione sono previste almeno due aree di sosta pensate per l'attesa di SkyMetro. Le panche lineari in cls prefabbricato vengono rese confortevoli dai sedili con schienale in doghe di legno e vengono disposte in modo tale da offrire una vista lato torrente. L'altezza del sedile varia in modo da rendere l'arredo il più accessibile a tutti gli utenti. L'area di sosta è incorniciata da entrambi i lati da verde ornamentale.

8.3.3 Gli ambiti di rigenerazione

Il perimetro delle opere di sistemazione esterna si allarga puntualmente, andando a comprendere aree circostanti a SkyMetro che risultano poco valorizzate. In corrispondenza di architetture di pregio, infatti, il progetto delle sistemazioni esterne mira a creare ambiti di qualità urbana laddove sono presenti aree sottoutilizzate con lo scopo promuovere e valorizzare tali ambiti e la loro identità. Per



prendere visione della lista completa dei Vincoli architettonici puntuali individuati da Ministero per i Beni e le Attività Culturali fare riferimento al capitolo 5.4.6 di questo documento.

Sant'Agata - Borgo Incrociati

Ne è un esempio l'intervento localizzato nei pressi di Borgo Incrociati che rapportandosi direttamente con la rilevanza del Ponte Sant'Agata, vuole qualificare l'area in diretto rapporto con la bellezza d'insieme di Borgo Incrociati e con i resti del ponte, portatori di valore archeologico e culturale. Attualmente l'area è per lo più dedicata a servizi legati alla viabilità quali la sosta e il rifornimento di carburante. Viene data priorità alla presenza del verde a discapito degli stalli di sosta per le auto. La fermata dell'autobus, ora collocata lungo lo spartitraffico centrale, viene posizionata lato argine, riparata dal flusso veicolare principale.

In accordo con le previsioni del PUC il progetto prevede la messa a dimora di *Acer platanoides* e *Cercis siliquastrum* a gruppetti con lo scopo di mitigare la presenza di SkyMetro nei confronti di Borgo Incrociati. Con lo scopo di implementare le aree permeabili, progetto prevede ampie aree a verde destinate a mix erbaceo-arbustivi a scopo ornamentale. Raccolte aree di sosta sono dotate di panchine e cestini e abbracciate dal verde. Sempre per privilegiare le superfici permeabili, infatti, una superficie in terra battuta è destinata alla sosta e alla vista sui resti del ponte di S. Agata.

Ex centrale elettrica ENEL e relative pertinenze

Nei pressi dell'ex Centrale elettrica di Via Canevari, attualmente in attesa di essere riutilizzata per nuovi scopi, gli interventi previsti consistono nell'estensione della percorribilità pedonale lungo la sponda destra del torrente Bisagno e nella creazione di aree verdi permeabili. Attualmente la percorrenza pedonale dalla sezione esigua si colloca solo lungo l'architettura, mentre il lato opposto risulta occupato da stalli di sosta in linea.

Corso Galliera

Il filare esistente in corso Galliera viene prolungato con la messa a dimora di *Acer platanoides*, offrendo ombra alle aree impermeabili previste per la percorrenza pedonale diventando occasione per l'introduzione, seppur limitata, di aree a verde permeabili.

Stazione Stadio Marassi

L'area attualmente occupata dalla scuola ISSS Firpo-Buonarroti, sede della stazione di Stadio Marassi, viene riorganizzata privilegiando l'introduzione di spazi verdi e garantendo la percorribilità nonostante il dislivello. Un sistema integrato di scale e rampe consente l'accesso ai vani di risalita ai binari dello SkyMetro. Gli attraversamenti pedonali sono evidenziati da un cambio di pavimentazione: le lastre quadrate di porfido già presenti nell'area vengono recuperate e utilizzate per creare fasce all'interno della nuova pavimentazione in autobloccanti. Le aiuole, infine, incorniciano le zone di seduta, pensate per offrire comfort durante l'attesa dei mezzi.

8.3.4 Parcheggio di scambio

Sulla base delle indicazioni del progetto a base gara è stato progettato il parcheggio di scambio a Molassana, capolinea nord della tratta, dove è stato previsto anche un polo intermodale che permette lo scambio con bus, principalmente extraurbani, provenienti da monte.



L'intervento destinato all'ambito del parcheggio di Molassana mira a implementare le aree permeabili e l'ombreggiamento. Per questo motivo il progetto propone di colonizzare qualsiasi spazio non funzionale alla percorrenza pedonale tra gli stalli auto con aree a verde e alberature. *Cercis siliquastrum* in gruppi vengono messi a dimora nelle aree verdi.

9. VIABILITÀ CONNESSA

La realizzazione della linea metropolitana lungo la Val Bisagno prevede, che vengano realizzate una serie di pile poste principalmente lungo gli argini, che vanno a modificare di conseguenza la carreggiata stradale. L'intervento comporta per lo più un restringimento della carreggiata dovuto all'inserimento a terra delle pile del nuovo viadotto, che hanno un diametro di 1,8 m in linea o 2 m in stazione e sono poste quasi sempre parzialmente in ombra all'argine. Il restringimento comporta, quindi, una traslazione rigida della viabilità e la conseguente risistemazione della carreggiata stradale, che, per scelta della Committenza, viene mantenuta con la configurazione attuale, al fine di non avere perdite di corsie con conseguente impatto significativo sulla viabilità ordinaria.

Si è tenuto conto anche della presenza dei passaggi di bus del trasporto pubblico locale e di eventuali corsie preferenziali presenti o in progetto (vedi asse di forza Val Bisagno). Di concerto con l'Esercente del TPL, la società municipalizzata AMT, si è ammessa una misura minima per le corsie atte al trasporto pubblico di 3 m. Tale condizione si presenta in punti singolari, mentre solitamente si è cercato di mantenere una larghezza di 3,5 m. Nei tratti interessati dal progetto dell'asse di forza

In ogni caso la risistemazione prevista cerca, laddove possibile, di mettere a norma tutte le larghezze e le geometrie attualmente presenti, che non sempre rispettano quanto previsto dalle norme vigenti, sia per quanto riguarda il traffico veicolare che pedonale e/o ciclabile.

Dal punto di vista delle quote stradali e delle pendenze trasversali e longitudinali si fa presente che, proprio nell'ottica di mera risistemazione e in aggiunta anche per motivi idraulici, tali caratteristiche devono mantenersi invariate rispetto all'esistente. In questo modo le aree inondabili, infatti, rimangono invariate rispetto alla situazione attuale, evitando modifiche che portino all'aumento del rischio rispetto all'esistente.

Viste le operazioni di cantiere e le modifiche necessarie alla carreggiata, si è comunque ipotizzata una ripavimentazione dell'intera strada per gli strati più superficiali di binder e usura.

Nella relazione tecnica sono riportate anche le verifiche di visibilità agli incroci, laddove interessati dall'opera e le valutazioni sulla sicurezza delle intersezioni, in particolare sulle rotatorie già esistenti e sulla nuova rotatoria prevista a Molassana, in corrispondenza del Ponte Fleming.

L'unica viabilità effettivamente di nuova realizzazione è quella legata al parcheggio di scambio di Molassana, che ha uno sviluppo interamente a raso.

10. LINEE GUIDA ANTINCENDIO

I primari obiettivi di sicurezza antincendio riguardano la salvaguardia delle persone. La progettazione delle opere civili e degli impianti dovrà essere tale da minimizzare la probabilità di insorgenza degli incendi e limitarne la propagazione. Dovrà, inoltre, essere assicurato l'autosoccorso dei passeggeri e l'intervento in condizioni di sicurezza delle squadre di soccorso.

Negli elaborati specialistici sono indicati i criteri progettuali relativi alla prevenzione incendi sulla base del D.M. 21 ottobre 2015: *Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane.*

11. IMPIANTI CIVILI

11.1 Impianti elettrici

Il progetto relativo agli impianti elettrici prevede la realizzazione, per ciascuna stazione, dei seguenti interventi:

- Cabina MT/bt;
- Impianti di illuminazione e F.M. dell'atrio, banchina e aree esterne;
- Impianti di illuminazione e F.M. dei locali tecnici;
- Impianti di alimentazione delle utenze di segnalamento e telecomunicazioni.

Le cabine MT/bt di stazione (CdS) sono costituite dalle seguenti principali apparecchiature elettromeccaniche:

- quadro MT;
- trasformatori servizi ausiliari MT/bt (n° 2, uno in servizio e l'altro di riserva);
- quadro generale di bassa tensione;
- sistema di n° 2 UPS ridondati per alimentazione carichi essenziali;
- quadro distribuzione utenze essenziali;
- carica batterie;
- quadro distribuzione servizi ausiliari (230 Vca – 110 Vcc).

Le cabine MT/bt ricevono l'alimentazione primaria dalle sbarre di SSE mediante due "anelli aperti" in cavo MT 15 kV:

- il primo anello si origina dalla SSE di Brignole, alimenta in *entra-esci* le cabine MT/bt delle stazioni di Stadio Marassi, Parenzo e Staglieno per chiudersi sulla SSE di Ponte Carrega;
- il secondo anello si origina dalla SSE di Ponte Carrega, alimenta in *entra-esci* le cabine MT/bt di Ponte Carrega, San Gottardo e Molassana per chiudersi sulla SSE di Molassana.

È inoltre previsto un collegamento in cavo 15 kV fra le SSE di Ponte Carrega e Molassana con funzione di riserva in caso di assenza di alimentazione di una delle due fonti MT pubbliche.

Gli impianti di illuminazione e F.M. di stazione sono costituiti dalle seguenti principali dotazioni:

- distribuzione principale e quadri di distribuzione secondaria;
- linee elettriche di distribuzione con relative canalizzazioni;
- impianto di illuminazione normale;
- impianto di illuminazione di sicurezza;
- impianto FM;
- impianto di terra.

Tutti gli impianti di illuminazione prevedono l'impiego di apparecchi illuminanti equipaggiati con sorgenti LED ad elevata efficienza e vita utile attesa.

Le scelte progettuali e le principali caratteristiche prestazionali degli impianti e delle apparecchiature elettromeccaniche sono illustrate all'interno della relazione specialistica (cfr. MGE1P4LVIELCOMR001-00).

11.2 Impianti meccanici

In accordo con la normativa vigente e con le disposizioni del D.M. del 23/06/2022 sui Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.) per la progettazione di interventi edilizi, si prevede l'adozione di accorgimenti che consentiranno di garantire il contenimento dell'utilizzo delle fonti non rinnovabili.

Per ciascuna stazione il progetto prevede i seguenti impianti:

- Impianto idrico-sanitario (rete di carico e scarico);
- Impianto idrico antincendio;
- Impianti di raffrescamento e ventilazione locali tecnici;
- Impianto di riscaldamento e condizionamento box agente di stazione e bagno di servizio.

Per ciò che concerne l'impianto idrico-sanitario, acque reflue e piovane, verrà realizzata una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche costituita dalla rete di pluviali a servizio delle coperture degli edifici delle stazioni.

Tutte le colonne di scarico delle acque nere di ogni stazione saranno collegate tra loro alla base con un collettore avente una pendenza media dell'uno per cento e terminerà al pozzetto o ai pozzetti esterni alla stazione stessa. Da qui le acque nere verranno convogliate dalla rete comunale di raccolta delle acque reflue.

Per la progettazione degli impianti di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione delle stazioni e/o dei relativi locali tecnici, si segnala che si è preferito l'impiego di pompe di calore ad alta efficienza.

Particolare attenzione sarà dedicata ai locali tecnologici caratterizzati da elevati carichi termici dovuti agli apparati presenti; tali ambienti saranno dotati di dedicato impianto ad espansione diretta con regolazione locale mediante termostato ambiente (cabine MT/BT) e di impianto monoblocco del tipo Under ove possibile (locali IS-TLC).

Per ulteriori informazioni riguardanti i diversi sistemi previsti (ventilazione e condizionamento, idrico sanitario e impianti idrico antincendio) si rimanda agli elaborati specifici.

12. IMPIANTI DI SISTEMA

12.1 Alimentazione e trazione elettrica

Il sistema di trazione elettrica sarà costituito da 3 sottostazioni elettriche (SSE):

- SSE Brignole attualmente esistente e in esercizio;
- SSE Ponte Carrega di nuova realizzazione;

- SSE Molassana di nuova realizzazione.

In continuità con il sistema di trazione esistente, la linea di contatto sarà alimentata con tensione 750 Vcc. Trattandosi di tipici impianti di conversione e distribuzione dell'energia per uso di Trazione Elettrica, l'equipaggiamento delle SSE sarà composto essenzialmente:

- dal quadro di media tensione con allaccio all'ente fornitore di energia;
- dai gruppi di trasformazione e conversione, costituiti principalmente dai trasformatori di potenza e dai raddrizzatori;
- dalle apparecchiature di protezione e distribuzione a 750V c.c. rappresentate da interruttori extrarapidi;
- dai sezionatori di prima e seconda fila in quadro.

Sarà inoltre presente un'impiantistica accessoria (trasformatori e quadri per i servizi ausiliari) e la quadristica di comando e controllo di tutte le apparecchiature ed impianti presenti in SSE.

12.2 Linea di contatto

L'elettrificazione della tratta da Brignole Sant'Agata a Molassana sarà realizzata principalmente con linea di contatto del tipo a catenaria rigida, che consente una riduzione degli spazi richiesti per la posa della linea di contatto e l'aumento sostanziale della sezione di rame utile. Il sistema catenaria rigida è composto da una sospensione a traversa isolata, che sostiene attraverso apposita morsetteria un profilato in alluminio a forma di omega che regge un filo di contatto da 100 mm².

Nella stazione di Brignole e fino alla chilometrica 0+200 circa, per compatibilità meccanica con la linea esistente, verrà realizzata una catenaria di tipo tradizionale flessibile dalla sezione equivalente di 440 mm² composta da due funi portanti fisse da 120 mm² e due fili di contatto regolati da 100 mm².

12.3 Impianto di segnalamento

Come richiesto dalla Committenza, la nuova linea da Brignole a Molassana sarà gestita da un nuovo ACCM (Apparato Centrale a Calcolatore Multistazione).

Al momento della realizzazione del progetto di Skymetro si assume che il sistema della metropolitana esistente (d'ora in poi denominata MEGE) comprenda gli impianti di Canepari, Brin, Dinegro, Dinegro Deposito, Principe, Darsena, San Giorgio, Sarzano, De Ferrari, Brignole, Martinez. L'architettura è del tipo ferroviario con Apparato Centrale a Calcolatore Multistazione (ACCM). Il comando, il controllo e la gestione della circolazione di tutta la linea e delle stazioni sono centralizzati in un unico Posto Centrale situato a Genova Brin, dove sono presenti tutti gli apparati che gestiscono la logica in sicurezza e le varie interfacce operatore. I posti periferici ospitano solo armadi per il controllo degli enti (comandi e controlli vengono gestiti dal posto centrale).

Il progetto "Skymetro" prevede il prolungamento della linea metropolitana di Genova esistente, introducendo il concetto di rottura di carico rispetto a quella esistente. Le caratteristiche saranno le seguenti:

- attrezzaggio di linea con blocco automatico a correnti fisse con emulazione di codice che utilizza circuiti di binario a frequenza 75 Hz per la rilevazione della presenza del treno, il controllo dell'integrità della rotaia e la trasmissione dei dati di velocità ai rotabili;
- interlocking per la gestione della via il cui nucleo in sicurezza sarà alloggiato presso i locali di Genova Brignole adeguati;
- posti tecnologici e controllori di zona in periferia, presso locali tecnici opportunamente realizzati;
- posto centrale la cui collocazione finale è prevista presso il PCO di Genova Brin;
- collegamento tra nucleo in sicurezza, posti periferici e posto centrale tramite fornitura e posa di fibra ottica dedicata;

A regime i due apparati, ACCM MEGE e ACCM Skymetro dovranno poter colloquiare in sicurezza secondo opportuni protocolli.

12.4 Impianti di Automazione - Telecomando e Telecontrollo

La realizzazione del nuovo ACCM sulla nuova tratta Brignole-Molassana rende necessaria anche la contestuale riconfigurazione del Sistema di Automazione (sottosistemi Traffico e SCADA/Elettrificazione di tecnologia proprietaria Hitachi) ubicato presso il Posto Centrale di Brin. Gli interventi interesseranno i seguenti sottosistemi, di cui risulterà essere caratterizzato l'impianto inzialmente presente:

- **Sottosistema CIRCOLAZIONE:** per la gestione del movimento treni, realizzato secondo le recenti architetture di tipo "virtualizzato" e che verrà riconfigurato/integrato per telecomandare un nuovo ACCM dedicato alla nuova linea Skymetro.
- **Sottosistema DIAGNOSTICA E MANUTENZIONE/ELETTRIFICAZIONE (SCADA):** sottosistema deputato al telecomando e telecontrollo degli impianti ausiliari di Posto Periferico, delle Sottostazioni Elettriche (SSE) e delle cabine MT/bt esistenti, e che verrà riconfigurato coerentemente con gli interventi agli impianti esistenti per collegarsi alle alimentazioni di Skymetro.
- **nuovo sistema D&M per Skymetro:** sottosistema deputato al telecomando e telecontrollo degli impianti ausiliari dei posti periferici della nuova tratta Skymetro. Tuttavia, il nuovo sistema non realizzerà le funzioni per la parte di elettrificazione (il sistema di elettrificazione sarà oggetto di una separata trattazione).

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione dedicata: MGE1P4LVATTCOMR001-00.

12.5 Impianti di Telecomunicazioni

Gli impianti di telecomunicazioni relativi al progetto di prolungamento della Linea Metropolitana del Comune di Genova dovranno essere progettati, per quanto possibile, con gli stessi criteri e con gli stessi standard funzionali dei corrispondenti sistemi a suo tempo realizzati su tutta la linea in occasione dell'ultimo prolungamento a Brignole e che verranno realizzati nell'ambito dei prolungamenti in corso (Brin-Canepari e Brignole-Martinez), tenendo conto che l'intero tracciato del prolungamento Brignole

– Molassana oggetto degli interventi, così come tutte le nuove stazioni, sono previste fuori terra. Tutti gli impianti di telecomunicazioni saranno progettati nell’ottica di garantire tutte le funzionalità di supervisione e controllo degli impianti tecnologici della nuova tratta direttamente dal Posto Centrale esistente PCO di Brin.

Gli interventi relativi ai sistemi di telecomunicazioni saranno suddivisi nei due lotti funzionali principali del progetto, e nello specifico in ambito di lotto funzionale 1 si prevederanno le realizzazioni tecnologiche di telecomunicazioni per la tratta Brignole (incluso) – Ponte Carrega (incluso) ed i necessari adeguamenti di posto centrale PCO Brin; nel lotto funzionale 2 si prevederanno le realizzazioni tecnologiche di telecomunicazioni per la tratta Ponte Carrega (escluso) – Molassana (incluso) e gli ulteriori adeguamenti ed integrazioni necessarie al PCO di Brin.

Nell’elenco seguente sono sintetizzati sia gli impianti di telecomunicazione esistenti che quelli da prevedere anche nell’ambito del prolungamento Brignole – Molassana:

- Rete di cavi interstazionali in rame ed in fibra ottica;
- Sistema rete dati multiservizi;
- Sistema di sincronizzazione oraria;
- Impianto diffusione sonora;
- Impianto informazione al pubblico;
- Impianto di telefonia emergenza passeggeri (ECP);
- Impianto di telefonia di servizio;
- Impianto telefonia di emergenza di linea;
- Sistema radio terra treno TETRA;
- Sistema radio Wi-Fi;
- Sistema di videosorveglianza TVCC;
- Adeguamenti e/o riconfigurazioni al posto centrale.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione dedicata: MGE1P4LVTLCCOMR001-00.

13. SOTTOSERVIZI

La costruzione di una nuova infrastruttura in un contesto urbano consolidato deve misurarsi con diverse problematiche che possono essere di tipo tecnico, sociale, ambientale, gestionale ecc.: si pensi all’integrazione con la rete dei trasporti pubblici, all’inserimento ambientale, alla necessità di realizzare importanti interventi strutturali quali ponti, gallerie e sottopassi. Uno dei problemi principali da affrontare durante la costruzione di un’infrastruttura moderna è l’eliminazione di ogni interferenza con le reti dei sottoservizi, procedura che richiede una specifica progettazione in modo da evitare possibili ritardi legati al reperimento di pezzi speciali e all’intervento di squadre specializzate.

L’eliminazione delle interferenze richiede la modifica delle reti infrastrutturali, talvolta però, le infrastrutture impiantistiche non possono essere modificate solo in corrispondenza dell’effettiva interferenza, ma necessitano di uno spostamento più radicale e pertanto una riprogettazione. È il caso, ad esempio, delle fognature, che per un corretto funzionamento devono seguire opportune pendenze,



e delle reti telefoniche in fibra ottica, il cui spostamento può interessare grandi quantità di cavi che possono superare anche il chilometro.

Alla luce di quanto esposto è opportuno, nonostante il progetto in questione sia ancora alla fase di studio di fattibilità tecnico-economica, approfondire il problema delle interferenze tra impronte a terra dell'infrastruttura e sottoservizi.

In generale l'area interessata dalla costruzione della nuova opera appare già congestionata da una fitta rete di sottoservizi, pertanto, considerato che parte dell'attuale spazio sarà occupato dalle nuove pile di sostegno, al fine di rispettare i requisiti minimi di distanza tra i sottoservizi e di permettere la manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti, il restante spazio andrebbe ottimizzato chiedendo agli enti gestori, per quanto possibile, la razionalizzazione delle reti di propria competenza.

Dall'analisi delle cartografie ricevute dagli enti gestori delle reti di sottoservizi si evince che la rete di alta tensione gestita da Terna necessita di attenzione particolare in quanto le tre linee, aerea (T.874) e due interrate (T.097 e T.092), risultano interferenti con l'infrastruttura, nel complesso, per quasi la totalità dello sviluppo. Sebbene l'infrastruttura sia sorretta da pile, il cui ingombro potrebbe non interferire completamente con l'infrastruttura, occorrerà procedere con la ricollocazione della rete, in quanto anche se non fisicamente interferente la sua vicinanza alle opere di progetto non consente di rispettare i requisiti minimi di sicurezza delle lavorazioni previste.

Il tracciato dello SkyMetro interferisce con sottoservizi di notevole importanza sia in termini di capacità che in termini dimensionali come, ad esempio, Rete Gas acciaio 700 6^a specie, Rete Acquedotto acciaio 650 e il Collettore fognario rettangolare 700 x 1220. Particolare attenzione andrà posta ai cunicoli sotterranei, che nel tempo hanno cambiato la loro destinazione d'uso, come ad esempio il cunicolo nei pressi della stazione di Brignole, risalente agli anni '30, in passato probabilmente utilizzato come fognatura e oggi adoperato per il passaggio dei cavi di media tensione di E-Distribuzione e per altri cavi in fibra ottica di diversi gestori. Un'altra zona che merita particolare attenzione è l'area nei pressi di via Angeli del Fango, dove la pila del nuovo ponte di attraversamento del torrente Bisagno risulta interferente con un cavo dell'alimentazione in media tensione in corrente continua degli amplificatori dei cavi sottomarini, intercontinentali, in fibra ottica.

La ricollocazione di tali sottoservizi richiederà un'attenta analisi delle fasi di cantiere e dei periodi in cui verranno realizzati gli spostamenti, in quanto occorrerà evitare i lavori sulla rete del gas durante l'annata termica o lavori sulle adduzioni principali dell'acquedotto durante i periodi più caldi in cui si assiste ad un incremento della richiesta di acqua potabile. L'ubicazione planimetrica delle altre reti di sottoservizi, in questa fase, risulta indicativa pertanto, qualora ci sia incertezza sulla reale interferenza con l'infrastruttura di progetto occorrerà approfondire l'ubicazione delle stesse, nella successiva fase progettuale, attraverso specifiche campagne di indagine sul campo e costanti confronti con gli enti gestori delle reti.

14. CANTIERIZZAZIONE

Per l'esecuzione delle opere in oggetto va precisato che saranno presenti vincoli soprattutto a livello viabilistico e idraulico/ambientale (numerose opere d'arte), che non consentiranno numerosi interventi contemporanei. Inoltre, alcune lavorazioni dovranno avvenire necessariamente in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale, ponendo, quindi, dei precisi vincoli nella sequenza delle attività.

Affinché la cantierizzazione non abbia un impatto eccessivamente negativo sullo svolgimento delle attività presenti lungo le aree di cantiere e sui flussi di traffico attuali, sia pedonale che veicolare, le lavorazioni andranno eseguite per fasi, avendo l'accortezza di individuare percorsi viabilistici alternativi per sopperire all'eventuale chiusura parziale o totale di corsie viarie in prossimità delle aree interessate dalle lavorazioni.

Le principali ipotesi che comunque dovranno essere prese in considerazione per la progettazione delle cantierizzazioni sono le seguenti:

- l'organizzazione dei cantieri in "aree di lavoro" differenziate per minimizzare l'impatto con il contesto di intervento;
- la previsione di aree di cantiere da adibire deposito materiale, installazione baracche, parcheggio mezzi, ecc.

Nell'organizzazione di dettaglio dei cantieri e durante la realizzazione delle opere si dovrà comunque tener presente i seguenti condizionamenti:

- garantire gli accessi ai passi carrai;
- garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
- garantire per quanto più possibile la viabilità in prossimità dei cantieri della Skymetro (il periodo di eventuali interruzioni di viabilità dovrà essere limitato per il tempo strettamente necessario ai lavori);
- garantire la realizzazione di itinerari alternativi per il traffico pubblico e privato in grado di garantire il più possibile livelli di sicurezza e livelli di prestazione analoghi a quelli originali;
- evitare la sovrapposizione di cantieri di natura diversa da quelli strettamente legati alla realizzazione della Skymetro;
- garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
- studiare la viabilità alternativa in funzione dell'entità del cantiere e della tipologia dello stesso;
- predisporre tutta la segnaletica orizzontale e verticale necessaria per la viabilità provvisoria; essa dovrà garantire condizioni di sicurezza, chiarezza e visibilità per il traffico pubblico e privato;
- predisporre una campagna di informazione e di concentrazione tra tutte le organizzazioni coinvolte per quanto riguarda il traffico, la viabilità provvisoria, gli interventi sui sottoservizi, gli accessi carrai, l'accesso agli esercizi commerciali, ecc. (cittadini, esercenti commerciali, pubblici servizi, vigilanza urbana, organi comunali, ecc.).

Per il dettaglio si rimanda agli elaborati di cantierizzazione.

14.1 Aree di cantiere per opere di linea e puntuali

Per la realizzazione della Skymetro e delle opere connesse saranno presenti 2 tipologie di cantiere, una relativa alle opere puntuali e una relativa alle opere di linea.

Le opere puntuali, sono propedeutiche a quelle di linea, e si riferiscono:



- allo spostamento di sottoservizi interferenti;
- alle attività di demolizioni necessarie;
- alla realizzazione fondazioni profonde;
- alla realizzazione delle pile dell'impalcato della Skymetro;
- alla realizzazione di opere connesse alla Skymetro come il nuovo Ponte sul Bisagno in prossimità della stazione di Brignole.

Per opere di linea si considera:

- il varo delle travi dell'impalcato linea e del Ponte sul Bisagno;
- il montaggio di coperture, pareti e dei parapetti;
- installazione armamento e dei cavidotti di linea;
- tutte le opere tecnologiche.

La cantierizzazione della nuova Skymetro e delle opere connesse in base alla localizzazione delle stesse, alla morfologia dell'ambiente circostante, al tessuto urbano attraversato, alle interferenze con infrastrutture esistenti e alle metodologie costruttive ipotizzate è stata concepita individuando 5 Macrocantieri relativi principalmente alle lavorazioni di linea:

- Macrocantiere A che va dal capolinea Molassana al ponte Ugo Galli;
- Macrocantiere B che va dal ponte Ugo Galli a via Laiasso;
- Macrocantiere C che va da via Laiasso a via Enrico Toti;
- Macrocantiere D che va da via Enrico Toti al ponte di Castelfidardo;
- Macrocantiere E relativamente al nuovo ponte sul Bisagno e alle opere di riconnessione alla linea esistente.

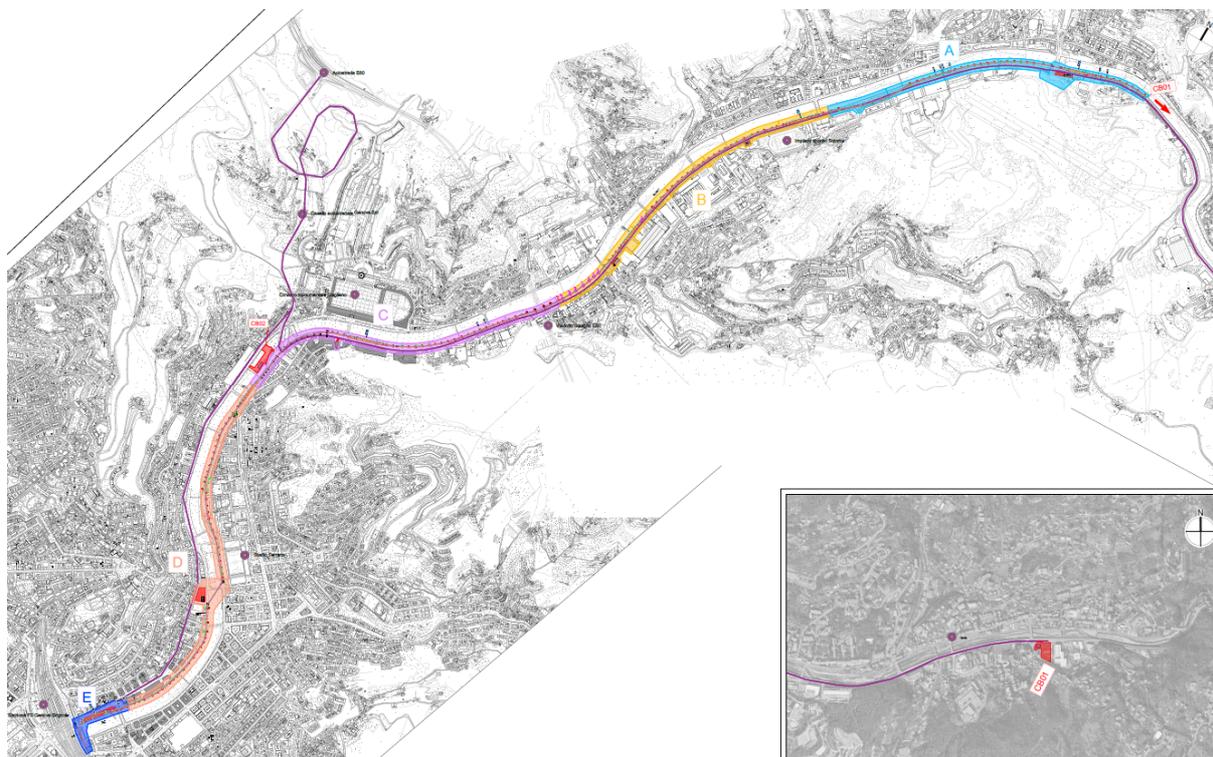


Figura 12. Aree Macrocantieri di linea

Alcuni di questi macrocantieri in base alle viabilità di accesso, alla viabilità esistente e alla sequenza temporale di realizzazione delle opere sono stati suddivisi in cantieri più piccoli relativi principalmente alla realizzazione delle opere puntuali propedeutiche alle lavorazioni di linea.

Sono infine presenti alcune aree di stoccaggio terre e materiali nei pressi che saranno trattate nei successivi paragrafi.

14.2 Principali fasi costruttive

Le opere da realizzare verranno affrontate secondo diverse modalità costruttive riscontrabili all'interno degli elaborati tipologici di cantierizzazione:

14.2.1 Fase 1: spostamento sottoservizi

In questa fase verranno spostati tutti i sottoservizi, sia in linea che trasversali interferenti con l'opera. La maggior parte delle interferenze è in linea e prevede lo spostamento del sottoservizio in una porzione più interna della carreggiata e non più interferente con la fondazione delle pile. In caso di sottoservizi trasversali interferenti si procederà per fasi, avendo premura di interferire il meno possibile con la viabilità.

Infine, nei pressi delle SSE e locali tecnici (6 in tutto) sarà necessaria la posa di un cavidotto trasversale all'asse stradale per ricollegarsi allo Skymetro. Anche in questo caso si prevede la fasizzazione della realizzazione del cavidotto (in allegato le tipologie di realizzazione cavidotto per le SSE).

14.2.2 Fase 2: Realizzazione pile

In questa fase il cantiere occupa una porzione della carreggiata e uno spazio in alveo di circa 10 metri per la realizzazione delle fondazioni e della pila. Durante questa fase saranno realizzate anche parte delle sistemazioni urbane. (elaborato di riferimento: MGE1P4LVCANCOMT007-01, MGE1P4LVCANCOMT007-02).

14.2.3 Fase 3: Posa impalcato

In questa fase saranno portati in cantiere porzioni delle travi che andranno a comporre l'impalcato, assemblate sul posto e messe in opera durante le fasi in notturna del cantiere. La posa delle travi deve avvenire necessariamente in notturna poiché le autogru necessitano di un'ulteriore spazio portando quindi alla chiusura di una corsia o di tutto il tratto stradale (nel caso di sezioni stradali ridotte). (elaborati di riferimento: MGE1P4LVCANCOMT008-00).

14.2.4 Fase 4: Armamento, impianti, finiture, stazioni

In quest'ultima fase si riduce ove possibile l'impatto del cantiere a terra, lavorando principalmente al di sopra dell'impalcato, ad eccezione delle stazioni di fermata dove sarà necessario mantenere un cantiere a terra di dimensioni maggiori.

14.2.5 Nuovo Ponte sul Bisagno area Marassi

Una trattazione a parte merita il cantiere per la realizzazione del nuovo ponte sul Bisagno presso lo stadio Marassi per il quale si prevedono le seguenti fasi lavorative

- Operazioni propedeutiche (BOE Spostamento sottoservizi);
- Demolizioni scavi;
- Realizzazione fondazioni spalle tramite palificatrici;
- Realizzazione elevazioni spalle;
- Allestimento travi metalliche ponte;
- Realizzazione pile provvisorie in alveo;
- Varo travate metalliche su spalle e pile provvisorie tramite Autogru;
- Varo a spinta del ponte con avambecco;
- Saldatura travate metalliche in quota;
- Realizzazione soletta ponte;

L'area di cantiere sarà costituita da parte in alveo per realizzazione pile provvisorie, una parte in prossimità della spalla nord in corrispondenza dell'attuale Piazzale Marassi, dove verranno assemblate le travate del ponte (elaborato di riferimento: MGE1P4LVCANMPMT001-01/02).

14.2.6 Nuova Fermata Brignole-Sant'Agata

Una trattazione a parte merita il cantiere per la realizzazione del nuovo ponte sul Bisagno per il quale si prevedono le seguenti fasi lavorative

- Operazioni propedeutiche (BOE Spostamento sottoservizi);



- Demolizioni scavi;
- Realizzazione fondazioni profonde tramite palificatrici;
- Realizzazione elevazioni pile;
- Allestimento travi metalliche e strutture di fermata;
- Varo travate metalliche tramite Autogru;
- Saldatura travate metalliche in quota;
- Realizzazione solai;
- Realizzazione opere di raccordo (di riconnessione alla linea esistente);

14.2.7 Realizzazione locali tecnici

Sono previste un totale di 5 locali tecnici situati lungo il tracciato, riconducibili in termini di cantierizzazione (del locale e del cavidotto di collegamento) a 3 distinti tipologici.

15. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

I documenti di riferimento redatti (relazioni, analisi, ed elaborati grafici) costituiscono il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC ai sensi del D. Lgs. 81/08) che ha lo scopo di salvaguardare la salute e la sicurezza di tutti i lavoratori del cantiere compresi anche gli addetti delle eventuali imprese subappaltatrici.

Per una trattazione di dettaglio si rimanda agli elaborati specifici.

16. ESPROPRI

Lungo l'intero tracciato è stato effettuato un esame delle aree interessate dal tracciato, dalle stazioni, dai parcheggi e dalla risistemazione della viabilità, verificando quali fossero di già di proprietà comunale, quali siano demaniali e quali invece siano private.

In particolare, vista la vicinanza dell'alveo del Bisagno, sono presenti diverse aree demaniali. Di queste è in corso, tramite gli uffici comunali e regionali coinvolti, la verifica di quali siano in concessione a privati o meno, al fine di poter liberare le aree nei tempi.

Negli elaborati specialistici sono riportate in dettaglio le aree interessate da esproprio e per quali di queste vada previsto anche un indennizzo. Alcune aree, infatti, sono occupate da attività produttive e/o commerciali, per le quali, oltre l'esproprio dell'immobile, è previsto un ammontare per il trasferimento o l'interruzione momentanea delle attività.

17. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Il cronoprogramma dei lavori, condiviso con la Stazione Appaltante in particolare per quanto riguarda la durata totale dei lavori, mostra le tempistiche legate alle lavorazioni dei singoli cantieri previsti, per ognuno dei quali sono state individuate le attività principali che dovranno essere effettuate.



Pertanto sono state previste in parallelo quelle attività necessarie a contrarre i tempi per stare nelle scadenze richieste, nonché diversi fronti di attacco per la costruzione dell'impalcato e delle relative sottostrutture, che rappresenta l'attività principale dell'intero progetto.

Il cronoprogramma vede la suddivisione della realizzazione in due lotti funzionali, come richiesto in fase progettuale, pertanto c'è uno sfalzamento temporale tra i due sulla base delle indicazioni ricevute dalla Stazione Appaltante.

Sempre di concerto con la Committenza sono stati definiti i tempi e durate degli interventi interferenti, in particolare le deviazioni delle reti da parte di Terna e la demolizione della scuola Firpo, che risultano significative per il conseguente sviluppo delle lavorazioni relative alla linea Skymetro. Per l'interferenza Terna sono previste a carico dell'Appaltatore le predisposizioni per la posa dei nuovi cavi interrati, mentre il resto delle attività rimangono a carico dell'Ente. Per quanto riguarda la Firpo, invece, le attività di demolizione dell'edificio sono del tutto oggetto di altro appalto.

Il cronoprogramma è riportato nell'elaborato specifico.



18. QUADRO ECONOMICO

Vengono riportati a seguire i quadri economici dei due lotti funzionali. Per ulteriori indicazioni si rimanda all'elaborato specifico.

SKYMETRO				
PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA IN VAL BISAGNO				
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ED ECONOMICA				
QUADRO ECONOMICO LOTTO 1 PREZZI 2024				
A)	Lavori a base di Appalto			
a1	Opere civili	€	209'593'923.39	
a2	Armamento	€	7'358'534.00	
a3	Impianti civili	€	11'008'931.69	
a4	Impianti elettroferroviari - Alimentazione elettrica + Linea di contatto	€	12'516'761.48	
a5	Impianti elettroferroviari - Segnalamento + Telecomunicazioni + Automazione	€	19'854'775.21	
a6	Sommano i Lavori	€	260'332'925.77	
a7	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso	€	13'404'327.35	
a8	Totale lavori e O.S.	a6+a7 €	273'737'253.12	
a9	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso	€	13'404'327.35	
a10	Importo lavori soggetto a ribasso	a8-a9 €	260'332'925.77	
a11	Progettazione esecutiva	€	3'722'826.64	
a12	Importo dell'appalto soggetto a ribasso	a10+a11 €	264'055'752.41	
a13	Importo totale dell'appalto	€	277'460'079.76	€ 277'460'079.76
B)	Totale importo Veicoli	€	23'983'911.00	€ 23'983'911.00
C)	Importo relativo all' aliquota per l'attuazione di misure volte alla prevenzione e repressione della criminalità e tentativi di infiltrazione mafiosa.	€	-	€ -
D)	Opere di mitigazione e compensazione dell'impatto ambientale e sociale, nel limite di importo del 2% del costo complessivo dell'opera; costi per il monitoraggio ambientale			
d1	Opere compensive dell'impatto territoriale e sociale strettamente correlate alla funzionalità dell'opera	€	390'573.09	
d2	Opere di mitigazione e compensazione ambientale	€	-	
d3	Monitoraggio ambientale	€	732'179.93	
D)	Totale opere di mitigazione e compensazione ambientale e sociale	€	1'122'753.02	€ 1'122'753.02
E)	Somme a disposizione della stazione appaltante			
e1	Lavori in amministrazione diretta previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€	-	
e2	Rilevi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura della stazione appaltante			
e3	Rilevi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura del progettista	€	547'474.51	
e4	Allacciamenti ai pubblici servizi e superamento eventuali interferenze	€	28'325'350.71	
e5	Imprevisti, secondo quanto precisato al comma 2	€	27'373'725.31	
e6	Accantonamenti in relazione alle modifiche di cui agli articoli 60 e 120, comma 1, lettera a), del codice	€	1'587'676.07	
e7	Acquisizione aree o immobili e Indennizzi	€	677'229.53	
e8	Spese tecniche relative alla progettazione, alle attività preliminari, ivi compreso l'eventuale monitoraggio di parametri necessari ai fini della progettazione ove pertinente, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze dei servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, all'incentivo di cui all'articolo 45 del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€	10'785'247.77	
e9	Spese per attività tecnico-amministrative e strumentali connesse alla progettazione, di supporto al RUP qualora si tratti di personale dipendente, di assicurazione dei progettisti qualora dipendenti dell'amministrazione, ai sensi dell'articolo 2, comma 4, del codice nonché per la verifica preventiva della progettazione ai sensi dell'articolo 42 del codice	€	445'727.90	
e10	Spese all'articolo 45, commi 6 e 7, del codice	€	-	
e11	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	€	-	
e12	Spese per pubblicità	€	-	
e13	Spese per prove di laboratorio, accertamenti e verifiche tecniche obbligatorie o specificamente previste dal capitolato speciale d'appalto, di cui all'articolo 116 comma 11, del codice, nonché per l'eventuale monitoraggio	€	807'256.11	
e14	Spese per collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico e altri eventuali collaudi specialistici	€	2'189'898.02	
e15	Spese per la verifica preventiva dell'interesse archeologico, di cui all'articolo 41, comma 4, del codice	€	403'628.05	
e16	Spese per i rimedi alternativi alla tutela giurisdizionale	€	487'536.97	
e17	Nei casi in cui sono previste, spese per le opere artistiche di cui alla legge 20 luglio 1949, n. 717	€	-	
E)	Totale Somme a Disposizione	€	73'630'750.97	€ 73'630'750.97
F)	Totale parziale			€ 376'197'494.75
F)	Oneri d'investimento	0.00%		€ -
G)	INARCASSA (4% di a11+e8+e9+e11+e14)	4.00%	€ 685'748.01	€ 685'748.01
H)	IVA al 10% (10% di a8+D+e2+e3)	10.00%	€ 27'540'748.06	€ 27'540'748.06
I)	IVA al 22% (22% di a11+B+e8+e9+e11+e12+e13+e14)	22.00%	€ 9'376'535.40	€ 9'376'535.40
	Totale Importo Investimento			€ 413'800'526.23

Figura 13.

Quadro economico del primo lotto funzionale

SKYMETRO				
PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA IN VAL BISAGNO				
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ED ECONOMICA				
QUADRO ECONOMICO LOTTO 2 PREZZI 2024				
A)	Lavori a base di Appalto			
a1	Opere civili	€	100'918'190.78	
a2	Armamento	€	4'056'183.58	
a3	Impianti civili	€	6'289'861.71	
a4	Impianti elettroferroviari - Alimentazione elettrica + Linea di contatto	€	6'410'617.69	
a5	Impianti elettroferroviari - Segnalamento + Telecomunicazioni + Automazione	€	7'096'794.35	
a6	Sommano i Lavori	€	124'771'648.11	
a7	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso	€	5'119'152.44	
a8	Totale lavori e O.S.	a6+a7 €	129'890'800.55	
a9	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso	€	5'119'152.44	
a10	Importo lavori soggetto a ribasso	a8-a9 €	124'771'648.11	
a11	Progettazione esecutiva	€	1'766'514.89	
a12	Importo dell'appalto soggetto a ribasso	a10+a11 €	126'538'163.00	
a13	Importo totale dell'appalto	€	131'657'315.44	€ 131'657'315.44
B)	Totale importo Veicoli	€	-	€ -
C)	Importo relativo all'aliquota per l'attuazione di misure volte alla prevenzione e repressione della criminalità e tentativi di infiltrazione mafiosa.	€	-	€ -
D)	Opere di mitigazione e compensazione dell'impatto ambientale e sociale, nel limite di importo del 2% del costo complessivo dell'opera; costi per il monitoraggio ambientale			
d1	Opere compensive dell'impatto territoriale e sociale strettamente correlate alla funzionalità dell'opera	€	185'330.46	
d2	Opere di mitigazione e compensazione ambientale	€	-	
d3	Monitoraggio ambientale	€	347'425.99	
D)	Totale opere di mitigazione e compensazione ambientale e sociale	€	532'756.45	€ 532'756.45
E)	Somme a disposizione della stazione appaltante			
e1	Lavori in amministrazione diretta previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€	-	
e2	Rilevi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura della stazione appaltante			
e3	Rilevi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura del progettista	€	259'781.60	
e4	Allacciamenti ai pubblici servizi e superamento eventuali interferenze	€	1'972'299.29	
e5	Imprevisti, secondo quanto precisato al comma 2	€	12'989'080.06	
e6	Accantonamenti in relazione alle modifiche di cui agli articoli 60 e 120, comma 1, lettera a), del codice	€	753'366.64	
e7	Acquisizione aree o immobili e Indennizzi	€	1'330'201.61	
e8	Spese tecniche relative alla progettazione, alle attività preliminari, ivi compreso l'eventuale monitoraggio di parametri necessari ai fini della progettazione ove pertinente, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze dei servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, all'incentivo di cui all'articolo 45 del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€	5'117'697.54	
e9	Spese per attività tecnico-amministrative e strumentali connesse alla progettazione, di supporto al RUP qualora si tratti di personale dipendente, di assicurazione dei progettisti qualora dipendenti dell'amministrazione, ai sensi dell'articolo 2, comma 4, del codice nonché per la verifica preventiva della progettazione ai sensi dell'articolo 42 del codice	€	211'501.92	
e10	Spese all'articolo 45, commi 6 e 7, del codice	€	-	
e11	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	€	-	
e12	Spese per pubblicità	€	-	
e13	Spese per prove di laboratorio, accertamenti e verifiche tecniche obbligatorie o specificamente previste dal capitolato speciale d'appalto, di cui all'articolo 116 comma 11, del codice, nonché per l'eventuale monitoraggio	€	-	
e14	Spese per collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico e altri eventuali collaudi specialistici	€	1'039'126.40	
e15	Spese per la verifica preventiva dell'interesse archeologico, di cui all'articolo 41, comma 4, del codice	€	-	
e16	Spese per i rimedi alternativi alla tutela giurisdizionale	€	231'340.70	
e17	Nei casi in cui sono previste, spese per le opere artistiche di cui alla legge 20 luglio 1949, n. 717	€	-	
E)	Totale Somme a Disposizione	€	23'904'395.76	€ 23'904'395.76
	Totale parziale			€ 156'094'467.65
F)	Oneri d'investimento	0.00%		€ -
G)	INARCASSA (4% di a11+e8+e9+e11+e14)	4.00%	€ 325'393.63	€ 325'393.63
H)	IVA al 10% (10% di a8+D+e2+e3)	10.00%	€ 13'068'333.86	€ 13'068'333.86
I)	IVA al 22% (22% di a11+B+e8+e9+e11+e12+e13+e14)	22.00%	€ 1'861'251.56	€ 1'861'251.56
	Totale Importo Investimento			€ 171'349'446.71

Figura 14.

Quadro economico del lotto di completamento

SKYMETRO				
PROLUNGAMENTO DELLA LINEA METROPOLITANA IN VAL BISAGNO				
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ED ECONOMICA				
QUADRO ECONOMICO PREZZI 2024				
A)	Lavori a base di Appalto			
a1	Opere civili	€	310'512'114.17	
a2	Armamento	€	11'414'717.58	
a3	Impianti civili	€	17'298'793.40	
a4	Impianti elettroferroviari - Alimentazione elettrica + Linea di contatto	€	18'927'379.17	
a5	Impianti elettroferroviari - Segnalamento + Telecomunicazioni + Automazione	€	26'951'569.56	
a6	Sommano i Lavori	€	385'104'573.88	
a7	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso	€	18'523'479.79	
a8	Totale lavori e O.S.	a6+a7	€ 403'628'053.67	
a9	a detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso	€	18'523'479.79	
a10	Importo lavori soggetto a ribasso	a8-a9	€ 385'104'573.88	
a11	Progettazione esecutiva	€	5'489'341.53	
a12	Importo dell'appalto soggetto a ribasso	a10+a11	€ 390'593'915.41	
a13	Importo totale dell'appalto		€ 409'117'395.20	€ 409'117'395.20
B)	Totale importo Veicoli		€ 23'983'911.00	€ 23'983'911.00
C)	Importo relativo all'aliquota per l'attuazione di misure volte alla prevenzione e repressione della criminalità e tentativi di infiltrazione mafiosa.	€	-	€ -
D)	Opere di mitigazione e compensazione dell'impatto ambientale e sociale, nel limite di importo del 2% del costo complessivo dell'opera; costi per il monitoraggio ambientale			
d1	Opere compensive dell'impatto territoriale e sociale strettamente correlate alla funzionalità dell'opera	€	575'903.56	
d2	Opere di mitigazione e compensazione ambientale	€	-	
d3	Monitoraggio ambientale	€	1'079'605.92	
D)	Totale opere di mitigazione e compensazione ambientale e sociale	€	1'655'509.47	€ 1'655'509.47
E)	Somme a disposizione della stazione appaltante			
e1	Lavori in amministrazione diretta previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	€	-	
e2	Rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura della stazione appaltante	€	-	
e3	Rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura del progettista	€	807'256.11	
e4	Allacciamenti ai pubblici servizi e superamento eventuali interferenze	€	30'297'650.00	
e5	Imprevisti, secondo quanto precisato al comma 2	€	40'362'805.37	
e6	Accantonamenti in relazione alle modifiche di cui agli articoli 60 e 120, comma 1, lettera a), del codice	€	2'341'042.71	
e7	Acquisizione aree o immobili e Indennizzi	€	2'007'431.14	
e8	Spese tecniche relative alla progettazione, alle attività preliminari, ivi compreso l'eventuale monitoraggio di parametri necessari ai fini della progettazione ove pertinente, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze dei servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, all'incentivo di cui all'articolo 45 del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente	€	15'902'945.31	
e9	Spese per attività tecnico-amministrative e strumentali connesse alla progettazione, di supporto al RUP qualora si tratti di personale dipendente, di assicurazione dei progettisti qualora dipendenti dell'amministrazione, ai sensi dell'articolo 2, comma 4, del codice nonché per la verifica preventiva della progettazione ai sensi dell'articolo 42 del codice	€	657'229.82	
e10	Spese all'articolo 45, commi 6 e 7, del codice	€	-	
e11	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	€	-	
e12	Spese per pubblicità	€	-	
e13	Spese per prove di laboratorio, accertamenti e verifiche tecniche obbligatorie o specificamente previste dal capitolato speciale d'appalto, di cui all'articolo 116 comma 11, del codice, nonché per l'eventuale monitoraggio successivo alla realizzazione dell'opera, ove prescritto	€	807'256.11	
e14	Spese per collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico e altri eventuali collaudi specialistici	€	3'229'024.43	
e15	Spese per la verifica preventiva dell'interesse archeologico, di cui all'articolo 41, comma 4, del codice	€	403'628.05	
e16	Spese per i rimedi alternativi alla tutela giurisdizionale	€	718'877.67	
e17	Nei casi in cui sono previste, spese per le opere artistiche di cui alla legge 20 luglio 1949, n. 717	€	-	
E)	Totale Somme a Disposizione		€ 97'535'146.73	€ 97'535'146.73
	Totale parziale			€ 532'291'962.40
F)	Oneri d'investimento	0.00%		€ -
G)	INARCASSA (4% di a11+e8+e9+e11+e14)	4.00%	€ 1'011'141.64	€ 1'011'141.64
H)	IVA al 10% (10% di a8+D+e2+e3)	10.00%	€ 40'609'081.93	€ 40'609'081.93
I)	IVA al 22% (22% di a11+B+e8+e9+e11+e12+e13+e14)	22.00%	€ 11'237'786.97	€ 11'237'786.97
	Totale Importo Investimento			€ 585'149'972.93

Figura 15. Quadro economico complessivo dell'intera linea