

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2° FASE

RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA LOTTO 2

Relazione Descrittiva Generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

R R 0 P 0 2 R 0 5 R G M D 0 0 0 0 0 0 1 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	Tutte le UO	Marzo 2023	M.Ialungo	Marzo 2023	T.Paoletti	Marzo 2023	D.Tiberti
B	Emissione esecutiva	Tutte le UO	Maggio 2023	M.Ialungo	Maggio 2023	T.Paoletti	Maggio 2023	Luglio 2023
C	Emissione esecutiva	Tutte le UO	Luglio 2023	M.Ialungo	Luglio 2023	T.Paoletti	Luglio 2023	Il Progettista Integratore
				<i>M.Ialungo</i>		<i>T.Paoletti</i>		ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direz. Tecnica Ingegneria di Sistema e Impianti Ferroviari Dott. Ing. Dario Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

File: RR0P02R05RGMD0000001B

n. Elab.: 1

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	2 DI 82

Sommario

1	PREMESSA	6
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	6
2.1	OGGETTO DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI SECONDA FASE	7
3	ITER PROGETTUALE.....	7
3.1	ANALISI CRITICITÀ DEL CONTESTO DEL PROGETTO.....	7
3.2	ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTO.....	8
3.3	LOTTO 2 - ANALISI MULTICRITERIA E SOLUZIONE DI PROGETTO	9
4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA.....	10
4.1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEL LOTTO 2	10
5	PROGETTI CORRELATI	13
6	BUILDING INFORMATION MODELING.....	13
7	PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO.....	16
7.1	MODELLO DI ESERCIZIO	16
7.2	SOGGEZIONI ALL'ESERCIZIO FERROVIARIO	17
8	INTEROPERABILITA'	17
8.1	SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITÀ APPLICABILI	17
9	GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	20
10	INQUADRAMENTO GEOTECNICO E SISMICO.....	22
10.1	MODELLO GEOTECNICO.....	22
10.2	INQUADRAMENTO SISMICO	24
	10.2.1 Vita Nominale, Classe d'Uso, Tempo di Ritorno.....	24
	10.2.2 Effetti di sito	25
11	INFRASTRUTTURA FERROVIARIA	26
12	CORPO STRADALE.....	27
12.1	SEZIONE TIPO IN RILEVATO DOPPIO BINARIO.....	28

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	3 DI 82

12.2	SEZIONE TIPO IN TRINCEA DOPPIO BINARIO.....	29
12.3	SEZIONI TIPO IN RILEVATO E TRINCEA A DOPPIO BINARIO CON OPERA DI SOSTEGNO.....	30
13	DEMOLIZIONI.....	31
14	VIABILITA'.....	34
15	OPERE D'ARTE PRINCIPALI.....	41
15.1	CAVALCAFERROVIA IV01.....	41
16	PIAZZALI TECNOLOGICI.....	44
17	FABBRICATI TECNOLOGICI.....	44
18	FABBRICATO PP/ACC.....	44
19	BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI.....	49
19.1	TAGLIO DELLA VEGETAZIONE.....	50
19.2	BONIFICA SUPERFICIALE.....	50
19.3	BONIFICA PROFONDA.....	51
20	IDROLOGIA E IDRAULICA.....	53
20.1	STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI: METODOLOGIE E CRITERI DI ANALISI.....	56
21	STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE.....	58
21.1	STUDIO ACUSTICO.....	58
21.2	STUDIO VIBRAZIONALE.....	59
22	AMBIENTE.....	60
22.1	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE.....	60
22.2	OPERE A VERDE.....	61
22.3	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	62
23	ARCHEOLOGIA.....	62
24	CANTIERIZZAZIONE E PROGRAMMA LAVORI.....	63
25	INTERFERENZE SOTTOSERVIZI.....	64
26	ASPETTI AMBIENTALI.....	65
26.1.1	Progetto Ambientale Della Cantierizzazione.....	65

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	4 DI 82

26.1.2	<i>Gestione dei Materiali di Risulta e Siti di Approvvigionamento e Smaltimento</i>	66
27	SISTEMI DI CONTROLLO COMANDO E SEGNALAMENTO	67
27.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	67
27.1.1	<i>Scenario inerziale</i>	67
27.1.2	<i>Scenario finale</i>	68
27.2	FASI DI REALIZZAZIONE	68
27.2.1	<i>Attivazione Lotto 2</i>	68
27.2.2	<i>Posto Centrale di Cagliari</i>	69
28	SISTEMI DI COMANDO E CONTROLLO SCCM	69
28.1	INTERVENTI AL POSTO CENTRALE	69
28.2	INTERVENTI NEI POSTI PERIFERICI	69
29	IMPIANTO DI TELECOMUNICAZIONI	70
30	IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE	72
30.1	FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA IN MEDIA E BASSA TENSIONE	73
30.2	DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA	73
30.3	APPARATI PER LA CONTINUITÀ DI SERVIZIO	73
30.4	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	74
30.5	IMPIANTI RISCALDAMENTO ELETTRICO DEVIATOI	74
30.6	SISTEMA DI TELEGESTIONE DELLE APPARECCHIATURE ELETTRICHE	75
30.7	ELABORATI DI PROGETTO	75
31	PREDISPOSIZIONI PER LA TRAZIONE ELETTRICA	75
31.1	IMPIANTI DI LINEA DI CONTATTO (PREDISPOSIZIONI)	75
31.2	BLOCCHI DI FONDAZIONE E SOSTEGNI	76
31.3	CAMPATE MASSIME	77
32	IMPIANTISTICA INDUSTRIALE	77
32.1	IMPIANTI MECCANICI	77
32.2	IMPIANTI SAFETY	78



PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA DI 2° FASE

RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA

Lotto 2

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	5 DI 82

32.3 IMPIANTI SECURITY:79

33 SICUREZZA DELL'INFRASTRUTTURA80

34 MANUTENZIONE DELL'INFRASTRUTTURA81

1 PREMESSA

Il raddoppio della tratta Decimomannu-Villamassargia interviene sulla linea su cui confluiscono i servizi Cagliari-Iglesias e Cagliari-Carbonia. L'intervento, previsto nell'ambito dell'Accordo Quadro TPL tra RFI e Regione Sardegna, si estende per circa 30 km e prevede la realizzazione del raddoppio di binario tra le due località di servizio e la soppressione dei passaggi a livello esistenti, creando le condizioni per il potenziamento del servizio ferroviario e per l'incremento dei livelli qualitativi del servizio e di regolarità.

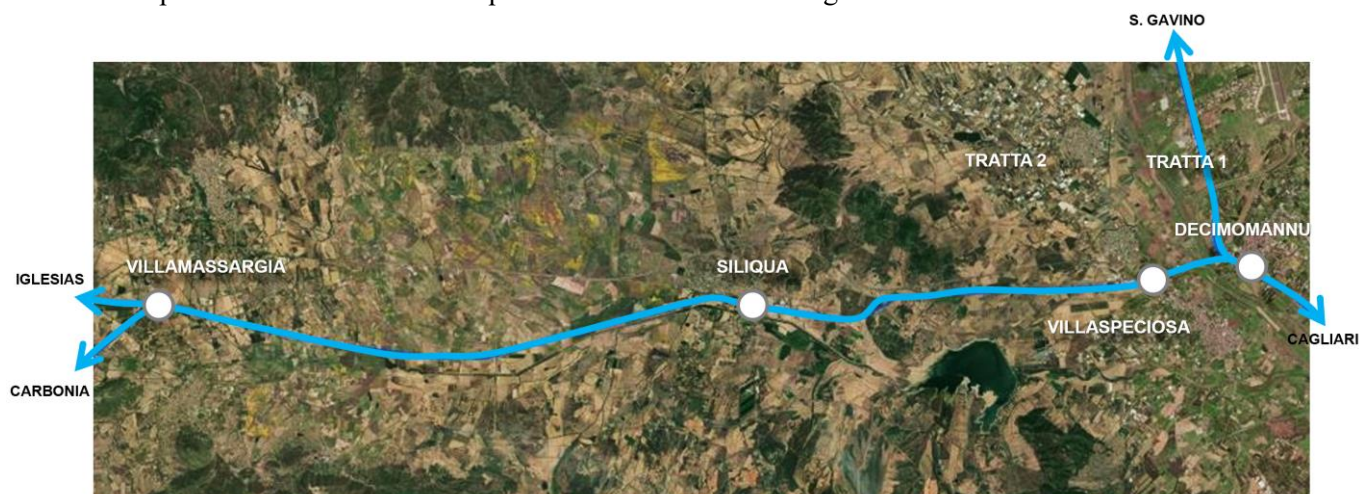


Figura 1 - Raddoppio Decimomannu – Villamassargia- Linea esistente

Il progetto del Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia rientra tra le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

L'intervento di raddoppio è stato suddiviso in n°4 tratte realizzabili separatamente, ove ogni singola tratta migliorerà la sicurezza della linea e produrrà un recupero dei tempi di percorrenza propedeutico alla finalizzazione del raddoppio completo, raggiunto il quale sarà possibile creare le condizioni per un incremento dell'offerta con un cadenzamento a 15' dei collegamenti Villamassargia – Cagliari.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La prima tratta di raddoppio per la quale è prevista l'attivazione è la Tratta 2 (di seguito anche Lotto 2), finanziata con fondi PNRR. L'intervento consiste nel raddoppio tra le località di Villaspeciosa-Uta e Siliqua (stazione esclusa).

Successivamente è prevista l'attivazione della Tratta 1 del raddoppio tra la stazione Decimomannu e la nuova fermata di Villaspeciosa-Uta, andando così a costituire, insieme al Lotto 2, la prima parte di raddoppio ferroviario per un'estensione totale di circa 9 km.

All'attivazione dei Lotti 1 e 2 il modello di esercizio attuato sarà in linea con quello attuale; tuttavia, la realizzazione dei primi due lotti potrebbe consentire, nell'ambito dell'attivazione di una prima fase funzionale del progetto, il raggiungimento di un primo step di incremento dell'offerta e dei relativi benefici commerciali, qualora

venga concordato con l'ente programmatore l'inserimento di un servizio con caratteristiche differenti a completamento dell'offerta attuale.



Figura 2 - Raddoppio Decimomannu – Villamassargia- Suddivisione in tratte

2.1 Oggetto del Progetto di fattibilità tecnico economica di seconda fase

La presente progettazione interessa l'affidamento dell'incarico per la redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica di seconda fase e dello Studio di Impatto Ambientale, del Lotto 2 del Raddoppio Decimomannu-Villamassargia, compreso tra le località di Villaspiciosa-Uta e di Siliqua (stazione esclusa), finalizzata all'identificazione della soluzione progettuale più efficace rispetto ai requisiti e agli standard adottati, ed economicamente sostenibile.

3 ITER PROGETTUALE

3.1 Analisi criticità del contesto del progetto

Le principali criticità riscontrate lungo la linea riguardano le condizioni idrauliche delle aree interessate dal progetto, in particolare:

- Interferenza con Flumini Mannu in uscita da Decimomannu
- Parallelismo con Riu Cixerri ed interferenza con i suoi affluenti dall'ingresso di Siliqua fino a Villamassargia

Pertanto è stato sviluppato uno studio idraulico bidimensionale per approfondire l'analisi delle condizioni idrauliche di riferimento del progetto.

Per analizzare e valutare le criticità idrauliche riscontrate si sono svolte numerose interlocuzioni con Regione Autonoma Sardegna, RFI, Autorità di Bacino e Università di Cagliari.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	8 DI 82

3.2 Analisi delle alternative progetto

In funzione delle criticità riscontrate e del contesto in cui si inserisce il raddoppio ferroviario sono state analizzate diverse soluzioni di tracciato sia in variante sia di raddoppio in stretto affiancamento.

Lo studio delle alternative è stato corredato dall'Analisi Multicriteria delle quattro tratte che costituiscono il raddoppio, rappresentate nella figura seguente:



Figura 3 - Tratte di progetto e alternative di progetto

Di seguito si riporta una descrizione delle quattro tratte in cui è suddiviso l'intervento, per ulteriori dettagli fare riferimento al documento Analisi delle alternative di progetto - RR0P02R14RGIF0000001B:

1° Tratta – Raddoppio Decimomannu – Villaspeciosa

Il territorio attraversato dal raddoppio della tratta 1, ricade all'interno dei comuni di Decimomannu, Uta e Villaspeciosa. L'intervento consiste nel raddoppio della linea compresa tra l'impianto esistente della stazione di Decimomannu e 1,4 km circa oltre la fermata esistente di Villaspeciosa-Uta.

Nello studio delle alternative e nell'Analisi Multicriteria sono state confrontate due possibili alternative una in variante plano-altimetrica, e una in stretto affiancamento.

2° Tratta – Raddoppio Villaspeciosa – Siliqua (stazione esclusa)

Il territorio attraversato dal raddoppio della tratta 2, ricade all'interno dei comuni di Villaspeciosa e Siliqua. La soluzione individuata consiste nel raddoppio in affiancamento alla linea storica in variante altimetrica per uno sviluppo complessivo di circa pari a 5,5 km. L'inizio dell'intervento coincide con la fine della tratta precedente, tratta 1, e termina a circa 4,3 km dalla stazione esistente di Siliqua.

3° Tratta – Raddoppio Siliqua (i) – Punto intermedio (Nuovo P.C.)

Il territorio attraversato dal raddoppio della tratta 3, ricade all'interno dei comuni di Villaspeciosa e Siliqua.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	9 DI 82

L'intervento prevede il raddoppio della linea con inizio a circa 4,3 km dalla stazione di Siliqua e termina in corrispondenza dell'intersezione tra la linea storica e la SP88, presente ad una distanza pari a circa 6,8 km dalla stazione esistente di Siliqua. Per tale tratta sono state esplorate tre possibili alternative in variante plano-altimetrica rispetto alla linea storica descritte, analizzate e confrontate nell'ambito dell'Analisi Multicriteria sviluppata per il presente progetto.

4° Tratto – Raddoppio Punto Intermedio (Nuovo P.C.) – Villamassargia

Il territorio attraversato dal raddoppio della tratta 4, ricade all'interno dei comuni di Siliqua, Musei e Villamassargia e rappresenta l'ultimo lotto funzionale dell'intero raddoppio della linea Decimomannu-Villamassargia. La soluzione individuata presenta uno sviluppo complessivo pari a circa 8 km e termina nell'impianto esistente della stazione di Villamassargia.

3.3 Lotto 2 - Analisi multicriteria e soluzione di progetto

L'Analisi Multicriteria ha considerato e confrontato le diverse soluzioni di progetto studiate per le tratte 1 e 3. Per il Lotto 2, non essendo presenti vincoli o criticità per il raddoppio in stretto affiancamento, si è ritenuto preferibile quest'ultima soluzione, la quale presenta un minore impatto sul territorio in quanto insiste principalmente sulla sede esistente della linea ferroviaria, limitando il consumo di suolo.

Per tale tratta, sono state analizzate due soluzioni di fasi realizzative differenti, quali:

1. Presenza dell'esercizio sulla linea storica esistente con la realizzazione del binario di raddoppio a 5,50m a sud dal binario esistente.
2. Assenza dell'esercizio sulla linea storica esistente con la demolizione del binario esistente e la realizzazione della nuova coppia di binari posti ad interasse di 4.00m

Come illustrato nel paragrafo successivo al fine di ridurre i tempi dell'intervento e renderlo compatibile con le tempistiche di realizzazione e attivazione del PNRR si è optato per la soluzione in assenza di esercizio.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	10 DI 82



Figura 4 - Soluzione di progetto Lotto 2

4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

4.1 Descrizione del progetto del Lotto 2

L'intervento oggetto del Lotto 2, prevede la realizzazione del raddoppio della tratta compresa tra il km 3+460 circa ed il km 9 circa della Linea Storica per uno sviluppo complessivo di circa 5,5 km, prevedendo l'ampliamento del sedime della Linea Storica.

La linea storica presenta uno sviluppo rettilineo in rilevato con altezze limitate rispetto al piano campagna a meno del tratto finale ove la sezione trasversale è caratterizzata da una sezione a mezza costa con un'opera di sostegno sul lato sinistro. Lungo la tratta sono presenti quattro opere di attraversamento idraulico, le quali presentano delle dimensioni geometriche non compatibili ai fini della sicurezza idraulica rispetto alla normativa vigente.

Pertanto nell'ambito del progetto di raddoppio della linea attuale si rende necessario un innalzamento del piano del ferro al fine di adeguare le dimensioni degli attraversamenti idraulici esistenti, di consentire il transito delle portate di progetto con un adeguato franco di sicurezza. L'innalzamento del piano del ferro previsto dal progetto è in media pari a circa 1,50 m fino a un massimo di 2.20 m circa nei punti ove sono presenti le opere di attraversamento.

In una prima fase di studio, si è valutata la possibilità di realizzazione il binario di raddoppio a 5,50m a sud dal binario esistente.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	11 DI 82

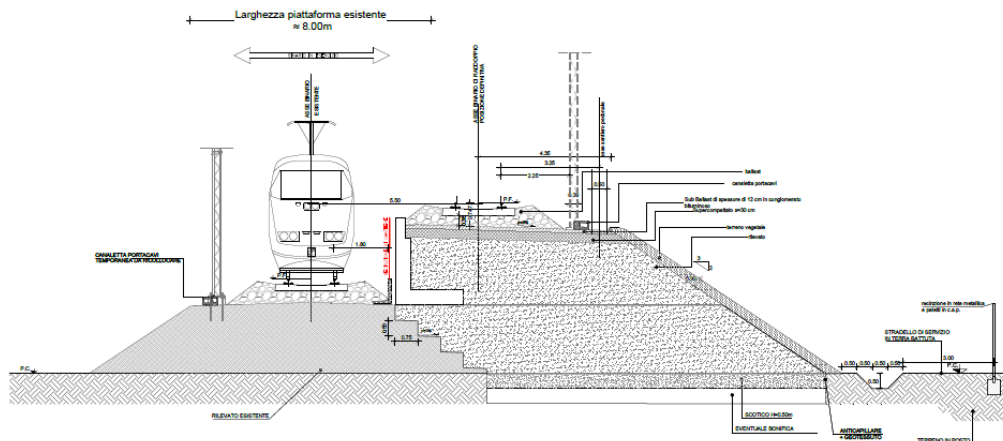


Figura 5 – Sezione tipo in rilevato con raddoppio a 5.50m e innalzamento del piano del ferro - fase di realizzazione della nuova sede ferroviaria con mantenimento dell’esercizio sul binario esistente

In tale configurazione, le fasi costruttive ipotizzate avrebbero previsto il binario di raddoppio (rilevato, piattaforma ferroviaria, armamento, tecnologie) in affiancamento all’esistente in esercizio. Successivamente alla realizzazione del binario di raddoppio e allo spostamento dell’esercizio su quest’ultimo, sarebbero stati demoliti il binario e la piattaforma esistente, realizzando una nuova piattaforma ferroviaria in continuità alla sede già realizzata.

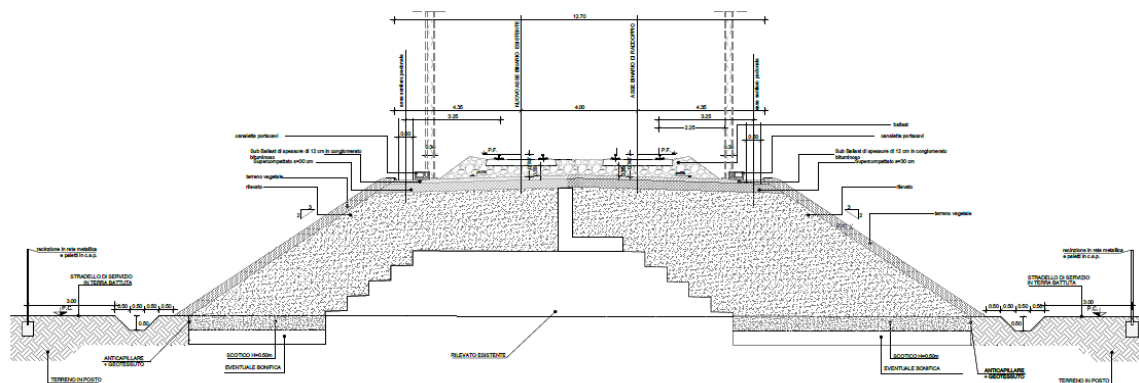


Figura 6 – Sezione tipo in rilevato con raddoppio a 5.50m e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale

Dalle analisi progettuali sviluppate si è dedotto che, per tale configurazione, i tempi di realizzazione sarebbero stati non compatibili con l’attivazione entro i termini previsti dal PNRR e quindi tale soluzione è stata scartata.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	12 DI 82

L'intervento in progetto viene quindi realizzato in assenza di esercizio della Linea Storica, e presenterà un unico rettilineo con il binario di raddoppio previsto lato sud, ad interasse di 4.00m rispetto al binario esistente.

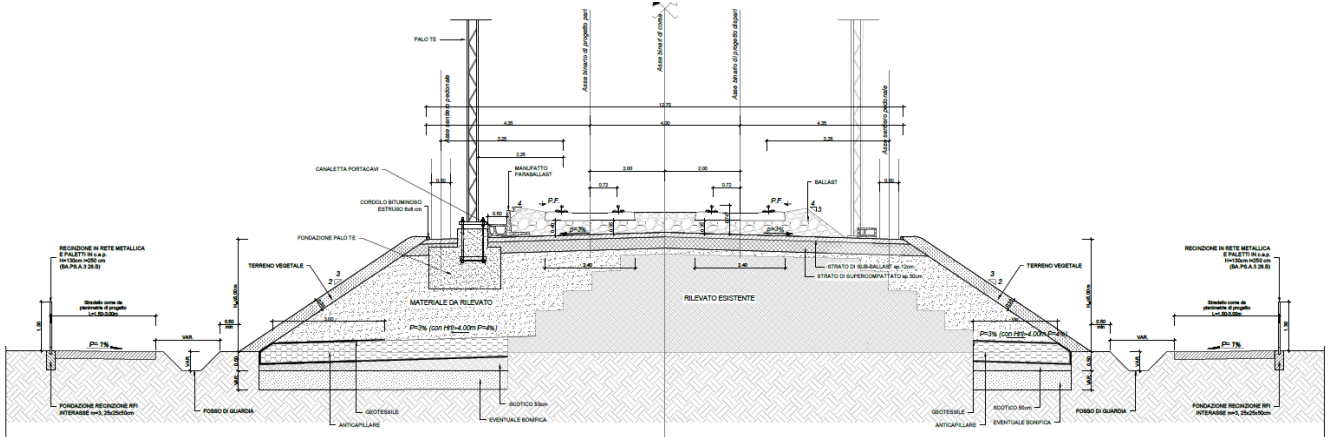


Figura 7 – Sezione tipo di progetto in rilevato con raddoppio a 4.00m

Il tracciato lungo la sua estensione presenta un alternarsi di basse trincee e rilevati lungo la sua estensione con l'innalzamento della quota della livelletta ferroviaria in corrispondenza dei nuovi attraversamenti idraulici.



Figura 8 – Corografia di progetto lotto 2

Il progetto ferroviario, lungo il suo sviluppo prevede la realizzazione di due piazzali tecnologici PT01 e PT02, posti rispettivamente al km 0+600 e al km 4+425, e delle relative viabilità di accesso. Inoltre al km 4+260 circa (7+615 circa della LS), è prevista la soppressione dell'attuale PL e la realizzazione di una nuova viabilità (NV02) che

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	13 DI 82

consente di ricucire la maglia viaria esistente e attraverso il nuovo cavalcaferrovia di progetto (IV01), scavalcare la nuova linea ferroviaria.

Il Lotto 2 si chiude a circa 4,3 km dalla stazione di Siliqua, ove il tracciato prevede il collegamento con la Linea Storica mediante uno scambio che consente il passaggio dal nuovo doppio binario al singolo binario esistente.

5 PROGETTI CORRELATI

Il progetto del Raddoppio ferroviario Decimomannu – Villamassargia è interessato da:

- Upgrade tecnologico del sistema di gestione della circolazione (tecnologia ACCM/SCCM);
- Velocizzazione nella stazione di Iglesias;
- Attrezzaggio ERTMS su intera rete;
- Elettificazione Cagliari - Iglesias/Carbonia e Cagliari – Oristano.

6 BUILDING INFORMATION MODELING

Il progetto è stato sviluppato utilizzando la metodologia BIM (Building Information Modeling) con lo scopo di agevolare la comunicazione tra i soggetti coinvolti ed efficientare il processo di progettazione, coordinamento e gestione della progettazione.

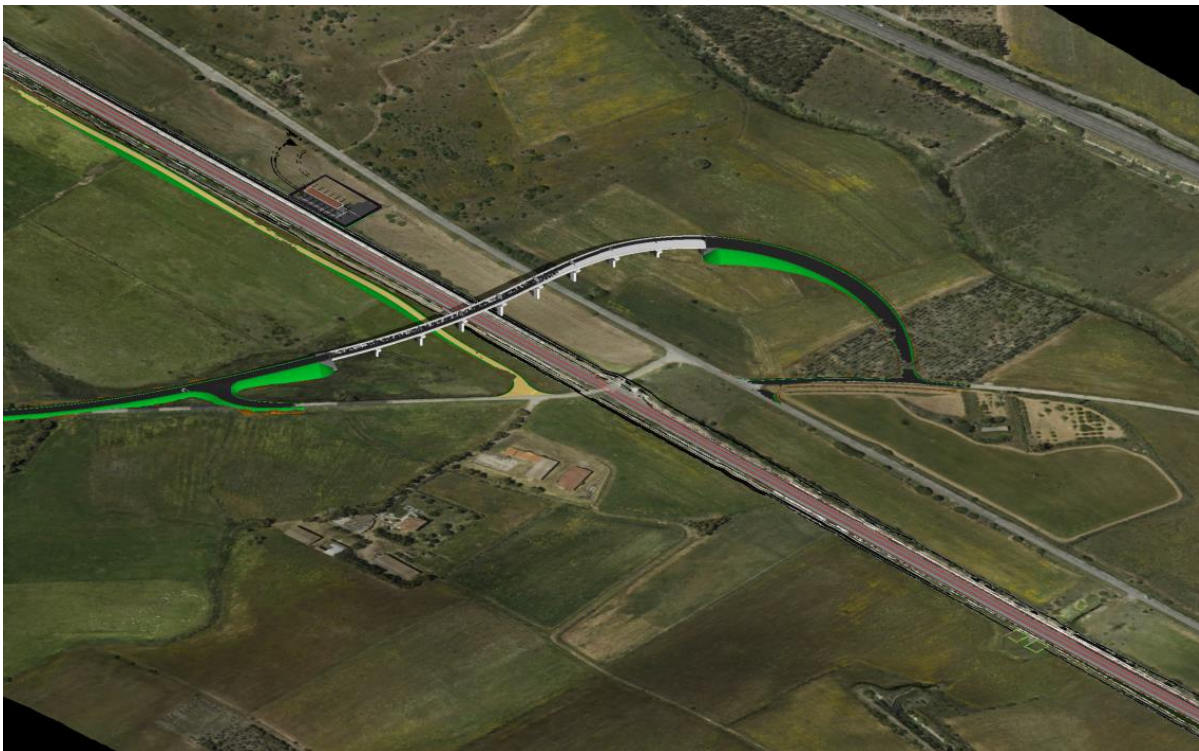
Per diverse discipline sono stati sviluppati dei modelli BIM, al fine di ottimizzare il coordinamento della progettazione infrastrutturale, civile, architettonica, impiantistica e strutturale. Le singole specialistiche hanno quindi collaborato alla produzione di un unico modello multidisciplinare in grado di mostrare criticità ed interferenze già dalle prime fasi di progettazione.



Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	14 DI 82

Lo sviluppo e il coordinamento della modellazione ha visto il coinvolgimento di diversi software ed è risultato quindi fondamentale l'ottimizzazione dei formati di scambio, andando ad utilizzare prevalentemente il formato aperto IFC (Industry Foundation Classes) per l'aggregazione dei modelli all'interno del Modello Assemblato

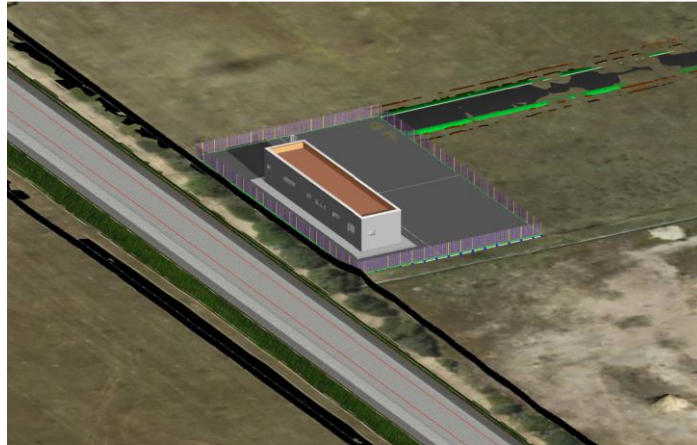
La digitalizzazione dei processi di commessa ha consentito la creazione di un Digital Twin contenente una serie di dati sia geometrici che informativi, in grado di agevolare e ottimizzare i processi di controllo delle interferenze e di stima del progetto.



Inoltre, tutti i dati (modelli BIM, elaborati 2D, dati di base, relazioni, input e informazioni) sono stati raccolti e sviluppati all'interno di un ACDat (Ambiente di Condivisione Dati), appositamente strutturato per favorire e facilitare la lettura delle informazioni da parte di tutte le discipline coinvolte.

Nello specifico la progettazione ha visto lo sviluppo di circa 50 modelli, che possono essere suddivisi in tre macro-categorie: opere lineari, opere puntuali e inserimento territoriale. Quest'ultima, nasce con l'intenzione di associare ai modelli BIM le tematiche e i dati strettamente legati al territorio.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	15 DI 82



Per l'effettiva comprensione dello stato di fatto del progetto è fondamentale infatti la fase di acquisizione dei rilievi. Nell'ottica di sviluppo di un progetto BIM è stata effettuata una campagna di rilievi attraverso scansioni Lidar delle aree coinvolte, da cui è stata estrapolata una nuvola di punti. A seguito dell'elaborazione dei punti ottenuti è stato possibile ricostruire il Digital Context: un modello digitale del terreno e degli edifici realizzato attraverso l'interpolazione dei punti in una superficie mesh.



In sintesi, l'utilizzo della metodologia BIM per la presente progettazione ha consentito di:

- Elevare lo standard delle scelte progettuali, attraverso la visualizzazione della modellazione tridimensionale, e favorire il concetto di progettazione integrata basata sul coinvolgimento di tutti gli attori della filiera;

- Affinare i processi di coordinamento progettuale grazie all'utilizzo di una piattaforma di collaborazione e condivisione dati, in grado di garantire l'accesso alle informazioni a ciascun utente da qualsiasi luogo e garantendo la tracciabilità del processo di progettazione attraverso l'uso di un efficiente sistema revisionale;
- Implementare le procedure volte all'integrazione di nuovi aspetti progettuali in un processo BIM-oriented ed implementare nuove librerie standard calate sulle necessità di un progetto di un'opera ferroviaria;
- Sviluppare un gemello digitale dell'intera opera ferroviaria che integra al suo interno dati di natura differente.

7 PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO

Le analisi dal punto di vista funzionale e di esercizio hanno riguardato principalmente:

- il quadro funzionale, infrastrutturale e tecnologico della configurazione attuale e futura;
- il modello di esercizio attuale e di progetto.

Per un maggiore dettaglio dei temi relativi alla Progettazione funzionale e all'esercizio ferroviario, si rimanda agli elaborati specialistici.

7.1 Modello di esercizio

Il Modello di Esercizio di progetto, perseguibile con il raddoppio completamente realizzato della tratta Decimomannu – Villamassargia, è di 4 coppie di treni all'ora, con un cadenzamento ogni 15' per direzione. Il servizio svolto sarà esclusivamente di tipo Regionale, così suddiviso:

- di tipo Regionale per 2 coppie/h, con fermata negli impianti intermedi di Siliqua e Villaspeciosa;
- di tipo Regionale Veloce per 2 coppie/h, senza nessuna fermata intermedia tra Villamassargia e Decimomannu.

Nella presente fase transitoria comprendente la realizzazione del Lotto 2, oggetto di questa analisi, non è previsto un incremento del modello di Esercizio.

Allo stato attuale della progettazione, in considerazione dei finanziamenti a disposizione, si può ipotizzare che la prima fase consideri il raddoppio delle prime due tratte (Lotto 1 e Lotto 2).

Il raddoppio di ogni singola tratta produrrà verosimilmente un recupero dei tempi di percorrenza, ma considerata la natura delle tratte 1 e 2 non sarà perseguibile un beneficio dal punto di vista dell'offerta commerciale, così come strutturata allo stato attuale con i servizi Regionali che effettuano servizio in tutti gli impianti. Tale evidenza deriva dal fatto che vi è un'assenza dei punti di incrocio e precedenza nelle tratte non oggetto di raddoppio.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	17 DI 82

7.2 Soggezioni all'esercizio ferroviario

Le attività oggetto della presente progettazione verranno realizzate durante un'interruzione totale dell'esercizio ferroviario.

Per la realizzazione dell'intervento dovrà essere previsto quanto segue:

- alcune IPO per le attività di realizzazione delle fondazioni delle pile adiacenti alla sede ferroviaria;
- interruzione totale dell'esercizio ferroviario, stimata in circa 15 mesi, per la realizzazione delle attività di demolizione della sede esistente, di realizzazione di tutte le opere di linea e delle successive tempistiche necessarie alle prove, AMIS, CVT ecc..

Nelle successive fasi progettuali l'organizzazione e la durata delle lavorazioni potranno essere maggiormente dettagliate ed ottimizzate, coerentemente con il Programma Lavori, mediante la redazione di un Programma delle Soggezioni all'esercizio ferroviario, in cui si espliciteranno la frequenza, la durata, il numero e la collocazione temporale delle interruzioni necessarie. A seguito di tale approfondimento dell'analisi, dovrà essere concordata ed avallata con il Gestore dell'Infrastruttura la successione delle risorse necessarie, anche al fine del recepimento di tale fabbisogno all'interno dello Scenario Tecnico RFI.

8 INTEROPERABILITA'

8.1 Specifiche Tecniche di Interoperabilità applicabili

In relazione al campo geografico di applicazione, ed in funzione delle modifiche previste a progetto, dove la progettazione in essere garantirà il Gabarit B e il carico per asse 22,5t, la tratta in oggetto, ai sensi del § 4.2.1 della STI Infrastruttura (Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019) nella categoria P4-P2 per il traffico passeggeri.

<i>Codice di traffico</i>	<i>Sagoma limite</i>	<i>Carico per asse [t]</i>	<i>Velocità della linea [km/h]</i>	<i>Lunghezza utile del marciapiede [m]</i>
<i>P2</i>	<i>GB</i>	<i>20</i>	<i>200 -250</i>	<i>200-400</i>
<i>P4</i>	<i>GB</i>	<i>22.5</i>	<i>120-200</i>	<i>200-400</i>

Tabella 1: estratto da §4.2.1 del Regolamento (UE) 1299/2014 - Tab 2

Per tale progetto le Specifiche Tecniche di Interoperabilità applicabili risultano essere:

Relazione Descrittiva Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	18 DI 82

- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento (UE) N. 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea modificato dalla Rettifica del 15 giugno 2016, dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019 , dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2020/387 del 9 marzo 2020 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 420/2020;

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	19 DI 82

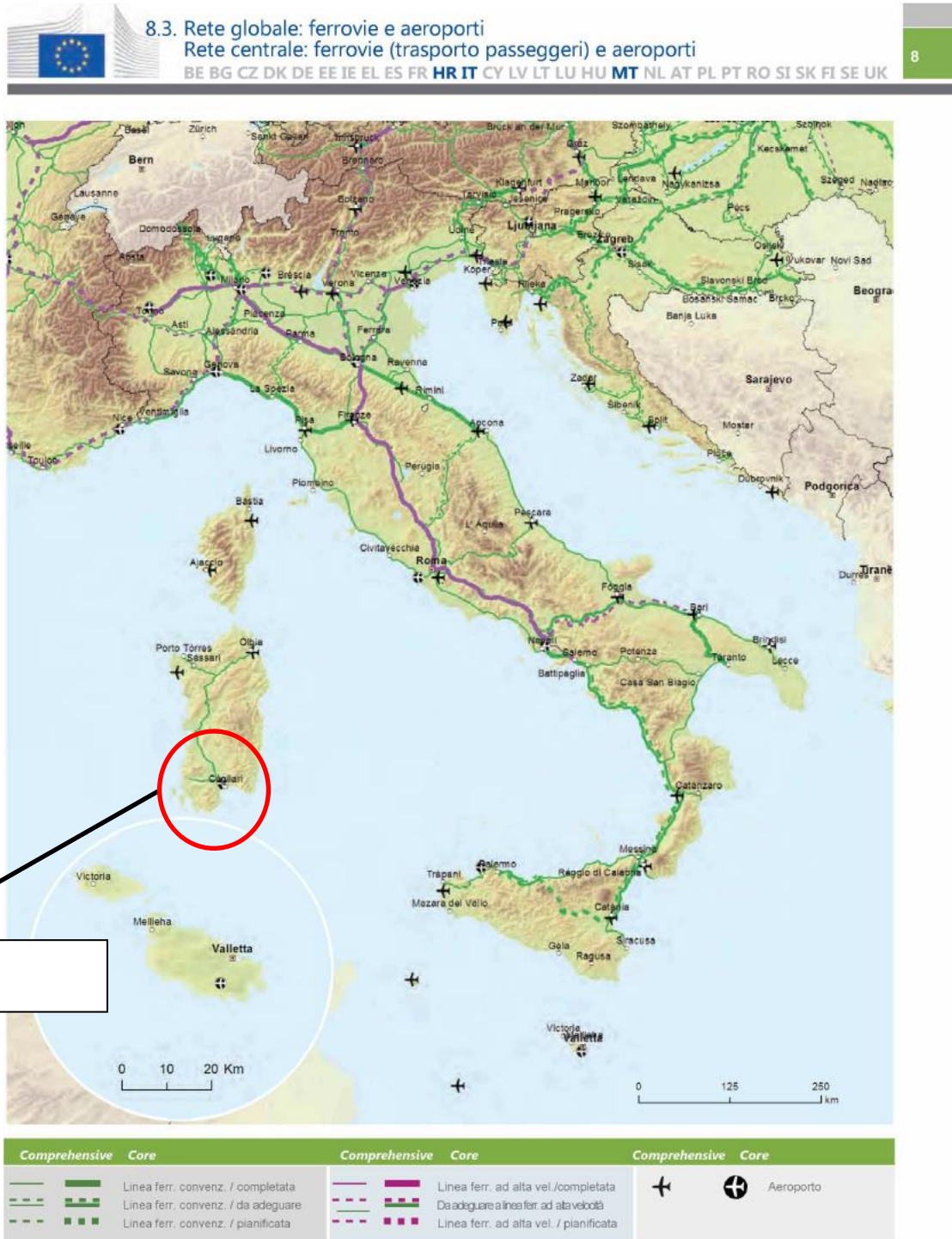


Figura 9: Rete ferroviaria transeuropea trasporto passeggeri estratto da Regolamento delegato (UE) N. 2017/849 – trasporto passeggeri

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	20 DI 82

9 GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Il breve tracciato del lotto 2 interessa un'area di transizione tra le alluvioni del Campidano meridionale e la Valle del Cixerri, ed incontra alla sua estremità occidentale le vulcaniti intrusive ed effusive di Siliqua. Di seguito è riportata una sintetica descrizione del modello geologico del tracciato, suddivisa in tre tratti in funzione della profondità e natura del substrato roccioso. La caratterizzazione dei differenti tratti, successivamente allo studio del materiale bibliografico ed al rilevamento geologico di superficie, è stata effettuata dall'analisi dei sondaggi, dalle prove MASW e dalle stese sismiche ad interpretazione tomografica.

Il primo tratto, compreso tra pk 0 e pk 3 circa è caratterizzato da una potente successione di terreni alluvionali olocenici (cfr Progetto CARG, foglio 546 "Assemini"):

Depositi alluvionali: depositi di materiali sciolti organizzati in strati di potenza da metrica a decametrica, costituiti da clasti di granulometria, colore e genesi varie, normalmente arrotondati o sub arrotondati, in stato di addensamento moderato. Si tratta di ghiaie e sabbie con variabili percentuali di limo ed argilla, per lo più compresi tra 0 e 25%, più fini nella porzione orientale del tratto (pk 0 – pk 1+250), costituita da sabbie argillo-limose, e alternati a livelli più francamente ghiaioso sabbiosi nella porzione più occidentale, presenti a profondità comprese tra 0 e 12m da p.c.. Sono talvolta presenti modeste lenti di argilla e limo, di spessore non superiore al metro. Si sottolinea che prove penetrometriche effettuate in precedenza nei dintorni della pk 0 hanno dato rifiuto a profondità non superiori ai 3 m da p.c.

Questi terreni sono talvolta coperti da spessori minimi di materiale rimaneggiato dall'attività agricola o rimodellato dall'attività antropica. La frazione più superficiale, talvolta di spessore decimetrico, è un orizzonte organico vegetale.

Le prove di permeabilità restituiscono valori di k pari a 10^{-7} , eccetto che per le ghiaie e sabbie più permeabili presenti lungo il sondaggio S3 tra il piano campagna e 5m di profondità dove si ha un $k = 10^{-5}$. È presente una falda rilevata a profondità pari a circa 10m dal piano campagna.

Le prove SPT eseguite in alluvioni hanno restituito valori di N_{spt} sempre > 40 , spesso a rifiuto. Il rifiuto delle prove SPT è però da interpretarsi nel contesto di sedimenti non particolarmente addensati, e dunque per lo più legato alla granulometria grossolana degli stessi. Le prove MASW restituiscono valori di V_s compresi tra 400 e 600 m/s per l'intervallo in questione, a profondità comprese tra il piano campagna e 30 m. Per profondità superiori ai 30 m, le V_s presentano valori >1000 m/s e le V_p valori >2500 m/s, presumibilmente a causa di uno stato di maggiore addensamento dei materiali.

Substrato roccioso: Il substrato nell'area è presumibilmente presente a quote >200 m dal piano campagna.

Il tratto intermedio, compreso tra pk3 e pk 5+250 circa è caratterizzato da un substrato roccioso costituito dalla Formazione del Cixerri (alternanze di arenarie e siltiti), ricoperta da terreni alluvionali sciolti. È delimitato ad est dalla presenza in profondità della grande zona di taglio distensiva orientata circa N160 e inclinata verso est, che determina lo sprofondamento del substrato roccioso e la formazione della valle tettonica del Campidano

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	21 DI 82

meridionale; ad ovest invece è interrotto dall'emersione in superficie del substrato roccioso, costituito da vulcaniti acide.

Depositi alluvionali: depositi di materiali limosi molto addensati e debolmente cementati, organizzati in strati di potenza metrica, rossastri, con passate di ghiaie, normalmente arrotondati o sub arrotondati. Questi terreni sono talvolta coperti da spessori minimi di materiale rimaneggiato dall'attività agricola o rimodellato dall'attività antropica.

Le prove di permeabilità effettuate in questi terreni restituiscono valori di k pari a 10^{-8} ; le misure di acqua nei fori di sondaggio hanno restituito una profondità pari a circa 11 m dal piano campagna, in presumibile continuità con la falda presente nel tratto precedente

Le prove SPT eseguite in questi terreni hanno restituito valori di N_{spt} a rifiuto, pari a 36 per la parte più superficiale (1,5m da p.c.). Le stese simiche a rifrazione con interpretazione tomografica restituiscono valori di V_s e V_p crescenti con la profondità che raggiungono in valori di $V_s = 450$ m/s e $V_p = 1600$ m/s per profondità pari a circa 7 m, oltre le quali comincia la roccia.

Substrato roccioso: Il substrato nell'area è costituito da rocce appartenenti alla Formazione di Cixerri, ed in particolare da alternanze di arenarie quarzose feldspatiche con rare passate conglomeratiche, grige o rossastre, alternate a siltiti rosso vinaccia con inclusi siltitici grigi. Talvolta sono presenti brevi intervalli sub-metrici debolmente litificati o francamente sciolti. Il substrato compare a 7 m dal p.c. ed è caratterizzato da valori di N_{spt} a rifiuto e permeabilità con k pari a 10^{-8} . Si rimarca un'inclinazione pari a circa 30° degli strati, di cui però non è stato possibile ricostruire direzione ed immersione, in quanto non affioranti nell'area.

Le stese simiche a rifrazione con interpretazione tomografica restituiscono valori di V_s e V_p crescenti con la profondità: V_s compreso tra 600 1250 m/s e V_p compreso tra 1600 e 2500 m/s.

L'ultimo tratto, compreso tra le pk 5+250 e 5+450 circa è invece caratterizzato da un substrato costituito da rocce appartenenti alla successione vulcanica di Siliqua (Formazione delle Tonaliti di Monte Su Silixianu), affioranti o subaffioranti. Non vi è terreno sciolto, se non per esigui spessori superficiali inferiori al metro e mezzo.

Substrato roccioso: Il substrato nell'area è costituito da rocce appartenenti alla Formazione delle Tonaliti di Monte Su Silixianu, ed in particolare da rocce magmatiche cristalline intrusive acide. La roccia è caratterizzata da buone caratteristiche geotecniche nelle porzioni "sane"; purtroppo si presenta interessata da parecchie famiglie di fratture lungo le quali si sono verificati fenomeni idrotermali tardivi: questa peculiare situazione ha determinato, ad esempio, un faticosissimo avanzamento della sonda nell'esecuzione dei primi 9 metri circa, dato che la roccia aveva un comportamento meccanico comparabile a quello di grossi ciottoli spigolosi. Si sottolinea che il taglio del versante attualmente esistente a monte dell'attuale ferrovia non è contenuto da reti o muri ma è stato effettuato a gradoni di circa due metri, presumibilmente per evitare una superficie di sbancamento troppo alta, date le caratteristiche non eccezionali dell'ammasso.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	22 DI 82

Le superfici di frattura che interessano la roccia presentano un'orientazione che non interferisce con la stabilità della superficie di sbancamento.

La roccia è caratterizzata da permeabilità con k compreso tra 10^{-6} e 10^{-7} . La MASW effettuata nell'area restituisce valori di V_s crescenti da circa 400 m/s nei pressi della superficie a circa 750 m/s a -50m da p.c., in buon accordo con una diminuzione progressiva della pervasività delle fratture e un miglioramento delle caratteristiche geotecniche dell'ammasso.

10 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E SISMICO

10.1 Modello geotecnico

A partire dal modello geologico locale e sulla base dell'interpretazione dei risultati delle indagini disponibili, sono state identificate le unità geotecniche di riferimento.

Si riportano di seguito le descrizioni delle tre unità geotecniche individuate:

- **Depositi Alluvionali:** sabbie e ghiaie con percentuali variabili di limo ed argille, comprese tra 0% e 35%. Si tratta di terreni sciolti, a prevalente componente granulare, costituiti da clasti di granulometria, colore e genesi varie. Sono localmente presenti modeste lenti di argilla e limo. Queste ultime si presentano puntualmente e a profondità diverse nei vari sondaggi e, pertanto, non sono correlabili tra loro. Tali lenti, essendo presenti localmente nei vari sondaggi e avendo modesto spessore, sono ritenute trascurabili ai fini della definizione del modello geotecnico globale dei terreni oggetto di studio. Lo spessore di tali depositi varia sensibilmente lungo il tracciato. Nel primo tratto, fino alla pk 3+000 circa, essi occupano tutta la pila stratigrafica (sondaggi S01, S02 ed S03). Nella rimanente parte del tracciato, tra le pk 3+000 e 5+450, lo spessore di tali depositi è notevolmente inferiore, in quanto da est ad ovest si rileva la graduale emersione del substrato roccioso: si passa quindi da spessori di 6-7 m (tra le pk 3+000 e 5+000 circa) a spessori di circa 1 metro, in corrispondenza delle pk finali del tracciato. Questi terreni sono talvolta coperti da spessori minimi di materiale rimaneggiato dall'attività agricola o rimodellato dall'attività antropica (riporti). La frazione più superficiale, sovente di spessore centimetrico, è un orizzonte organico vegetale. Le prove SPT eseguite in queste unità hanno restituito generalmente valori di $N_{spt} > 40$, spesso a rifiuto. I valori a rifiuto sono da associare alla granulomeria grossolana dei terreni in questione. I pochi valori di $N_{spt} < 40$ sono riconducibili alla parte superficiale dei depositi o alle lenti sottili di materiale più fine. Le prove MASW restituiscono valori compresi tra 400 e 600 m/s per gli intervalli in questione.

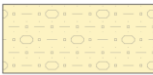


- **Formazione del Cixerri:** substrato roccioso, presente tra le pk 3+000 e 5+250 e rilevato essenzialmente mediante il sondaggio S04_L2_PZ, costituito da alternanze di arenarie e siltiti. Sono presenti brevi intervalli submetrici debolmente litificati. Il substrato compare a circa 6-7 m da p.c. Le stese sismiche a rifrazione con interpretazione tomografica restituiscono valori di V_s e V_p crescenti con la profondità (con V_s da 600 a 1250 m/s e V_p da 1600 a 2500 m/s).

- **Tonaliti di Monte Su Silixianu:** Il substrato, presente in corrispondenza delle pk finali del tracciato (5+250-5+450), è costituito da rocce magmatiche cristalline intrusive e acide. La roccia è caratterizzata da buone

caratteristiche geotecniche nelle porzioni poco fratturate, ma si presenta interessata da parecchie famiglie di fratture. Soprattutto nei primi 10-12 m di profondità, la roccia si presenta decisamente fratturata e alterata. Si incontra in sondaggio e nelle indagini geofisiche a profondità variabili tra il metro ed il metro e mezzo, e affiora in corrispondenza di un taglio del versante attualmente esistente a monte della ferrovia, in corrispondenza delle progressive finali del tracciato. Le indagini MASW hanno restituito valori di Vs crescenti, da 400 m/s a circa 750 m/s, in accordo con la diminuzione progressiva della fratturazione e, quindi, al miglioramento delle caratteristiche meccaniche dell'ammasso, al crescere della profondità.

Viene riportato di seguito un quadro di sintesi delle unità geotecniche individuate e la loro corrispondenza con le unità geologiche).

Tabella 1 - Sintesi delle unità geotecniche individuate

UNITÀ GEOLOGICHE	UNITÀ GEOTECNICHE	
Depositi alluvionali	<i>DEP</i> 	Questa unità geotecnica comprende i depositi non distinti in base alla genesi e/o bacino di pertinenza assimilabili tra loro dal punto di vista della granulometria, generalmente grossolana. Si rileva localmente la presenza di lenti sottili con percentuale di fino prevalente, che, dato il loro esiguo spessore e la loro caratteristica "puntuale", vengono trascurate ai fini della definizione del modello geotecnico di sottosuolo.
Formazione del Cixerri	<i>CIX</i> 	Alternanze di arenarie e siltiti di colore rossastro con arenarie quarzoso feldspatiche.
Tonaliti di Monte Su Silixianu	<i>TON</i> 	Tonalite a struttura olocristallina in ammassi intrusivi

Per la caratterizzazione geotecnica si faccia riferimento alla Relazione Geotecnica Generale. Per l'assetto stratigrafico si faccia riferimento al Planoprofilo geotecnico di linea, così come per la quota della falda.

I parametri geotecnici delle unità intercettate lungo la tratta sono di seguito descritti.

Tabella 2 - Sintesi dei parametri geotecnici

Unita' Geotecniche		Terreni granulari				
Unità	Unità Geologica	γ	E'	φ'	c'	k
		[kN/m ³]	[MPa]	[°]	[kPa]	[m/s]
DEP	Depositi alluvionali	19.5	15÷30	28÷35	-	2.00E-07

Unita' Geotecniche		Roccia intatta			Ammasso											
Unità	Unità Geologica	σ_i	E_i	Poisson	γ	m_i	GSI	$\sigma_m (D=0.5)$	$E_m (D=0.5)$	c'	φ'	$\sigma_m (D=1)$	$E_m (D=1)$	c'	φ'	k
		MPa	GPa	-	kN/m ³	-	-	MPa	MPa	kPa	°	MPa	MPa	kPa	°	m/s
CIX	Formazione del Cixerri	35÷50	13 ÷ 20	0.25 ÷ 0.26	25.5 ÷ 26	7±2	20 ÷ 30	1.6 ÷ 2.3	230 ÷ 500	70	46	0.6 ÷ 1.0	200 ÷ 300	40	31	10-8
TON	Tonaliti di Monte Su Sixelianu	45 ÷ 250	17 ÷ 90	0.15 ÷ 0.16	26.5 ÷ 26.8	20±3	25 ÷ 35	3.5 ÷ 5.8	600 ÷ 1000	110	55	1.5 ÷ 2.4	420 ÷ 550	60	45	10 ⁻⁷ ÷ 10 ⁻⁸

10.2 Inquadramento sismico

L'azione sismica che governa il rispetto dei diversi Stati Limite per le strutture in progetto (di Esercizio – SLE e Ultimi - SLU) è definita in accordo alle Norme Tecniche 2018 e relativa Circolare Esplicativa, a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sottosuolo rigido, con superficie topografica orizzontale.

La definizione dell'azione sismica include le ordinate dello spettro di risposta elastico di accelerazione $S_e(T)$ corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento V_R per la vita utile della struttura.

In sintesi, la forma degli spettri di risposta di progetto (considerati su sottosuolo rigido di riferimento) è definita dai seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima per sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei paragrafi seguenti verrà dapprima stabilito il periodo di riferimento per l'azione sismica (V_R), in base alla classificazione delle opere in progetto.

10.2.1 Vita Nominale, Classe d'Uso, Tempo di Ritorno

La Vita Nominale V_N di un'opera, intesa come il periodo temporale entro cui l'opera stessa può essere usata per lo scopo al quale è destinata purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC2018:

- $V_N \leq 10$ anni, per opere provvisorie e opere provvisionali;
- $V_N \geq 50$ anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale;
- $V_N \geq 100$ anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA DI 2° FASE					
	RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA					
	Lotto 2					
Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	25 DI 82

Nel caso in esame, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è stato assunto in sede progettuale:

$$V_N = 75 \text{ anni}$$

Le opere sono suddivise dalle NTC2018 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita sulla base dell'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. In particolare, le classi d'uso sono così definite:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. Per le quali si ha un coefficiente d'uso $C_U = 0.7$.
- Classe II: ... *omissis* ... Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso III o IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza ... *omissis* Per le quali $C_U = 1.0$.
- Classe III: ... *omissis* ... Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso IV, e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza ... *omissis* ... Per le quali $C_U = 1.5$.
- Classe IV: ... *omissis* ... Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico ... *omissis* ... Per le quali $C_U = 2$.

Nel caso in esame si assume:

$$\text{Classe d'uso II } (C_U = 1.0)$$

Pertanto, nel caso in esame, l'azione sismica di verifica viene associata ad un periodo di riferimento pari a:

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.0 = 75 \text{ anni}$$

10.2.2 Effetti di sito

Per ulteriori dettagli circa l'inquadramento sismico, quali l'accelerazione di riferimento su suolo rigido, la risposta sismica locale (con particolare riferimento alla categoria di sottosuolo e al fattore di amplificazione sismica), si rimanda a quanto descritto nella Relazione Geotecnica Generale. Per completezza, in riferimento alla categoria di sottosuolo tipo B, si riporta il fattore di sito S e l'azione sismica di progetto $a_{max} = S \cdot a_g$ ottenuti lungo il tracciato per il periodo di ritorno di interesse in questo documento.

Tabella 1: Valori dei coefficienti di sito S e dell'accelerazione di progetto a_{max}

STATO LIMITE	Categoria sottosuolo	T _R , anni	a _g (g)	SS (-)	ST (-)	S (-)	a _{max} (g)
SLV	B	712	0.056	1.2	1.00	1.2	0.067

11 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

L'inizio dell'intervento di raddoppio avverrà al km 4,0 circa della LS (identificato come km 0+000 di questo progetto) con il posizionamento di una comunicazione pari-dispari del tipo S60/1200/0.040 sx con V=100 km/h che si richiuderà in un'analogha comunicazione S 60/1200/0.040 pari dispari al km 5+450.

Dal punto di vista planimetrico entrambi i binari BP e BD sono costituiti da un unico rettilineo in cui è prevista la percorrenza con una V_t di 180 km/h.



Figura 10 - Raddoppio Decimomannu – Villamassargia Lotto 2

Al Km 1+270 circa c'è un passaggio al di sotto di un cavalcaferrovia esistente che garantisce il passaggio dall'area del comune di Villaspeciosa a quella del comune di Uta, tale opera resterà inalterata riuscendo a garantire le opportune distanze di sicurezza evidenziate dalla normativa.

E' presente inoltre un ulteriore passaggio al di sotto di un cavalcaferrovia di nuova costruzione IV01 intorno al km 4+260 che permette di connettere la SP90 con la parte sud del comune di Villaspeciosa.

Il tracciato dal punto di vista altimetrico presenta un alternarsi di basse trincee e rilevati con un altezza media sul piano campagna di circa 2,5 m.

Dagli studi idraulici sviluppati, si evince che le dimensioni delle opere idrauliche sottobinario esistenti non sono geometricamente compatibili, per cui è nata la necessità di realizzare delle nuove opere idrauliche con dimensioni maggiori, in tali aree è stato necessario un innalzamento della livelletta ferroviaria rispetto alla linea storica e l'utilizzo di livellette con pendenze tra il 10 e il 15 %.

12 CORPO STRADALE

Il progetto prevede per tutta la sua estensione una linea a doppio binario, in raddoppio rispetto alla linea esistente ad interasse 4.00m (raddoppio in interruzione di esercizio) con sezioni tipo per velocità $V \leq 200$ km/h. Le sezioni adottate nei vari tratti sono in accordo al manuale di progettazione RFIDTCSIMAIFS001E.

Le sezioni tipo per velocità $V \leq 200$ km/h sono caratterizzate da traversa pari a 2.40 m, dr 2.25m e interasse tra i binari pari a 4.00 m.

La sezione tipo in rilevato è composta dal ballast avente spessore minimo sotto traversa pari a 35 cm e pendenza dell'unghiatura 3 su 4; la testa del ballast dista 1.15 m dall'interno della rotaia più vicina; al di sotto del ballast è previsto uno strato di sub-ballast di 12 cm con pendenza trasversale a doppia falda pari al 3%. Un ulteriore strato di super compattato da 30 cm completa la sovrastruttura ferroviaria. Ai margini del ballast è quindi disposto un sentiero pedonale di larghezza pari a 50 cm. Le scarpate dei rilevati hanno una pendenza 2 su 3 (verticale su orizzontale). Per altezze di rilevati maggiori di 6 m verranno realizzate banche di larghezza pari a 2,00 m all'interno della quale è prevista una posa di una canaletta.

Da entrambi i lati del nuovo rilevato si prevede la realizzazione, al piede della scarpata, di un dispositivo di raccolta delle acque (fosso di guardia), dello stradello di servizio in terra battuta di larghezza variabile e pari a 3 metri nel caso di stradello carrabil ed 1.50 metri nel caso di stradello pedonale e della recinzione.

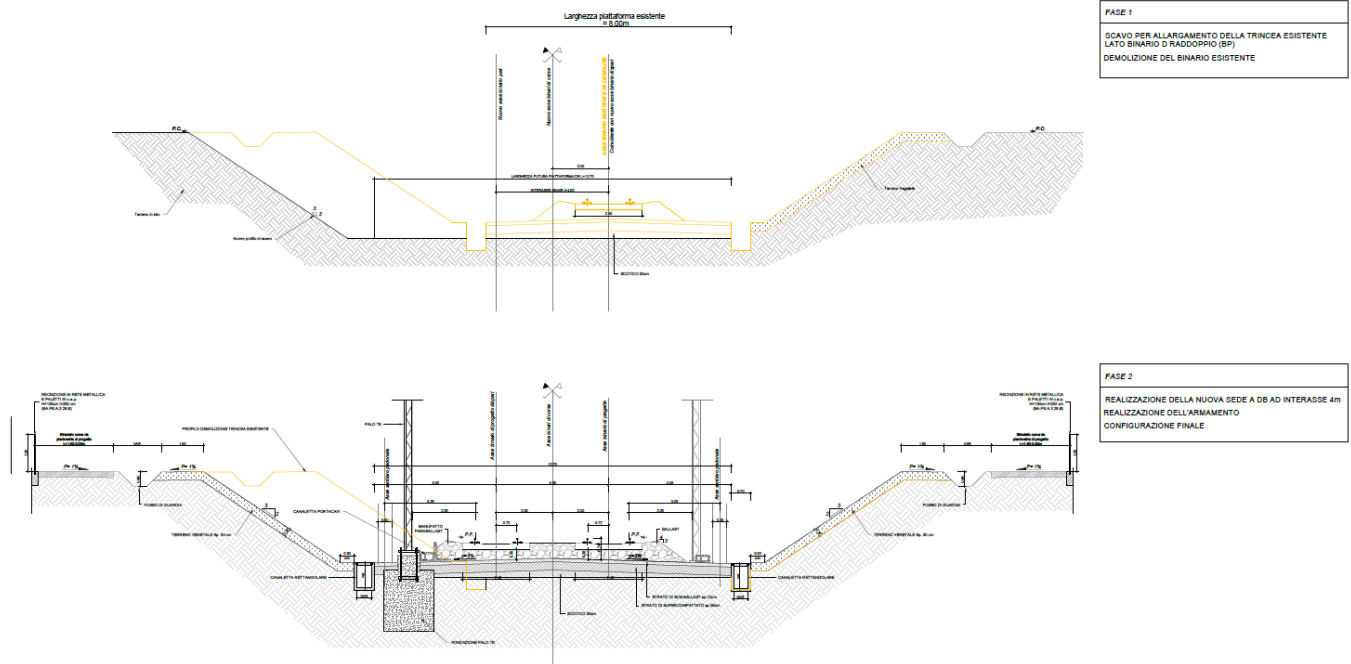
Per quanto riguarda la sezione tipo in trincea, la sovrastruttura ferroviaria è la medesima delle sezioni in rilevato; il sentiero pedonale è affiancato da una canaletta grigliata per la raccolta delle acque; a tergo di questa, ad una distanza di altri 50 cm, si trova il piede della scarpata. Vista l'altezza delle trincee, la pendenza adottata per le relative scarpate è pari a 2 su 3.

In particolare, al par. 12.1 e 12.2 sono riportate le sezioni tipo in rilevato e trincea a doppio binario, senza opere di sostegno, con raddoppio lato binario pari rispetto alla linea esistente da eseguire in interruzione di esercizio.

Al par. 12.3 sono riportate le sezioni tipo in rilevato e trincea con opere di sostegno (muro di sostegno nel primo caso e paratia di pali nel secondo).

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	29 DI 82

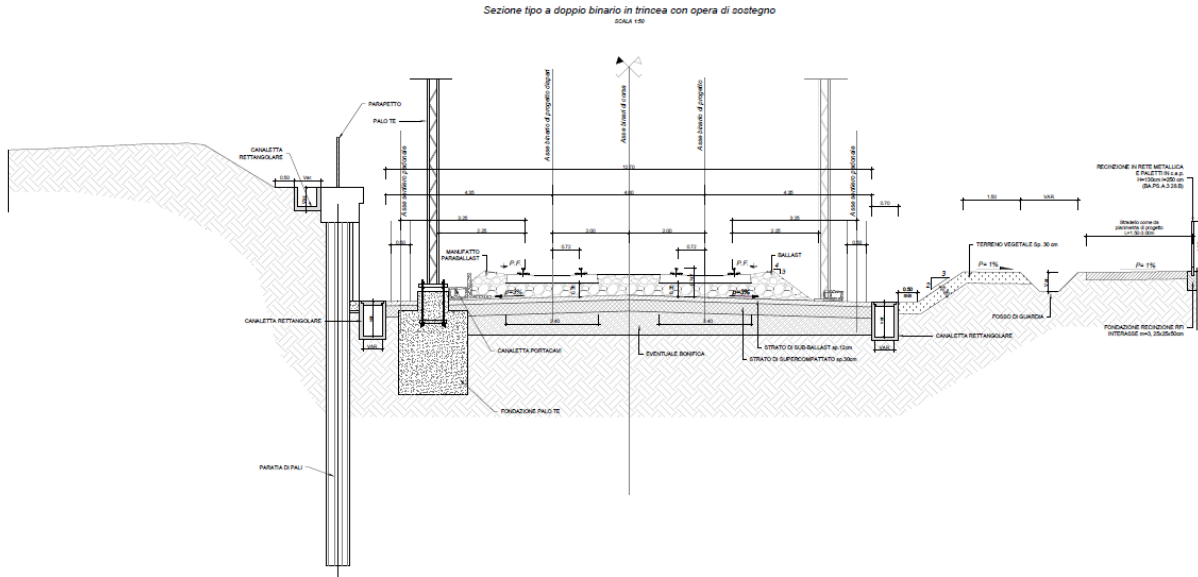
12.2 Sezione tipo in trincea doppio binario



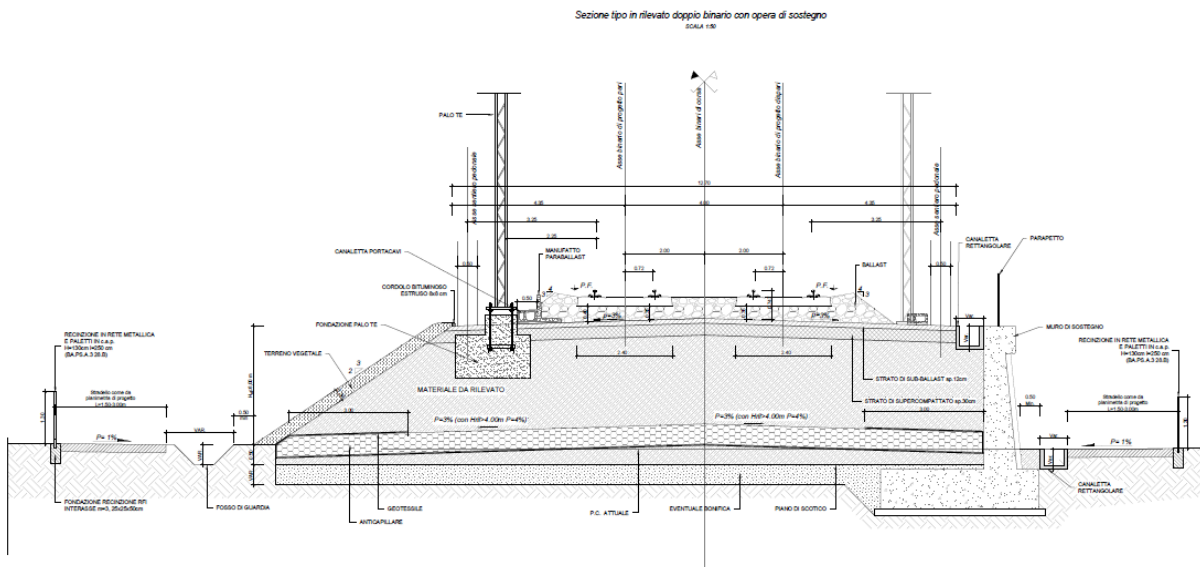
Sezione tipo in trincea ferroviaria a doppio binario – raddoppio in interruzione di esercizio ($H \leq 6.0m$)

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	30 DI 82

12.3 Sezioni tipo in rilevato e trincea a doppio binario con opera di sostegno



Sezione tipo in trincea ferroviaria a doppio binario con opera di sostegno



Sezione tipo in rilevato ferroviario a doppio binario con opera di sostegno

13 DEMOLIZIONI

Gli interventi di demolizione necessari per la realizzazione del lotto 2 del raddoppio Decimomannu-Villamassargia riguardano tutte le opere interferenti con la linea. Di seguito una tabella riepilogativa delle opere che verranno demolite, con la progressiva in cui ricadono e le caratteristiche geometriche necessarie per la definizione del probabile volume totale del materiale demolito.

NUMERO	PROGRESSIVA	ASSE DI RIFERIMENTO	COMUNE	TIPOLOGIA Fabbricati (F) Opera civile (O.C.)	SUPERFICIE EDIFICI [mq]	ALTEZZA MEDIA STIMATA [m]	SUPERFICIE DA DEMOLIRE [mq]	VOLUME DEMOLIZIONE [m3vvp]
1	Km 0+461	BP	Villaspeciosa	O.C.	22	2	22	44
2	Km 0+461	BP	Villaspeciosa	F	15	3	15	45
3	Km 0+464	BP	Villaspeciosa	O.C.	22	2	22	44
4	Km 1+176	BP	Villaspeciosa	O.C.	25	2	25	50
5	Km 1+186	BP	Villaspeciosa	O.C.	35	1,5	35	52,5
6	Km 1+266	BP	Villaspeciosa	O.C.	10	2	10	20
7	Km 1+791	BP	Villaspeciosa	O.C.	16	2	16	32
8	Km 1+791	BP	Villaspeciosa	O.C.	12	2	12	24
9	Km 1+791	BP	Villaspeciosa	O.C.	15	2	15	30
10	Km 2+055	BP	Villaspeciosa	O.C.	15	1,5	15	22,5
11	Km 3+450	BP	Villaspeciosa	O.C.	37	2,5	37	92,5
12	Km 4+142	BP	Villaspeciosa	F	12	3	12	36
13	Km 4+465	BP	Villaspeciosa	F	12	3	12	36
14	Km 4+456	BP	Villaspeciosa	F	19	3	19	57
15	Km 5+165	BP	Siliqua	O.C.	26	2,5	26	65
16	Km 5+350	BP	Siliqua	O.C.	235	2	235	470
17	Km 4+023	BP	Villaspeciosa	O.C.	12	2	12	24
18	Km 4+085	BP	Villaspeciosa	O.C.	12	2	12	24

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOLGIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	32 DI 82

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici.

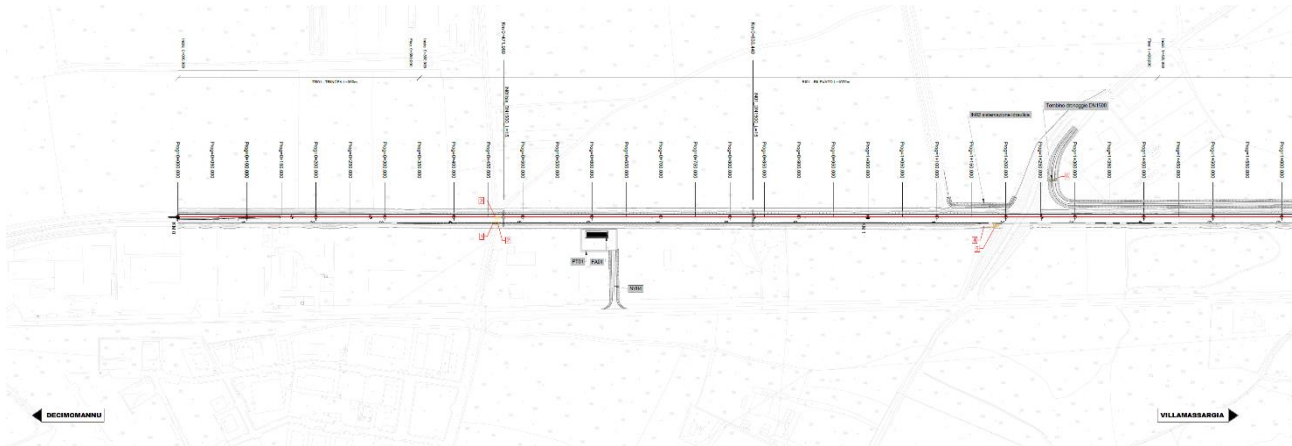


Figura 11 – Planimetria demolizioni – stralcio 1/4

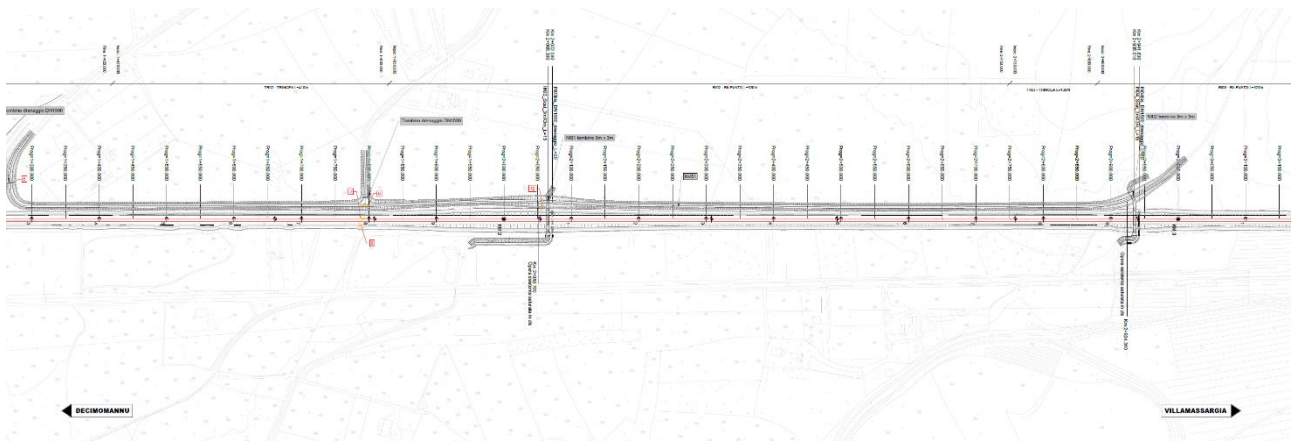


Figura 12 – Planimetria demolizioni – stralcio 2/4

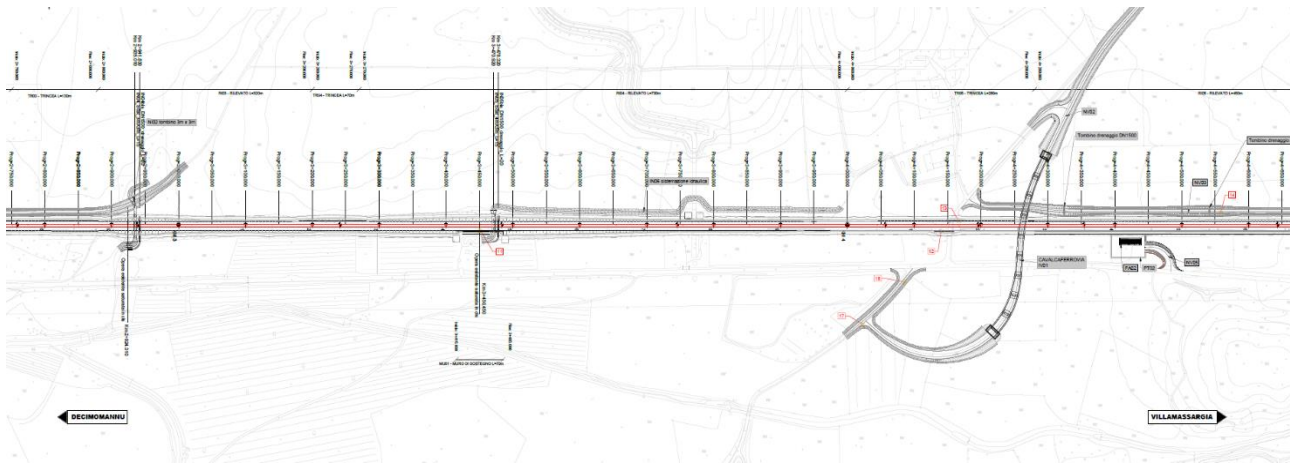


Figura 13 – Planimetria demolizioni – stralcio 3/4



Figura 14 – Planimetria demolizioni – stralcio 4/4

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	34 DI 82

14 VIABILITA'

Il progetto in oggetto prevede il raddoppio della linea ferroviaria che si estende da Decimomannu a Villamassargia in provincia di Cagliari. Per il Lotto 2 tale raddoppio della linea ferroviaria comporta l'intervento sulle seguenti viabilità:

- NV01, Complanare alla linea ferroviaria e NV01_A ramo di ricucitura;
- NV02, Nuova viabilità per la soppressione PL con ricucitura della NV02_A e NV02_B;
- NV03, Complanare alla linea ferroviaria;
- NV04, Nuova viabilità di accesso al piazzale PT01;
- NV05, Nuova viabilità di accesso al piazzale PT02.

Le modifiche alle strade esistenti sono state progettualmente sviluppate nel rispetto delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Per ciascuna viabilità è stata definita la più idonea sezione trasversale da normativa in base alla classificazione e destinazione d'uso.

Lotto 2						
Viabilità	Descrizione Intervento	Categoria	Sviluppo	Corsia	Banchina	Larghezza piattaforma
NV01	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	1860	2	-	4
NV01_A	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	82	2	-	4
NV02	Nuova viabilità per Soppr PL	Strada locale a destinazione particolare	805	2,75	0,5	6,5
NV02_A	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	146	2,75	0,5	6,5
NV02_B	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	86	2,75	-	5,5
NV03	Ricucitura viabilità	Strada locale a destinazione particolare	656	2	-	4
NV04	Nuova viabilità accesso al piazzale PT01	Strada locale a destinazione particolare	87	2,75	0,5	6,5
NV05	Nuova viabilità accesso al piazzale PT02	Strada locale a destinazione particolare	64	2,75	0,5	6,5

Dato il contesto in cui si inseriscono le viabilità di progetto, queste sono state progettate come strade locali a destinazione particolare.

Per tali viabilità il D.M. 5/11/2001 al cap. 1 evidenzia che "queste norme non considerano particolari categorie di strade urbane, quali ad esempio quelle collocate in zone residenziali, che necessitano particolari arredi, quali anche i dispositivi per la limitazione della velocità dei veicoli, né quelle locali a destinazione particolare". In tal senso, il

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	35 DI 82

critério seguito per il progetto degli interventi è stato quello di integrare le prescrizioni del D.M. 5/11/2001 con l'adozione di criteri di flessibilità al fine di garantire una progettazione compatibile con il contesto nell'ambito del quale si colloca l'intervento.

Segue la descrizione sintetica per gli interventi di progetto per ciascuna viabilità.

- **NV01**

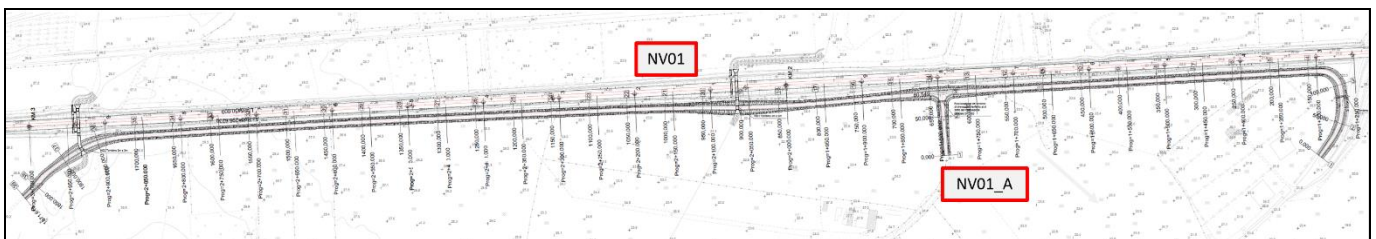
Il raddoppio della linea ferroviaria che si sviluppa da Decimomannu a Villamassargia comporta, con l'occupazione in pianta del rilevato ferroviario, la necessità di prevedere uno spostamento più a sud della viabilità.

Si tratta di una viabilità bianca, classificata come strada locale a destinazione particolare con una larghezza pari a 4 m e una pavimentazione realizzata con 25 cm di misto stabilizzato.

Ha una estensione complessiva di 1860 m e si sviluppa in stretto affiancamento alla linea ferroviaria a piano campagna.



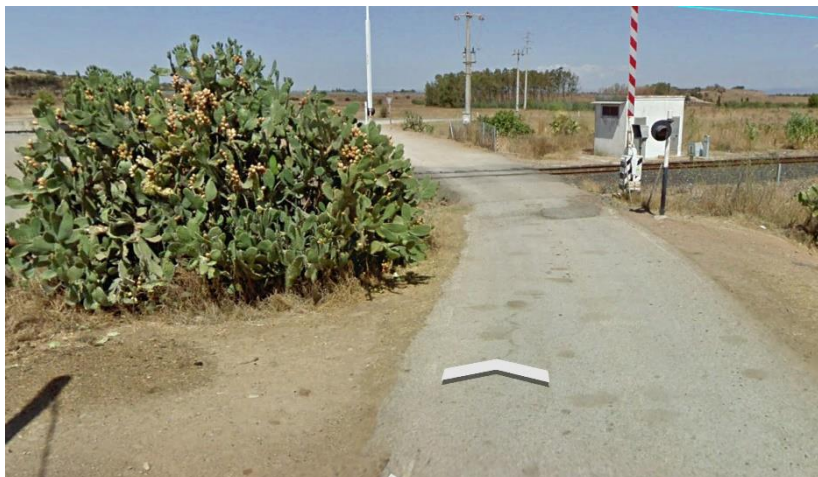
Di seguito si riporta una immagine della configurazione di progetto.



Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	36 DI 82

- **NV02**

La nuova viabilità NV02 risolve la soppressione PL al km 4+150 del Lotto 2. Attualmente il PL consente il collegamento da sud verso nord e viceversa con la SP90. Di seguito un immagine del PL.

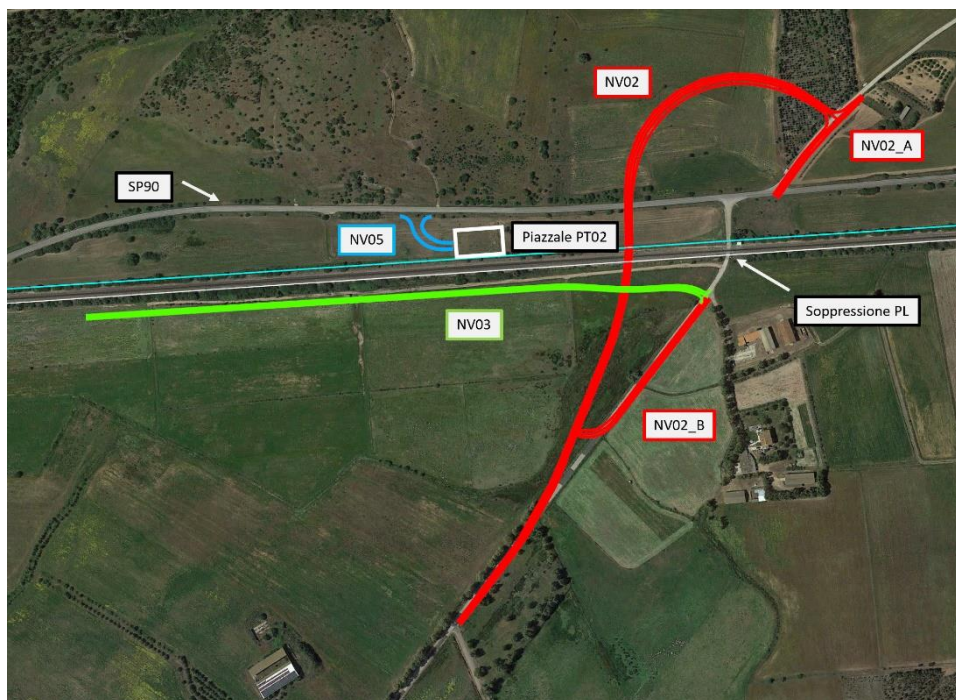


La nuova viabilità NV02, da un punto di vista planimetrico, si discosta dalla sede attuale con una doppia curva sinistrorsa per poi ricongiungersi con una curva destrorsa alla viabilità esistente NV02_A che verrà adeguata in termini di larghezza della sezione e della pavimentazione.

Da un punto di vista altimetrico invece, la NV02 parte dalla quota viabile esistente per poi cominciare a raggiungere la quota necessaria al superamento, con opportuni franchi, della NV03, del raddoppio della linea ferroviaria di progetto Decimomannu – Villamassargia e della viabilità esistente SP90 per poi innestarsi a quota terreno esistente sulla NV02_A.

La NV02 ha una estensione complessiva di 805 m, dato il contesto in cui si trova è classificata come strada locale a destinazione particolare con due corsie da 2.75 m e due banchine da 0.5 m per una larghezza complessiva di 6.50 m.

Il diagramma delle velocità è stato redatto secondo l'intervallo di velocità di progetto 40-60 km/h per la presenza a nord dell'intersezione con la viabilità esistente in ambito extraurbano.

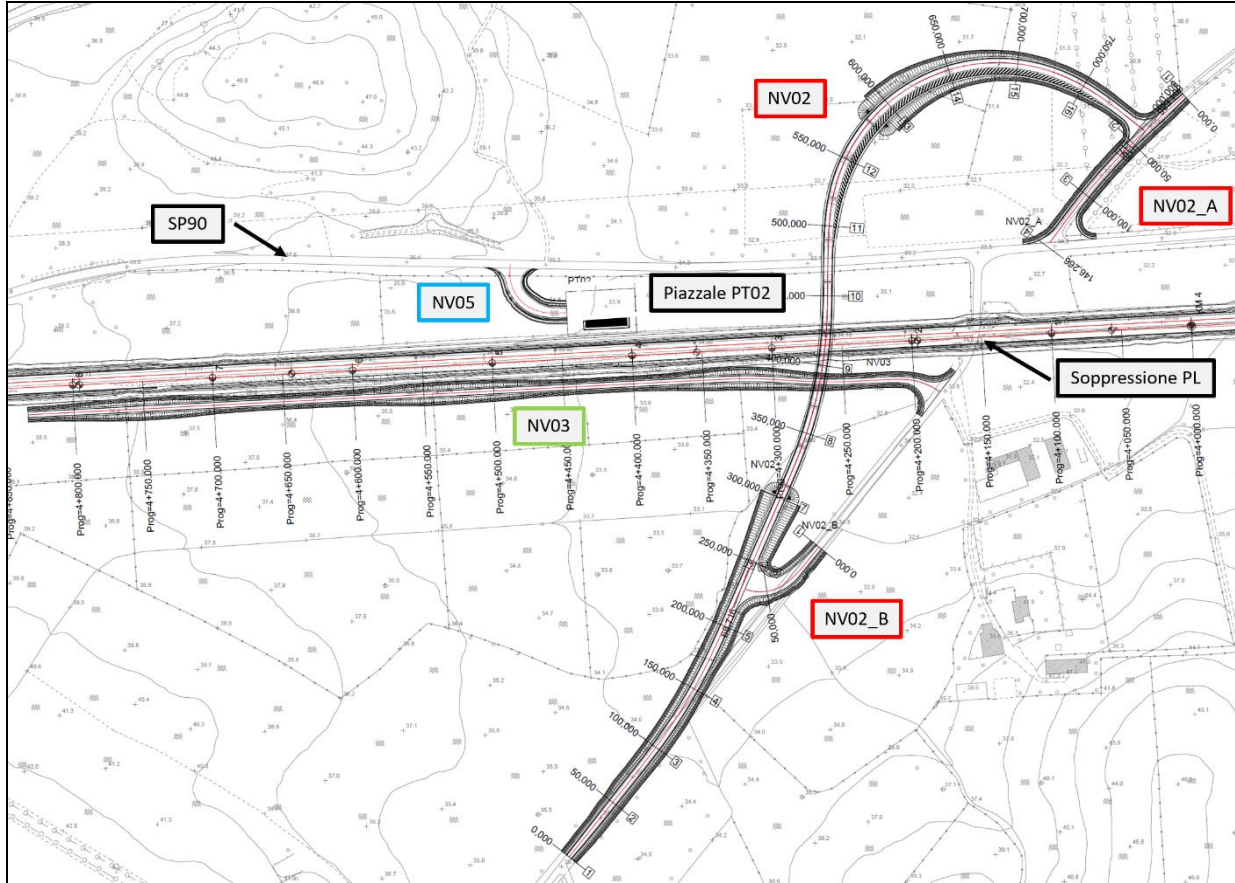


La realizzazione della NV02 comporta anche l'adeguamento dei collegamenti delle viabilità esistenti NV02_A e NV02_B. La prima ha un'estensione di 146 m e la seconda di 86 m. Poiché la NV02_A allo stato attuale si configura come una strada bianca con piattaforma di larghezza pari a 4.20 m, si prevede un adeguamento della sezione alla larghezza di progetto di 6.50 m e la realizzazione di un pacchetto della pavimentazione composto da 4 cm per lo strato di usura, 5 cm per lo strato di binder, 8 cm per lo strato di base e 15 cm per lo strato di fondazione.

Per la viabilità NV02_B si prevede una ricucitura plano-altimetria data la modifica della viabilità di progetto NV02.

Di seguito si riporta una immagine della configurazione di progetto.

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	38 DI 82



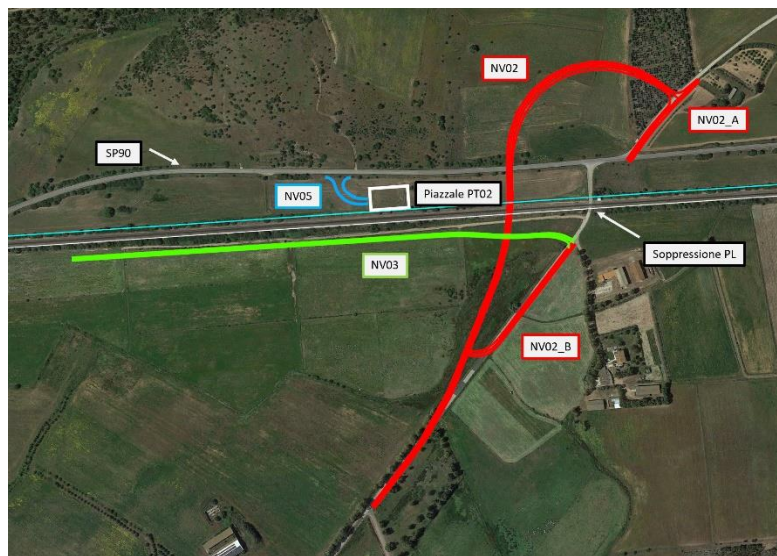
Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	39 DI 82

- NV03

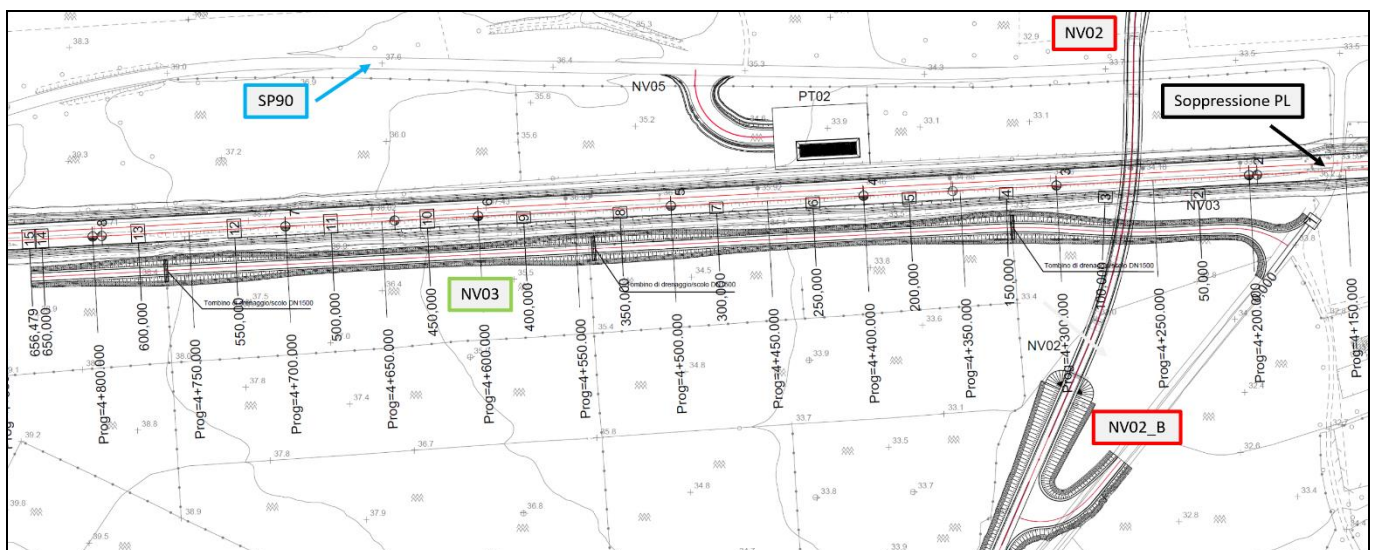
Il raddoppio della linea ferroviaria che si sviluppa da Decimomannu a Villamassargia comporta, con l'occupazione in pianta del rilevato ferroviario, la necessità di prevedere uno spostamento più a sud della viabilità.

La NV03 si configura come strada locale a destinazione particolare con una larghezza pari a 4 m e una piattaforma realizzata con 25 cm di misto stabilizzato.

Ha una estensione pari a 656 m e si sviluppa in stretto affiancamento alla linea ferroviaria a piano campagna.



Di seguito si riporta una immagine della configurazione di progetto.



Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	40 DI 82

- **NV04**

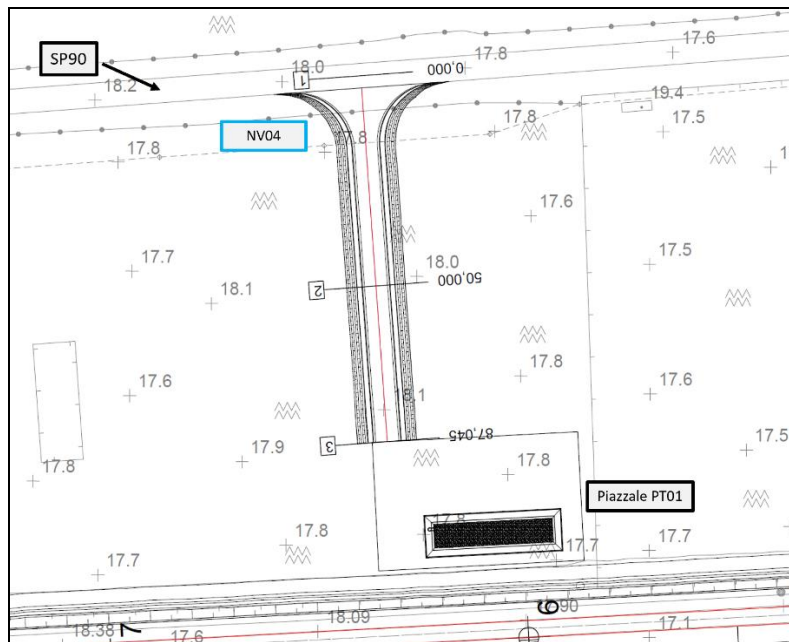
La viabilità NV04 è la viabilità di accesso al PT01 che si trova alla pk 0+605 del Lotto 2.

Ha una estensione di 87 m e si sviluppa dal piazzale tecnologico fino all'intersezione con la SP90.

Da un punto di vista planimetrico si configura come un unico rettilineo che si sviluppa a piano campagna; presenta una sezione di larghezza complessiva 6.50 m con due corsie di larghezza 2.75 m e due banchine di larghezza 0.50 m.



Di seguito si riporta una immagine della configurazione di progetto.



- **NV05**

La viabilità NV05 è la viabilità di accesso al PT02 che si trova alla pk 4+410 del Lotto 2.

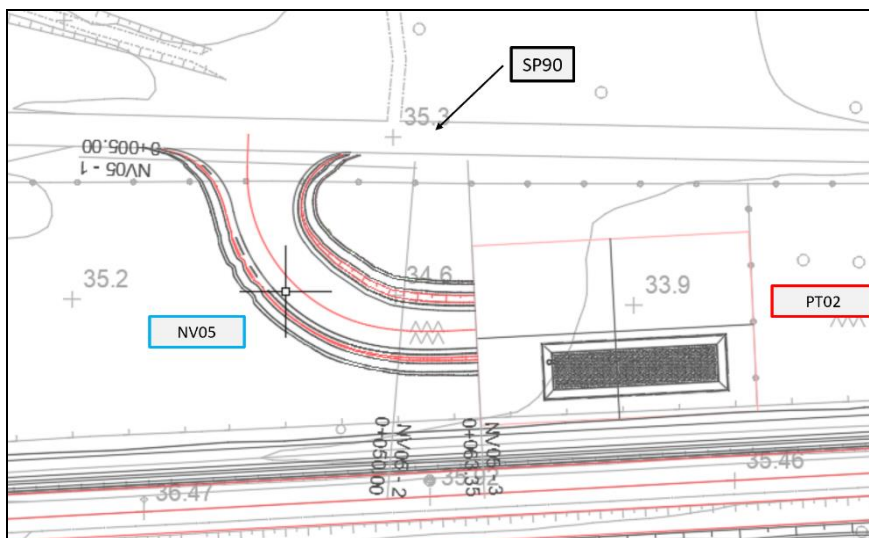
Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	41 DI 82

Ha una estensione di 64 m e si sviluppa dal piazzale tecnologico fino all'intersezione con la SP90.

Da un punto di vista planimetrico si configura come un unico rettilineo che si sviluppa a piano campagna; presenta una sezione di larghezza complessiva 6.50 m con due corsie di larghezza 2.75 m e due banchine di larghezza 0.50 m.



Di seguito si riporta una immagine della configurazione di progetto.



15 OPERE D'ARTE PRINCIPALI

15.1 Cavalcaferrovia IV01

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	42 DI 82

La realizzazione della nuova viabilità NV02 necessaria, a seguito della soppressione dell'attuale PL, a ricucire la maglia viaria esistente comporta la realizzazione del cavalcaferrovia stradale IV01 avente una lunghezza complessiva pari a circa 270 m, a due corsie, una per ognuno senso di marcia.

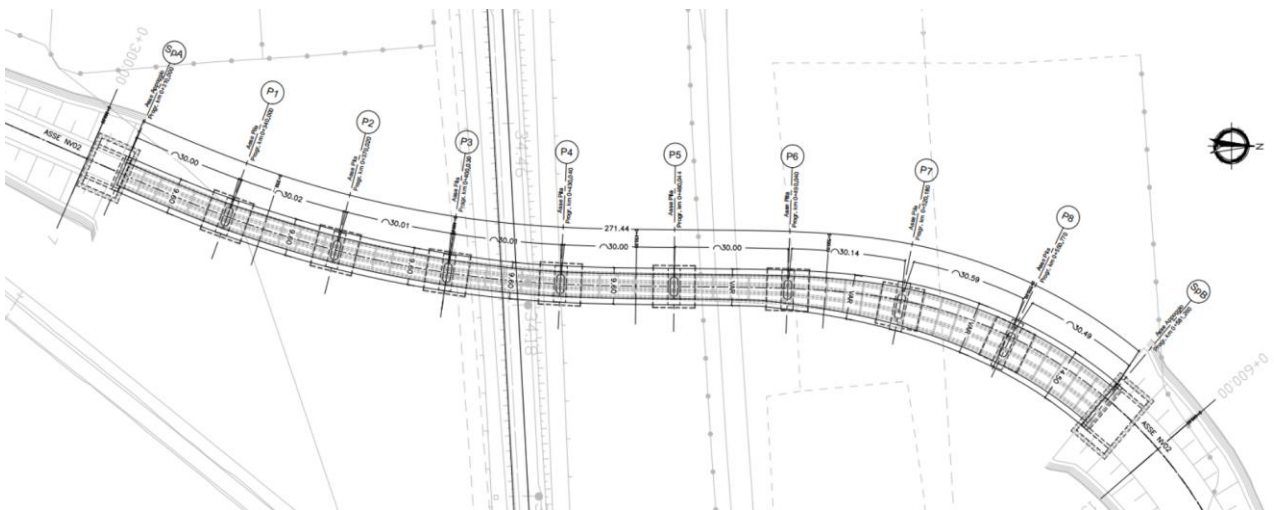
Il cavalcaferrovia IV01 è composto da 9 campate da 30 m in semplice appoggio costituite da un impalcato in misto acciaio-clc; la scelta della tipologia di impalcato e la scansione regolare delle pile è stata sviluppata in modo tale da risolvere l'interferenza con il nuovo tracciato ferroviario sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, assicurando il rispetto dei franchi orizzontali e verticali.

Dal punto di vista planimetrico, le pile sono state disposte ad interasse costante pari a 30m e in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario la distanza misurata perpendicolarmente dall'asse del binario più vicino alla pila risulta superiore a 4.50 m, distanza minima prevista dal Manuale di Progettazione.

Dal punto di vista altimetrico, l'altezza tra il piano ferro ed intradosso dell'impalcato stradale risulta maggiore di 6.90m, valore minimo previsto dal Manuale di Progettazione, ed è compatibile con il futuro progetto di elettrificazione.

Le opere di fondazione sono di due tipologie:

- per le pile, vengono realizzate fondazioni superficiali quadrate di lato pari a 11 m, al di sotto delle quali si prevede il consolidamento del terreno attraverso colonne di jet grouting di diametro D1500 ad interasse 2.20 m. Tale intervento mira al contenimento dei possibili cedimenti della fondazione stessa.
- per le spalle, invece, vengono previsti pozzi di fondazione, di altezza massima pari a 6.30m, costituiti da coronelle rettangolari di pali D800 con interasse 1 m, attestati per una lunghezza pari a 1D nel substrato roccioso sottostante. All'interno di ogni singola coronella viene consolidato il terreno in sito, al di sopra del quale verrà successivamente gettato il plinto di fondazione.



Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	43 DI 82

Figura 15 – Vista planimetrica IV01

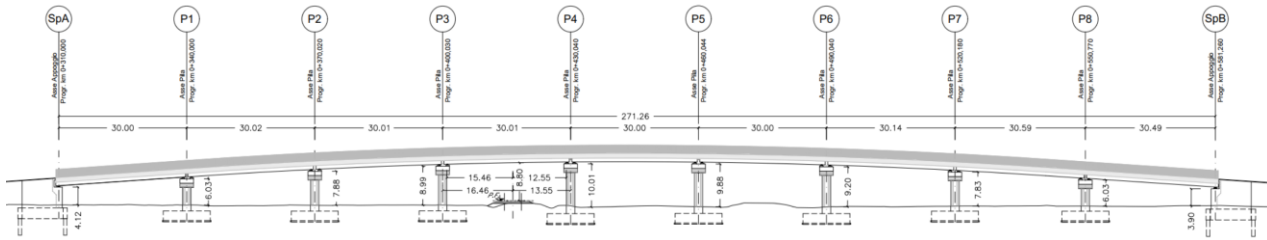


Figura 16 – Prospetto IV01

16 PIAZZALI TECNOLOGICI

Nella tabella seguente si riportano i piazzali che si trovano lungo la linea e i fabbricati presenti in ciascuno di essi.

PIAZZALE	PROGRESSIVA	FABBRICATI
PT01	0+585	PP/ACC
PT02	4+395	PP/ACC

In progetto sono inoltre previsti 6 piazzali torna indietro.

17 FABBRICATI TECNOLOGICI

Lo scopo del presente paragrafo è la descrizione sintetica dei fabbricati tecnologici previsti nell'ambito del progetto di fattibilità tecnica ed economica.

Il tipologico del fabbricato tecnologico è PP/ACC, il medesimo per entrambi i piazzali tecnologici individuati.

18 FABBRICATO PP/ACC

Il fabbricato è mono piano con copertura piana praticabile ai fini manutentivi.

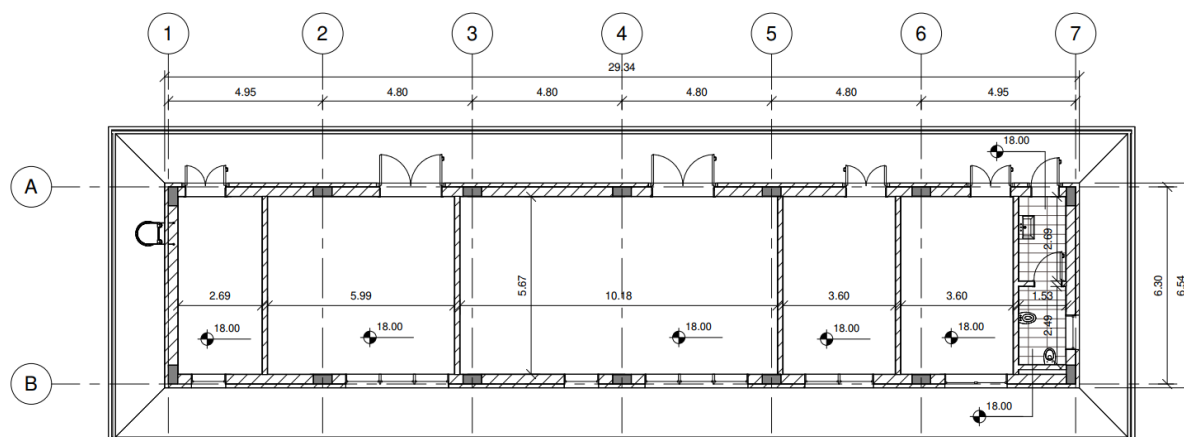


Figura 17 – Pianta fabbricato

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	45 DI 82

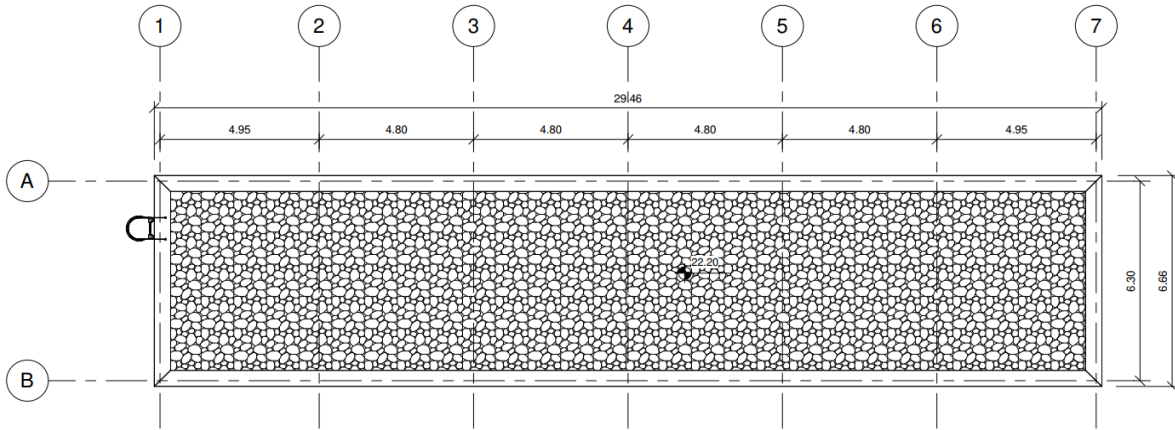


Figura 18 – Pianta delle coperture

Il fabbricato presenta una forma rettangolare su un solo livello di dimensioni 6.54 m X 29,34 m e al suo interno ospita locali tecnologici il cui accesso sarà sempre garantito dall'esterno e un servizio igienico.

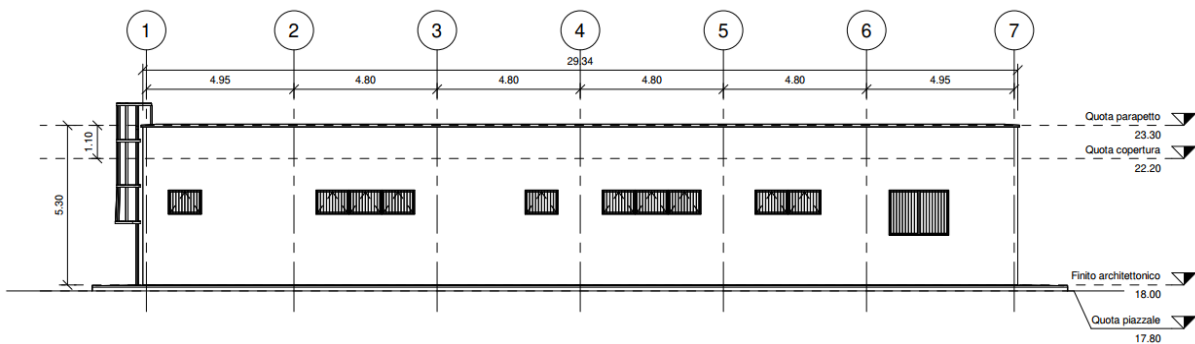


Figura 19 – Prospetto sud

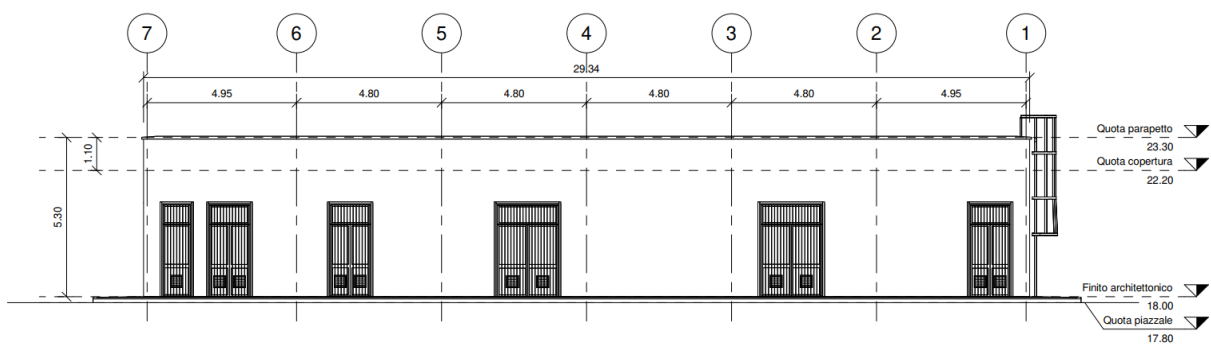


Figura 20 – Prospetto nord

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	C	46 DI 82

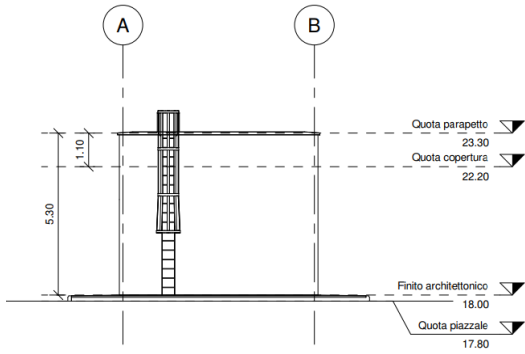


Figura 21 – Prospetto Ovest

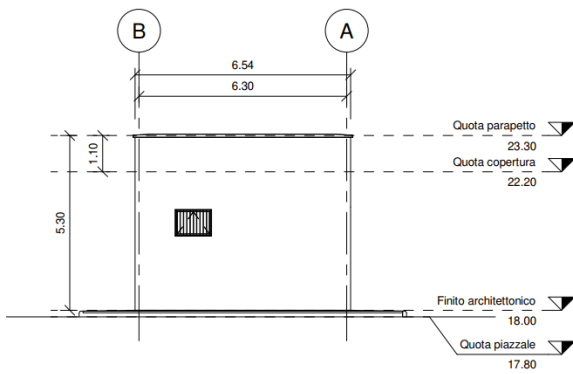


Figura 22 – Prospetto Est

Dal punto di vista strutturale il fabbricato presenta una struttura in c.a. travi-pilastri illustrati nelle immagini di seguito:

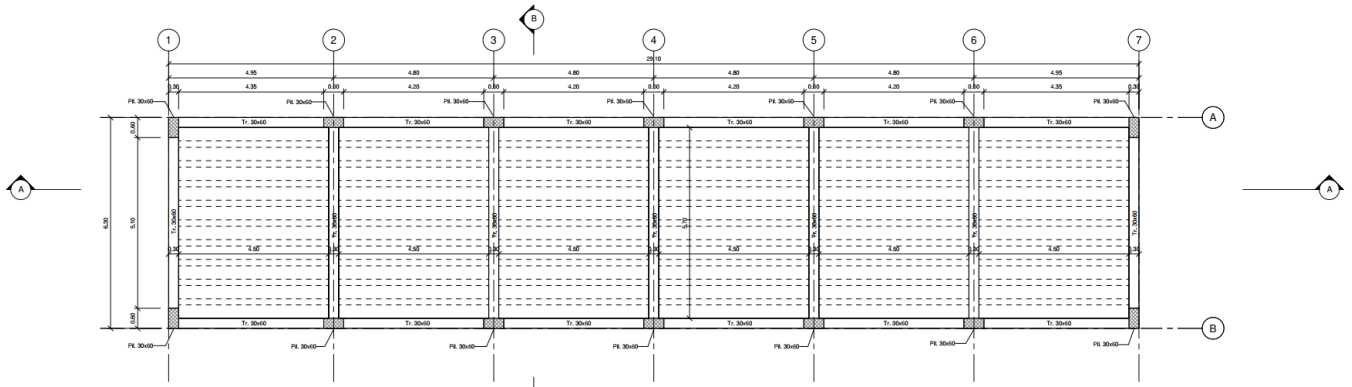


Figura 23 – Intradosso solaio

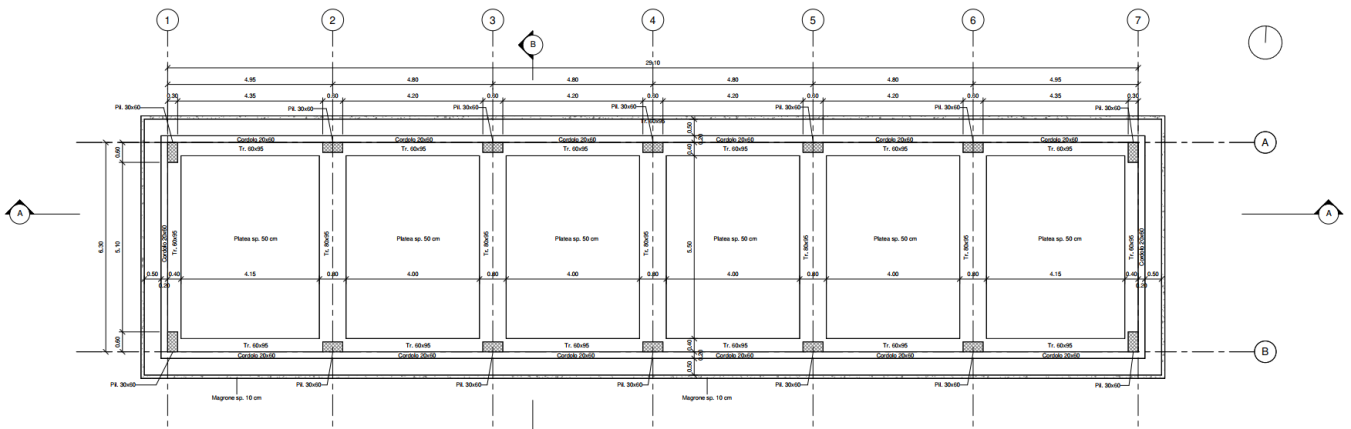


Figura 24 – Carpenteria fondazioni

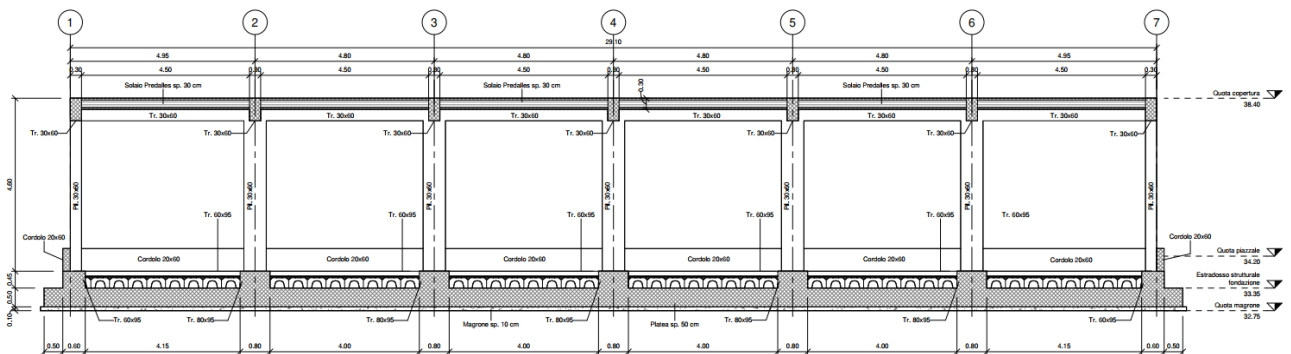


Figura 25 – Sezione Longitudinale

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	48 DI 82

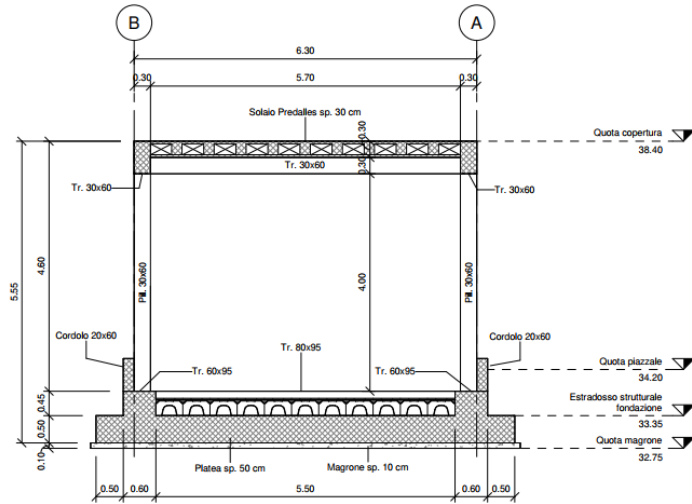


Figura 26 – Sezione Trasversale

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	49 DI 82

19 BONIFICA ORDIGNI ESPLOSIVI

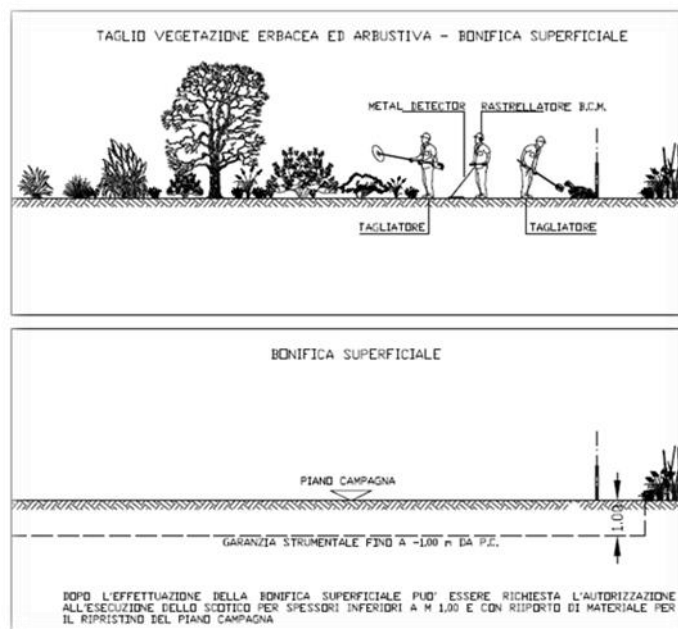
Seppur la fase progettuale non preveda lo sviluppo di un progetto di dettaglio relativo alla ricerca di ordigni esplosivi eventualmente presenti sulle aree di progetto, le lavorazioni principali legate alla bonifica da ordigni esplosivi sono da ritrovarsi nei seguenti aspetti:

- taglio della vegetazione;
- bonifica di superficie (propedeutica a qualsiasi bonifica profonda) per la ricerca, localizzazione e rimozione di mine, ordigni ed altri manufatti bellici interrati, sia in terra che in acqua, fino a 100 cm di profondità dal p.c. con l'impiego di apparati rilevatori da eseguirsi su tutta l'area interessata dai lavori, più un'area di sicurezza di 1,50 m lungo il perimetro della predetta area;
- bonifica di profondità, sia in terra che in acqua, per la ricerca, localizzazione e rimozione di mine, rimozione di mine, ordigni ed altri manufatti bellici interrati.

Fatto salvo quanto di seguito riportato le metodologie operative e le prescrizioni finali saranno in ogni caso quelle dettate dal Genio Militare competente in fase di approvazione.

In considerazione delle opere previste in progetto, si distinguono le seguenti diverse tipologie di bonifica:

- trivellazioni spinte fino a 3,00 m con garanzia fino a 4,00 m a partire da pc e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 1,00 m fino a 3,00 m, e dove verranno realizzate opere a carattere permanente comprese opere stradali in rilevato ed in trincea fino a 3,00 m dal p.c.;
- trivellazioni spinte fino a 5,00 m con garanzia fino a 6,00 m a partire da pc e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 3,00 m fino a 5,00 m e dove verranno realizzati rilevati ferroviari fino a 5,00 m dal pc;
- trivellazioni spinte fino a 7,00 m con garanzia fino a 8,00 m a partire da pc e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree in cui verranno eseguiti scavi superiori a 5,00 m in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie naturali, nonché ove verranno realizzate opere d'arte in profondità, diaframmi, palancole, pali e trincee fino a 7,00 m dal pc;
- lavoro di scavo in profondità su aree ristrette per la ricerca, individuazione e rimozione di mine ed altri manufatti bellici giacenti oltre la profondità di 1,00 m dal pc, rilevati nel corso della bonifica di superficie a varie profondità in terreni di qualsiasi natura e consistenza, con movimenti di terra eseguiti anche con mezzo meccanico e connesso uso del cercamine di profondità;
- lavori di scavo per la ricerca, individuazione e rimozione di mine ed altri manufatti bellici in terreni di qualsiasi natura e consistenza con movimenti di terra eseguiti esclusivamente a mano e con connesso uso di cercamine di profondità.



19.1 Taglio della vegetazione

Prima di procedere alla ricerca degli ordigni bellici, si dovrà procedere al taglio della vegetazione che dovrà essere eseguito in tutte quelle zone ove la presenza della stessa ostacoli l'uso dell'apparecchio cercamine. Il taglio sarà effettuato da operai qualificati sotto il controllo di un rastrellatore.

Nel tagliare la vegetazione non dovranno essere esercitate pressioni sul terreno da bonificare e dovranno essere rispettate tutte le eventuali piante di alto fusto e tutte le "matricine" da lasciare in zona, salvo diverse disposizioni.

Il materiale di risulta una volta accatastato in zona già bonificata, verrà successivamente trasportato a rifiuto.

19.2 Bonifica superficiale

In generale la bonifica di superficie, sempre propedeutica a qualsiasi bonifica profonda, per la ricerca, localizzazione e rimozione di mine, ordigni ed altri manufatti esplosivi interrati, fino a cm 100 di profondità dal p.c, verrà eseguita con l'impiego di apparati rilevatori su tutta l'area interessata dai lavori, più l'area di sicurezza di m 1.50 lungo il perimetro della predetta area.

La zona da esplorare dovrà essere suddivisa in campi e successivamente in strisce. La bonifica comprende:

- l'esplorazione per strisce successive di tutta la zona interessata con apposito apparato rivelatore di profondità;
- lo scoprimento di tutti i corpi e gli ordigni segnalati dall'apparato, comunque esistenti fino alla profondità di cm 100 nelle aree esplorate, conformemente alle norme.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	51 DI 82

Con riferimento alle prescrizioni contenute nella norma GEN-BST 001 – DIRETTIVA TECNICA – BONIFICA BELLICA SISTEMATICA TERRE del Ministero della Difesa, si evidenzia che prima di procedere alla bonifica superficiale l'area da bonificare sarà divisa in “campi” numerati delle dimensioni di m. 50 x 50, a sua volta suddivisi in “strisce” della larghezza massima di m. 0,80, identificate da lettere. Nel caso di aree da bonificare in cui una dimensione prevale nettamente sull'altra, come nel caso di itinerari ferroviari/stradali ovvero scavi di trincea per posa condutture/cavi, i “campi” potranno avere anche lati di dimensione diversa, fermo restando che nessuna dovrà superare i 50 metri. L'attività di ricerca dovrà essere condotta, procedendo per “strisce” successive, esplorando tutta la superficie interessata mediante l'apparato di ricerca passato lentamente al di sopra di essa, ad una distanza massima dal suolo non superiore a 5 centimetri.

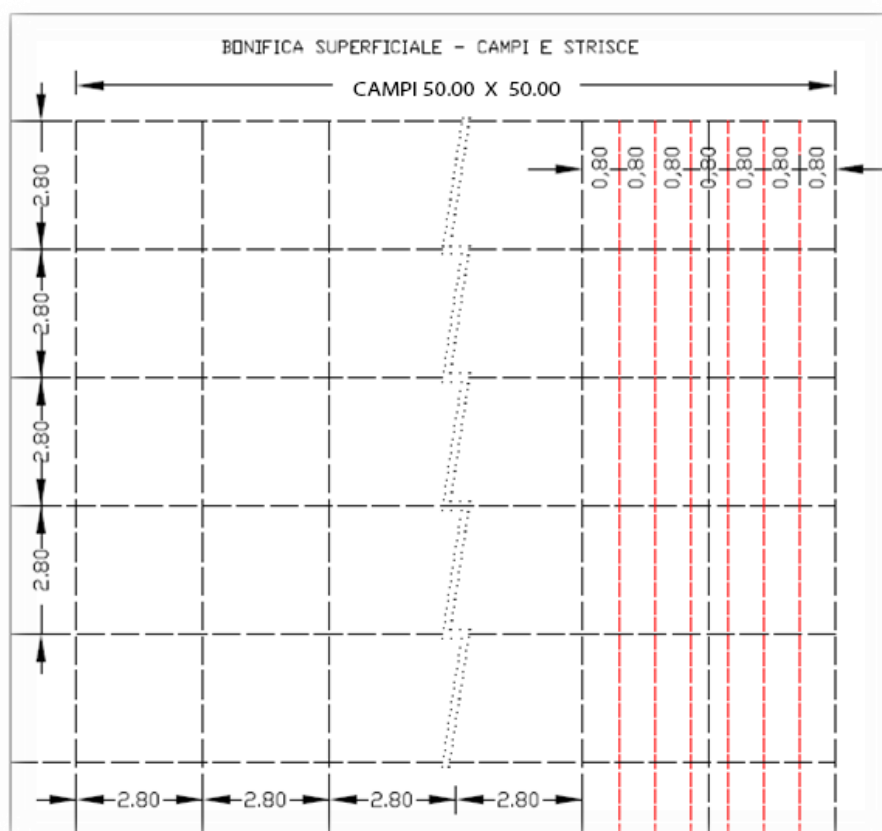


Figura 27 Maglia bonifica superficiale

19.3 Bonifica profonda

La bonifica di profondità per la ricerca e localizzazione di mine, ordigni ed altri manufatti esplosivi interrati, verrà eseguita con trivellazioni di lunghezza differente (cfr. punto precedente) a partire dal p.c. e comunque fino a rifiuto di roccia e/o ghiaia compatta e/o argilla compatta, da eseguirsi su tutte le aree individuate in progetto.

La bonifica profonda dovrà essere attuata per l'intera area interessata dopo aver effettuato la bonifica superficiale; la zona dovrà essere suddivisa in maglie quadrate aventi lato pari a 2,80 m. Al centro di ciascun quadrato, a mezzo

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	52 DI 82

di trivellazioni non a percussioni, verrà praticato un foro capace di contenere la sonda dell'apparato rivelatore. Detta perforazione verrà eseguita inizialmente per una profondità di cm 100, corrispondente alla quota garantita con la bonifica superficiale; successivamente nel foro già praticato e fino al fondo di questo si introdurrà la sonda dell'apparato rivelatore, che, predisposto ad una maggiore sensibilità radiale, sarà capace di garantire la rivelazione di masse ferrose interrate entro un raggio di 2,00 m, ciò premesso, per la ricerca a maggiore profondità si procederà con trivellazione progressive di cm 200 per volta, operando, poi, con la sonda dell'apparato rivelatore (cfr. Fig. 2).

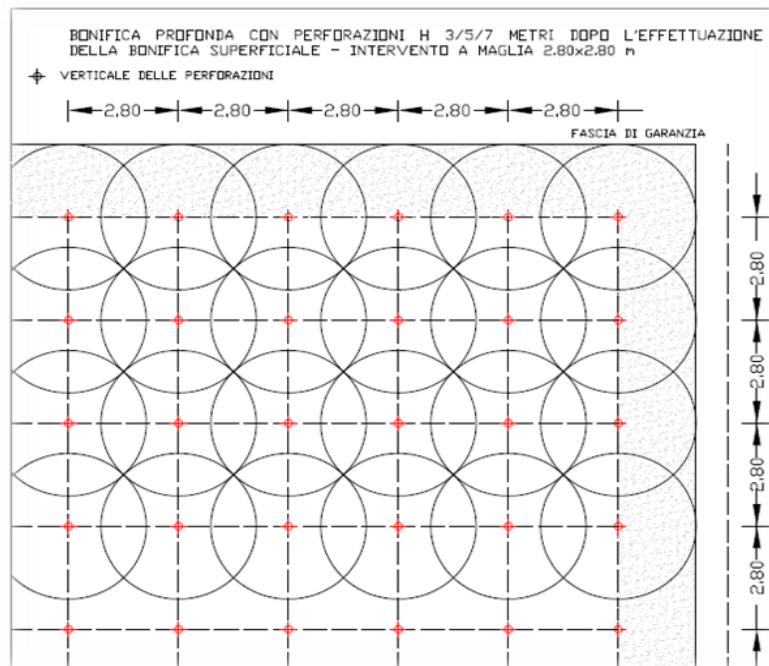
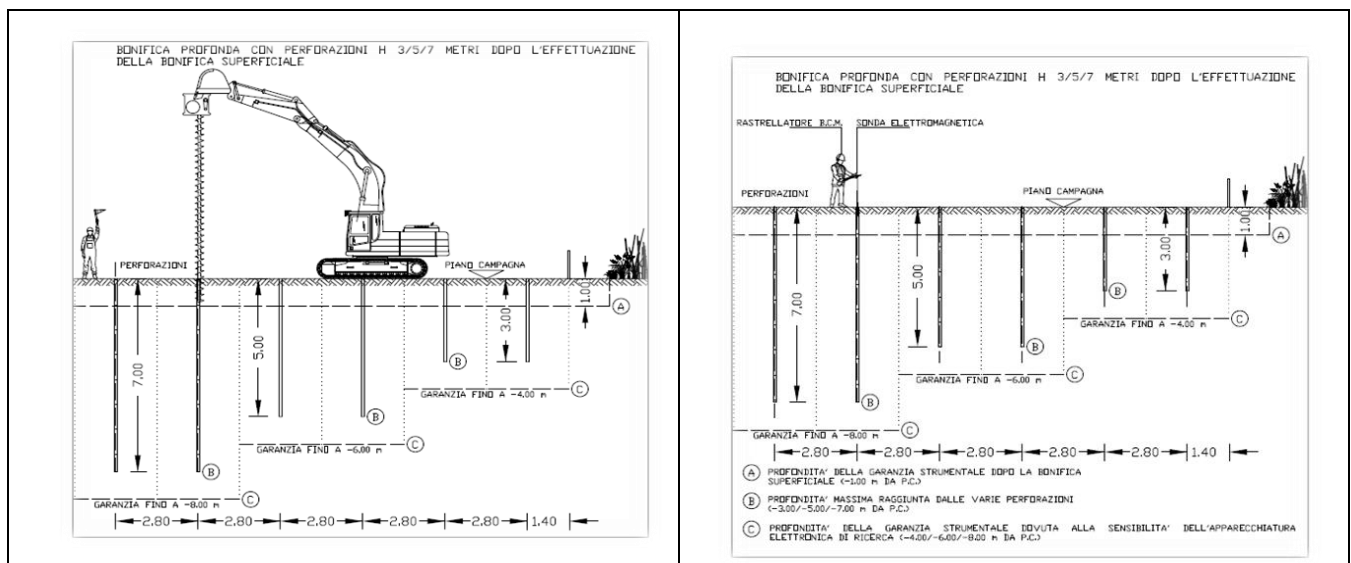


Figura 28 Schema planimetrico maglia perforazioni bonifica profonda



	PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA DI 2° FASE RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA Lotto 2					
	Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA RR0P	LOTTO 02	CODIFICA R 05 RG	DOCUMENTO MD 00 0 0 001	REV 0

Figura 29 Schemi generali di bonifica ordigni esplosivi profonda

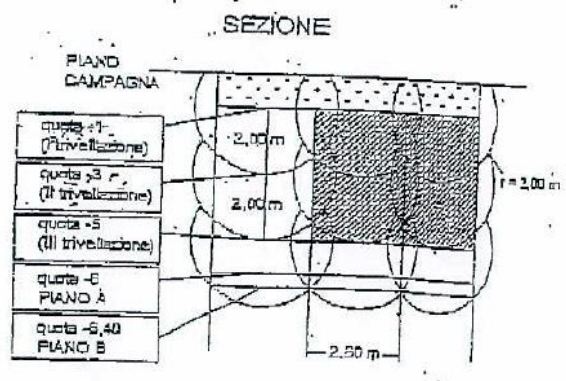


Figura 30 Schemi generali di bonifica ordigni esplosivi profonda

19.4 ARMAMENTO

Il materiale impiegato è scelto sulla base di quanto previsto dalla specifica tecnica RFI DTCSI M AR 01 001 1 B “*Manuale di progettazione d’armamento – Parte II – Standard dei materiali d’armamento per lavori di rinnovamento e costruzione a nuovo*” di ott-2022.

Le rotaie sono del profilo 60E1, con massa 60 kg/m, in acciaio di qualità R260.

È previsto l’impiego di traverse tipo RFI 240 in cemento armato precompresso, poste ad interasse di 60 cm.

Gli attacchi sono conformi alla relativa specifica tecnica di fornitura RFI.

La massicciata è costituita da pietrisco di 1^ categoria conforme alla specifica tecnica di fornitura “*Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili Parte II – Sezione 17 – Pietrisco per massicciata ferroviaria*” RFI DTC SI GE SP IFS 002 E di dic-2022.

Gli scambi sono conformi allo standard di RFI con velocità in deviata di 100 Km/h.

20 IDROLOGIA E IDRAULICA

Dal punto di visto idrologico-idraulico, la tratta ferroviaria in progetto *Villaspeciosa – Abitato di Siliqua* si sviluppa interamente in affiancamento al Riu *Cixerri*, lato sud, e al Riu *Gora Perdosu* e al Riu *Spinosu*, lato nord. Lungo il suo sviluppo, sono attraversati alcuni corsi d’acqua minori, tributari del *Riu Gora Perdosu* e del *Riu Spinosu*.



Figura 31 – Inquadramento idrologico/idraulico dell'intervento in progetto.

Il quadro conoscitivo di riferimento per la caratterizzazione idrologica e idraulica dell'area di intervento, e la definizione delle relative aree di pericolosità/rischio, è attualmente riportata nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna (II ciclo di pianificazione, ultimo aggiornamento dicembre 2021).

In particolare, sono individuate **4 classi di pericolosità idraulica** (*Hi4 – probabilità molto alta, Hi3 – probabilità alta, Hi2 – probabilità moderata, Hi1 – probabilità bassa*).

La classe di pericolosità *Hi4 (probabilità molto alta)* fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento $Tr = 50$ anni. La classe di pericolosità *Hi3 (probabilità alta)* fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento $Tr = 100$ anni. La classe di pericolosità *Hi2 (probabilità moderata)* fa riferimento ad un evento di piena caratterizzato da un tempo di ritorno $Tr = 200$ anni. La classe di pericolosità *Hi1 (probabilità bassa)* fa riferimento ad un evento di piena raro, caratterizzato da un tempo di ritorno $Tr = 500$ anni.

Di seguito, una tabella riepilogativa delle classi di pericolosità idraulica adottate.

<i>Tr (anni)</i>	<i>Pericolosità idraulica</i>
50	<i>Hi4 (molto alta)</i>
100	<i>Hi3 (alta)</i>
200	<i>Hi2 (moderata)</i>

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	55 DI 82

500

Hi1 (bassa)

Tabella 3 - Classi di pericolosità idraulica (P.G.R.A. – Autorità di Bacino della Regione Sardegna, 2021).

Con riferimento quindi alle mappe di pericolosità idraulica definite nell'ambito del P.G.R.A., si riporta di seguito una disamina delle eventuali criticità di natura idraulica per il lotto 2.

Villaspeciosa – Abitato di Siliqua (lotto 2)

Dal punto di vista idrologico-idraulico, la tratta ferroviaria n.2 in progetto si sviluppa nel tratto terminale parallelamente al *Riu Gora Perdosu*, tributario in destra idraulica del *Riu Spinosu* (a sua volta tributario in destra idraulica del Flumini Mannu, a Decimomannu). Lungo tali corsi d'acqua, nell'ambito della pianificazione di bacino vigente (P.G.R.A., 2021), sono definite aree a pericolosità idraulica, come mostrato nella figura seguente.



Figura 32 – Pericolosità idraulica (P.G.R.A., 2021) nell'area di intervento.

Questi due corsi d'acqua (*Riu Gora Perdosu* e *Riu Spinosu*), nell'ambito del lotto 2, non sono attraversati dalla linea ferroviaria che invece attraversa una serie di corsi d'acqua minori, affluenti in destra idraulica sia del *Riu*

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	56 DI 82

Gora Perdosu sia del *Riu Spinosu*. Anche lungo il corso d'acqua minore alla progr. 2+050 sono definite aree a pericolosità idraulica nell'ambito del P.G.R.A. (2021).

20.1 Studi idrologici e idraulici: metodologie e criteri di analisi

Stante lo scenario di pericolosità idraulica esistente lungo il lotto oggetto di intervento, si è reso necessario sviluppare uno studio idraulico di dettaglio, atto a verificare quanto definito nell'ambito della pianificazione di bacino vigente (P.G.R.A. – II ciclo).

Nello specifico, per il lotto 2 sono stati implementati i seguenti modelli numerici:

- *Modello 2D in regime di moto vario del Riu Gora Perdosu e Riu Spinosu*, al fine di verificare/accertare l'eventuale interferenza del tracciato di progetto (in ragione della vicinanza e del parallelismo al corso d'acqua) con le relative aree potenzialmente inondabili
- Modelli 1D in regime di moto permanente dei corsi d'acqua, ai fini della progettazione e del dimensionamento delle opere d'arte minori

Tali modellazioni hanno reso possibile determinare/definire le aree potenzialmente inondabili nonché i corrispondenti livelli idrici, da prendere come riferimento nella definizione delle opere ferroviarie (e annesse) previste in progetto.

E' stato dapprima condotto lo studio idrologico dei bacini interferiti ai fini della determinazione delle portate di progetto di riferimento.

Sono presi in considerazione e analizzati i dati di pioggia registrati presso le stazioni pluviometriche di interesse, nonché le risultanze della procedura di regionalizzazione V.A.P.I. di riferimento ("*Valutazione delle Piene in Sardegna*" [e.g. Cao et al., 1991; Deidda et al., 1993; Deidda e Piga, 1996; Deidda et al., 1997]) e recenti studi di regionalizzazione più aggiornati [i.e. Deidda, 2016].

Sono stati anche acquisiti, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, i dati LiDar (risoluzione 1m x 1m) disponibili per l'area di intervento ed è stata eseguita una campagna topografica di rilievo di sezioni batimetriche in alveo dei corsi d'acqua oggetto di studio.

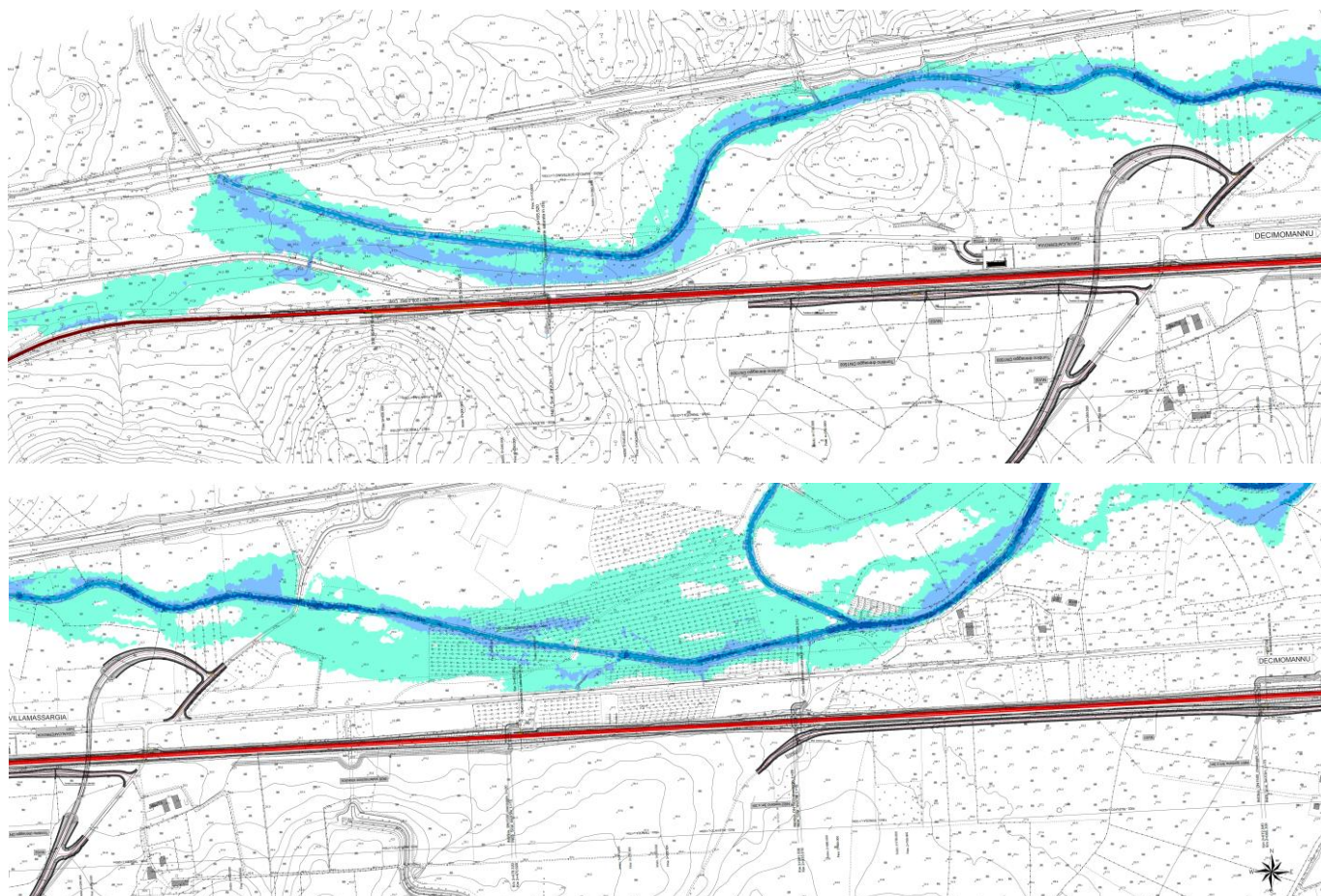
Sul lotto 2 è prevista la realizzazione di alcuni tombini/manufatti idraulici nonché di inalveazioni/deviazioni per la risoluzione dell'interferenza della linea ferroviaria in progetto con alcuni corsi d'acqua minori. Le opere previste in progetto sono riepilogate nella tabella seguente.

WBS opera (lotto 2)	Progressiva km (lotto 2)
Tombino IN07 (2m x 2m)	5+158.91

Tombino IN05 (4m x 3m)+ Inalveazione IN06	3+470.92 3+450.00 ÷ 3+980.00
Tombini IN04 (3m x 3m) e NI02 (3m x 3m) su NV01	2+935.01 1+773.20
Tombini IN03 (3m x 3m) e NI01 (3m x 3m) su NV01	2+065.30 0+904.4
Inalveazione IN02	1+100.00 ÷ 1+200.00
Tombino IN01 (drenaggio, DN1500)	0+833.44
Tombino IN01bis (drenaggio, DN1500)	0+471.96

Tabella 4 - Classi di pericolosità idraulica (P.G.R.A. – Autorità di

completezza, si riporta anche lo stralcio delle aree di esondazione del *Riu Gora Perdosu* e *Riu Spinosu*. Non si evidenzia alcuna interferenza.



33 – Modello 2D di Riu Gora Perdosu e Riu Spinosu: aree di esondazione, Tr200, ante operam (con sovrapposizione del tracciato di progetto).

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	58 DI 82

In corrispondenza delle opere di attraversamento in progetto sono rispettati i franchi idraulici minimi consentiti, nello specifico un grado di riempimento massimo del 67% (Circolare NTC2018 n.7/2019) o franco di almeno 1 m (NTA – PAI).

Infine, in corrispondenza degli attraversamenti sono previste opportune opere di sistemazione idraulica, al fine di inibire eventuali fenomeni di erosione/scalzamento.

21 STUDIO ACUSTICO E VIBRAZIONALE

21.1 STUDIO ACUSTICO

L'iter metodologico seguito per lo studio relativo all'impatto acustico sviluppato sulla base del tracciato, del profilo longitudinale, delle caratteristiche degli imbocchi delle gallerie e della cartografia tridimensionale, 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 DM 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico) e DPR 142/04 (decreto sul rumore stradale) per tener conto della concorsualità del rumore prodotto dalle infrastrutture stradali presenti all'interno dell'ambito di studio. Al di fuori della fascia di pertinenza acustica ferroviaria si analizzano i limiti dettati dalle Classificazioni Acustiche dei Comuni interessati.
- 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 con particolare riguardo alla destinazione d'uso, all'altezza e allo stato di conservazione dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (250 m per lato); è stata altresì effettuata una ricognizione delle aree di espansione residenziale così come individuate dai PRG comunali. Tali analisi sono state estese fino a 300 m per lato, per tener conto dei primi fronti edificati presenti al di fuori della fascia di pertinenza ferroviaria. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici nello stato attuale, prima della realizzazione del progetto in esame.
- Livelli acustici Ante Mitigazione. 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. Le elaborazioni del software di simulazione acustica, hanno coperto tutti i tratti allo scoperto della nuova linea, comprese le porzioni di territorio nell'intorno degli imbocchi della galleria. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea, eventualmente ridotti per la presenza infrastrutture concorrenti così come previsto dal DM 29 novembre 2000.
- Risultati dello studio acustico. A valle dell'analisi dei risultati della simulazione Ante Mitigazione:
 - o per il lotto 2 del Raddoppio Decimomannu-Villamassargia non è stata riscontrata la necessità di prevedere barriere antirumore poiché le non si verificano eccedenze del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria in progetto.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	59 DI 82

21.2 STUDIO VIBRAZIONALE

Lo studio di impatto vibrazionale è stato condotto al fine di individuare le criticità legate alle vibrazioni che si potranno verificare con la realizzazione del progetto. Il lavoro tiene conto delle indicazioni delle norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale; in via cautelativa, si è fatto riferimento ai limiti indicati dalle norme ISO 2631/UNI 9614, e si basa anche sui risultati della campagna di rilievi vibrometrici eseguita nell'ambito della presente fase progettuale.

Le vibrazioni sono in grado di determinare effetti indesiderati sulla popolazione esposta e sugli edifici. Il disturbo sulle persone, classificato come *annoyance*, dipende in misura variabile dall'intensità e frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta.

L'analisi vibrazionale è quindi finalizzata alla verifica dell'entità del disturbo in corrispondenza degli edifici posti lungo la linea ferroviaria secondo i criteri indicati dalla norma UNI 9614. In questo caso lo studio è stato così articolato:

- Individuazione dell'ambito di studio e dei livelli di riferimento. Gli effetti delle vibrazioni di origine ferroviaria associati al transito di convogli lungo la linea di studio hanno in linea generale una valenza entro i 50 m dal binario. Si è definito quindi un ambito di studio di ampiezza pari a 50 m per lato all'interno del quale sono stati individuati i potenziali edifici oggetto di disturbo sulla scorta del censimento ricettori dello studio acustico.

Le vibrazioni ferroviarie sono considerate come vibrazioni a livello non costante secondo la definizione indicata dalla norma UNI9614:1990. Per quanto concerne i livelli di riferimento per la valutazione del disturbo all'interno degli edifici si è fatto riferimento a quanto previsto dalla norma UNI9614 in appendice A.2, ovvero ai valori di accelerazione equivalente ponderata in frequenza o i corrispondenti livelli riportati nei prospetti II e III nel periodo diurno e notturno. Considerando la condizione di postura non nota si è fatto riferimento al valore soglia più restrittivo, ovvero 77 dB nel periodo diurno e 74 dB in quello notturno, seppur la stessa norma indichi nell'appendice A.4 come soglia di riferimento per il caso ferroviario i valori di 89 dB per l'asse Z e 86,7 dB per gli assi X e Y.

- Indagine sperimentale in situ. E' stata effettuata una campagna di misura, con il duplice scopo di caratterizzare sia la sorgente ferroviaria secondo le diverse tipologie/composizioni dei convogli ferroviari (ES*, REG, IC, etc.) sia le modalità di propagazione delle onde vibrazionali nel terreno secondo il contesto geologico, naturale ed antropico dell'ambito di studio. Il campionamento in corrispondenza di più terne accelerometriche poste a distanze crescenti lungo l'asse trasversale del binario ha permesso infatti di determinare sperimentalmente la funzione di propagazione delle onde vibrazionali che dipende, oltre che dalla tipologia di sorgente, anche dalle condizioni geologiche che costituiscono il terreno tra ferrovia e ricettori e dalla tipologia di ricettore in termini di struttura e numero di piani.
- Livelli vibrazionali indotti allo scenario di progetto. Applicando il modello di propagazione delle vibrazioni sulla scorta delle indagini sperimentali eseguite e considerando il modello di esercizio di progetto previsto per la linea ferroviaria in studio è stato determinato il contributo vibrazionale indotto sul territorio contermini. E' stata considerata inoltre l'applicazione di un ulteriore fattore cautelativo di +5dB per tener

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	60 DI 82

conto della possibile amplificazione dell'onda vibrazionale all'interno degli edifici funzione delle caratteristiche strutturali dell'involucro edilizio. L'analisi previsionale è stata differenziata per le diverse tratte ferroviarie considerando l'intero modello di esercizio previsto per i due periodi temporali di riferimento e i relativi livelli vibrazionali indotti rapportati al periodo diurno e notturno.

- Individuazione delle aree di potenziale disturbo. Considerando i valori di riferimento per la valutazione del disturbo (77 dB nel periodo diurno, 74 dB nel periodo notturno), dall'applicazione del modello previsionale sperimentale si è determinata la distanza rispetto all'asse del binario alla quale i livelli di accelerazione sono pari ai suddetti valori lungo gli assi X, Y e Z. Considerando la condizione più critica (asse più critico, ovvero distanza maggiore) si determina l'ampiezza della fascia di potenziale disturbo e, quindi, i ricettori per i quali i livelli di accelerazione risultano superiori a quelli di riferimento per la valutazione del disturbo da vibrazioni. Per questi il calcolo viene esteso al livello puntuale in modo da determinare anche il valore residuo del disturbo.
- Definizione degli interventi di mitigazione. In presenza di edifici ricadenti all'interno della fascia di potenziale disturbo da vibrazioni si determina l'estensione della tratta ferroviaria oggetto di mitigazione per il contenimento dell'emissione vibrazionale nonché la tipologia di intervento sulla scorta dell'emissione spettrale del livello di accelerazione della sorgente ferroviaria.
- Risultati dello studio vibrazionale. I valori di accelerazione complessivi misurati nelle postazioni di indagine lungo la linea ferroviaria esistente risultano sempre inferiori alle soglie di riferimento citati nella norma UNI 9614:1990.
Estendendo i risultati sull'intera linea di progetto, avendo tenuto conto del traffico di esercizio e della tipologia di terreno presente nell'area dell'indagine strumentale, si evince che tutti i ricettori presenti sono esposti ad un livello di accelerazione inferiore alle soglie di riferimento della norma UNI 9614.

E' opportuno sottolineare come l'approccio utilizzato tiene conto di condizioni al contorno più severe di quelle che si verificheranno con la realizzazione dell'opera ferroviaria in quanto il modello sperimentale implementato sulla base di indagini sperimentali in situ tiene conto di un armamento ferroviario esistente (meno levigato rispetto ad uno nuovo), di un parco ferroviario circolante meno performante (i treni di ultima generazione sono caratterizzati da una minor emissione vibrazionale) e di fattori cautelativi legati ai possibili fenomeni di propagazione/amplificazione delle vibrazioni nel terreno e nelle strutture.

22 AMBIENTE

22.1 Studio di impatto ambientale

Lo Studio di Impatto Ambientale, redatto ai fini della procedura di VIA ha analizzato il progetto nel suo complesso (tracciato ferroviario e opere connesse) sotto i vari aspetti tecnici e funzionali in rapporto alla disciplina di tutela ambientale e paesaggistica ed alla verifica dei potenziali impatti sui fattori ambientali, così come previsto dalla normativa vigente.

Lo Studio di Impatto Ambientale, allegato al presente Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, è stato redatto ai sensi del D. Lgs. n. 152/2006 così come modificato dal D. Lgs. n. 104/2017 ed è composto da:

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	61 DI 82

- Sintesi Non Tecnica
- Relazione Generale
- Elaborati grafici relativi a: i vincoli e le tutele; lo stato dell'ambiente e le valutazioni degli impatti;
- Gli interventi di mitigazione e compensazione ambientale.

L'analisi dello stato dell'ambiente è stata effettuata individuando all'interno dell'area vasta un ambito entro cui approfondire le indagini in relazione alle caratteristiche di progetto e alle interferenze tra quest'ultimo e i fattori ambientali. Obiettivo di questa fase di lavoro risiede, pertanto, nell'individuazione del corridoio di studio, inteso come contesto interessato dall'opera.

Preliminarmente è stata definita una fascia di influenza potenziale a cavallo della linea di progetto costituendo un margine sufficiente per rilevare le possibili interferenze tra l'opera ed i principali ricettori. Tale fascia, tuttavia, non è stata definita in modo geometrico, ma rappresenta un'area di interrelazione tra le opere di progetto e le caratteristiche del territorio, nelle sue componenti ambientali, insediative e relazionali, alla appropriata scala di rappresentazione cartografica.

L'impatto sul paesaggio è stato valutato nell'ambito degli aspetti morfologici e delle visualità in riferimento alle trasformazioni proposte ed alle misure di mitigazione necessarie.

Lo studio non sarà corredato dagli studi dovuti alla presenza delle aree protette afferenti alla Rete Natura 2000 in quanto nell'area vasta il più prossimo risulta essere ad una distanza di oltre 6Km, pertanto sono state inserite nello SIA delle considerazioni in merito alla esclusione della possibilità di potenziali impatti derivanti dalla realizzazione dell'opera sull'area protetta.

22.2 Opere a verde

Il progetto di fattibilità tecnica economica prevede specifici interventi di inserimento paesistico-ambientale e di ripristino ambientale, da adottare lungo la linea ferroviaria di progetto.

Dallo studio della vegetazione potenziale, associata ai risultati dei rilevamenti sul campo, è stato possibile individuare i tipologie degli interventi, specificandoli per le singole caratteristiche pedologiche, microclimatiche e di esposizione.

Il progetto delle opere a verde è stato sviluppato per conseguire il duplice obiettivo di sistemare i tratti interclusi ed i reliquati del frazionamento fondiario risultanti dalla realizzazione delle viabilità, e di mitigare la visibilità dell'opera.

Alla base della scelta sono state poste le condizioni pedologiche e fitoclimatiche privilegiando specie arboree e arbustive autoctone e pioniere, ossia di facile attecchimento e buona resistenza a basse temperature e lunghi periodi di siccità, coerenti con le specie già presenti.

Pertanto, sulla base delle considerazioni su esposte, il progetto ha sviluppato e specificato un sistema di interventi mirato a raggiungere i seguenti obiettivi:

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	62 DI 82

- implementare a livello locale la biodiversità, in coerenza con il sistema della vegetazione potenziale;
- innescare e sostenere i processi naturali di riedificazione ambientale a scala locale;
- migliorare, per quanto possibile, il livello di qualità del paesaggio percepito nello spazio prossimo e pertinente l'infrastruttura ferroviaria e delle opere civili a corollario e l'inserimento paesaggistico.

Per raggiungere gli obiettivi sopra indicati, il sistema di interventi proposto è stato suddiviso per moduli tipologici, al fine di individuare la migliore soluzione possibile in relazione al contesto territoriale ove essa deve inserirsi.

22.3 Piano di Monitoraggio Ambientale

Tutte le analisi ambientali confluiscono nel Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) che permette di tenere sotto controllo gli indicatori ambientali connessi alla realizzazione e all'esercizio dell'opera e altresì di rispondere a specifiche esigenze locali non necessariamente evidenziate in fase progettuale.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale, redatto ai sensi della normativa ambientale vigente, ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause, al fine di determinare se tali variazioni siano imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà pertanto di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura ferroviaria;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

All'interno del PMA, in linea con l'attuale livello di progettazione, sono stati pertanto individuati i punti in cui eseguire le misure nonché le modalità di esecuzione delle stesse. In funzione della tipologia di interventi previsti e del sistema di cantierizzazione progettato, il monitoraggio ambientale nelle diverse fasi Ante Operam (AO), Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO) si concentrerà essenzialmente sulle componenti: Acque superficiali, Acque sotterranee, Suolo e sottosuolo, Atmosfera, Rumore, Vibrazioni, Vegetazione, Flora e Fauna.

23 ARCHEOLOGIA

Nell'ambito della redazione del presente progetto, ai fini della verifica preventiva dell'interesse archeologico ai sensi dell'art. 25 del d.lgs. 50/2016, è stato redatto lo studio archeologico per la valutazione del potenziale rischio archeologico in funzione delle opere previste. L'analisi è frutto della ricerca bibliografica e d'archivio, della ricognizione condotta sul campo (attività di survey), della lettura geomorfologica del terreno, della fotointerpretazione e della ricerca toponomastica ed è finalizzata al censimento dei vincoli e delle attestazioni di carattere storico-archeologico presenti nell'ambito territoriale interessato dagli interventi progettuali. Il potenziale

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	63 DI 82

rischio archeologico delle opere civili in progetto è valutato in una fascia a cavallo di esse, in base ad una serie di parametri prestabiliti: il quadro storico-archeologico in cui si inserisce l'ambito territoriale oggetto dell'intervento; i caratteri e la consistenza delle presenze censite (tipologia ed estensione dei rinvenimenti); la distanza rispetto alle opere ferroviarie in progetto, per la quale si tiene anche conto del grado di affidabilità del posizionamento delle presenze archeologiche (soprattutto per quelle note da bibliografia, fonti d'archivio o, comunque, non direttamente verificabili); la tipologia delle opere da realizzare, con particolare attenzione alle profondità e all'estensione degli scavi previsti per la loro realizzazione. Non sono documentati vincoli archeologici ex lege direttamente interferenti con le opere, né prossimi ad esse. Per le conclusioni sul potenziale rischio archeologico in relazione alle opere previste in progetto, si rimanda agli elaborati specialistici. In particolare, la valutazione del rischio archeologico è rappresentata nella carta tematica del rischio archeologico relativo gli elaborati dello Studio Archeologico, unitamente agli elaborati caratterizzanti di progetto, dovranno essere inviati alla Soprintendenza Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Cagliari e la provincia di Oristano.

24 CANTIERIZZAZIONE E PROGRAMMA LAVORI

Il progetto di cantierizzazione definisce i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando una possibile organizzazione e le eventuali criticità di questo.

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere nell'area oggetto di intervento, le quali potrebbero essere soggette ad eventuali modifiche ed integrazioni nelle successive fasi di approfondimento progettuale.

Ciascuna area di cantiere svolge una funzione di supporto alle lavorazioni, che può essere sintetizzata come di seguito per le diverse tipologie funzionali:

- CANTIERE BASE (CB.01), destinata ad ospitare le principali strutture logistiche e operative funzionali all'esecuzione dei lavori;
- CANTIERE OPERATIVO (CO.01), che contiene gli impianti principali di supporto alle lavorazioni che si svolgono nel lotto, insieme alle aree di stoccaggio dei materiali da costruzione e potrà essere utilizzato per l'assemblaggio e il varo delle opere metalliche;
- AREE STOCCAGGIO (AS.01-AS.02), dei materiali da costruzione che potranno essere utilizzate anche come deposito temporaneo delle terre di scavo e dei materiali di risulta provenienti dalle demolizioni; potranno inoltre essere utilizzate anche come area di appoggio dei materiali necessari alla realizzazione delle opere;
- AREE TECNICHE (AT.01, AT.02, AT.03, AT.04, AT.05, AT.06, AT.07, AT.08, AT.09, AT.10, AT.11, AT.12), che fungono da base per la costruzione di opere d'arte puntuali. Tali aree non contengono in genere impianti fissi di grandi dimensioni ma unicamente aree per lo stoccaggio, in prossimità dell'opera, dei materiali da costruzione;
- DEPOSITO TERRE (DT.01) che funge da "polmone" per lo stoccaggio delle terre di scavo in caso di indisponibilità dei siti di conferimento finale.

Vengono illustrati i criteri che l'appaltatore dovrà seguire nell'organizzazione interna dei campi base e dei cantieri operativi.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	64 DI 82

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

Le caratteristiche del cantiere base e operativo sono state determinate nell'ambito del presente PFTE in base al numero massimo di persone che graviterà su di esso nel corso dell'intera durata dei lavori civili, e sulla base delle linee guida emesse dal Servizio Sanitario Nazionale. Resta fermo l'onere in capo all'Appaltatore (in fase di progettazione esecutiva e/o costruttiva) di verifica con gli Enti competenti e di recepimento di eventuali ulteriori prescrizioni in materia. Sono state considerate anche le necessità di gestione di materiali nei periodi di picco delle lavorazioni.

Si rimanda per maggiori dettagli su quanto detto, agli elaborati specifici del progetto di cantierizzazione.

Va comunque evidenziato come la presente ipotesi di cantierizzazione, sopra sommariamente riepilogata e meglio rappresentata negli specifici elaborati di progetto, costituisce una soluzione tecnicamente fattibile per la realizzazione dell'intervento, ma non vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'appaltatore intenderà attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere.

La durata complessiva del programma lavori dalla **Consegna delle Prestazioni** fino all'Attivazione del raddoppio ferroviario è stata stimata in **890 gnc**.

Nello specifico, la durata del programma lavori si ripartisce nelle seguenti macro-attività:

- **180 gnc di Attività di PE, VPE e ODI propedeutiche alle Attività Propedeutiche Anticipate rispetto alla Consegna Lavori**
- **90 gnc di Attività propedeutiche anticipate rispetto alla consegna lavori;**
(progetto costruttivo, cantierizzazione, autorizzazione sub appalti, qualifica impianti e materiali, demolizioni/boe/risoluzione SS, ecc... per avvio lavori)
- **550 gnc di Attività di costruzione dalla consegna lavori a fine lavori**
per le attività di costruzione.
- **160 gnc di Prove, AMIS, CVT ecc...**
funzionali all'attivazione del raddoppio ferroviario.

25 INTERFERENZE SOTTOSERVIZI

Nell'ambito della progettazione si è reso necessario individuare la presenza e la tipologia dei sottoservizi posti in parallelo o in attraversamento agli interventi in oggetto. Essendo un intervento da realizzare su un tratto di linea ferroviaria esistente, sono state richieste le convenzioni disponibili presso RFI/Ferservizi per i tratti lungo la linea storica.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	65 DI 82

Il censimento dei sottoservizi potenzialmente interferenti è stato effettuato mediante il coinvolgimento diretto degli Enti interessati con specifiche comunicazioni PEC, in cui è stata richiesta la conferma e/o comunicazione dei sottoservizi potenzialmente interferenti al progetto e di dettagli ai fini della loro risoluzione, mediante lista di convenzioni ricevute da RFI e mediante sopralluoghi.

I sottoservizi censiti sono rappresentati nelle planimetrie di censimento e descritti in dettaglio nelle schede allegate al dossier di censimento.

26 ASPETTI AMBIENTALI

La progettazione dell'intervento è stata elaborata secondo il principio fondamentale di tutela dell'ambiente e nel rispetto degli ambiti territoriali ed ambientali interferenti.

L'articolazione formale del lavoro, le metodologie di caratterizzazione del contesto ambientale e sociale interessato, le modalità di valutazione delle interferenze con le opere esistenti e delle misure di controllo dei rischi e degli impatti, sono rispondenti alle norme vigenti in materia ambientale.

Nel dettaglio, a supporto del Progetto Definitivo sono stati redatti i seguenti documenti specialistici in materia ambientale:

- Progetto Ambientale della Cantierizzazione (*Relazione Generale*);
- Gestione dei materiali di risulta, tra cui il Piano di Utilizzo per la gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti ai sensi del DPR 120/2017 (*Relazioni Generali, Schede tecniche dei siti di produzione, siti di deposito intermedio e siti di deposito finale, Corografia viabilità di Conferimento ai Siti di Destinazione Finale*);
- Siti di approvvigionamento e smaltimento (*Relazione generale e Corografia siti di approvvigionamento e smaltimento*).

26.1.1 Progetto Ambientale Della Cantierizzazione

L'analisi degli aspetti ambientali connessi alla fase costruttiva delle opere è affrontata nell'ambito del Progetto Ambientale della Cantierizzazione il quale contiene la valutazione della significatività degli stessi e il conseguente dimensionamento degli interventi di mitigazione da adottare in fase di realizzazione. A tal fine è in corso di studio l'ubicazione del cantiere, l'interferenza delle lavorazioni con i flussi di traffico locali, l'eventuale presenza di ricettori sensibili e l'inserimento ambientale e paesaggistico della cantierizzazione e delle opere di mitigazione temporanee.

L'analisi degli impatti sulle componenti ambientali sarà condotta in funzione dell'ubicazione dell'area di cantiere, delle lavorazioni condotte all'interno, delle tipologie di macchinari coinvolti e dei quantitativi di materiali movimentati per la realizzazione delle opere.

In particolare, sono in corso di studio i seguenti aspetti ambientali di progetto:

- Pianificazione e tutela territoriale;
- Paesaggio;
- Archeologia, beni storici e architettonici;
- Suolo e sottosuolo;
- Acque superficiali e sotterranee;

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	66 DI 82

- Vegetazione;
- Materie prime;
- Clima acustico;
- Vibrazioni;
- Aria e clima;
- Rifiuti e materiali di risulta;
- Scarichi idrici e sostanze nocive.

Per alcune componenti sono state prodotte delle simulazioni numeriche che consentono di definire i livelli attesi ai ricettori, in corrispondenza del cantiere, del fronte avanzamento lavori e della viabilità afferente. A conclusione dell'analisi sono stati definiti, per le componenti ambientali ritenute impattanti, gli interventi di mitigazione e/o prescrizioni operative finalizzate a garantire il rispetto dei limiti/soglie di riferimento durante l'avanzamento dei lavori.

26.1.2 Gestione dei Materiali di Risulta e Siti di Approvvigionamento e Smaltimento

Nella progettazione ambientale degli interventi è stato incluso uno studio specifico volto all'individuazione delle modalità di gestione dei materiali di risulta delle opere in progetto ed è stato redatto il Piano di Utilizzo ai sensi del DPR 120/2017 per la gestione di quota parte dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti, corredato dalle opportune analisi di caratterizzazione effettuate lungo tutto lo sviluppo del tracciato in fase progettuale nonché in corrispondenza dei siti di deposito temporaneo e di quelli di destinazione finale.

Gli interventi in progetto saranno caratterizzati, infatti, dai seguenti flussi di materiali:

- materiali da scavo *da riutilizzare nell'ambito dell'appalto*, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo in attesa di utilizzo, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale ove necessario ed infine conferiti ai *siti di utilizzo interni al cantiere*: tali materiali saranno gestiti ai sensi del DPR 120/2017 (oggetto del Piano di Utilizzo);
- materiali da scavo in esubero trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito temporaneo *in attesa di utilizzo*, sottoposti a trattamenti di normale pratica industriale ove necessario ed infine conferiti ai *siti di destinazione esterni al cantiere*: tali materiali saranno gestiti ai sensi del DPR 120/2017 (oggetto del Piano di Utilizzo);
- materiali necessari per il *completamento/realizzazione dell'opera* che dovranno essere approvvigionati dall'esterno (non oggetto del Piano di Utilizzo);
- materiali di risulta in esubero non riutilizzabili nell'ambito delle lavorazioni né conferibili a siti esterni in qualità di sottoprodotti ai sensi del DPR 120/2017: tali materiali saranno gestiti *in qualità di rifiuti* ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (non oggetto del Piano di Utilizzo).

Pertanto, al fine di appurare la possibilità di soddisfare le esigenze del progetto, nell'ambito della redazione del Piano di Utilizzo ai sensi del DPR 120/2017, è stata avviata l'attività di ricerca dei potenziali siti di conferimento compatibili con le terre in questione attraverso il coinvolgimento ufficiale degli Enti territorialmente competenti.

A tal proposito, oltre alla richiesta di manifestazione di interesse trasmessa ufficialmente a tutti i Comuni interessati dal tracciato in progetto fino ad un raggio di 50 km dallo stesso, si sono inoltre tenuti diversi tavoli tecnici dedicati con la Regione Sardegna ed i Comuni interessati che hanno permesso di individuare le più opportune soluzioni di conferimento delle terre da inserire nel Piano di Utilizzo, per i dettagli del quale si rimanda agli elaborati specialistici di riferimento.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	67 DI 82

Nella presente fase progettuale è stato inoltre eseguito il censimento degli impianti in grado di fornire materiali aventi caratteristiche e quantità simili a quelle richieste dal progetto in termini di fabbisogno di inerti e dei siti idonei per il conferimento della quota parte di materiali prodotti in corso di realizzazione che, seppur esigua, si prevede di gestire in regime rifiuti. Anche per effettuare il censimento degli impianti di recupero/smaltimento disponibili sul territorio ed idonei ad accettare i materiali che si prevede di gestire in qualità di rifiuti sono state eseguite in fase progettuale delle preventive analisi di caratterizzazione, seppur rappresentative dello stato ante operam dei luoghi.

Per maggiori dettagli sulla gestione dei materiali di risulta e sui siti di approvvigionamento e smaltimento si rimanda agli elaborati specialistici di dettaglio.

27 SISTEMI DI CONTROLLO COMANDO E SEGNALAMENTO

27.1 Descrizione degli interventi

Il raddoppio della linea tra Decimomannu e Siliqua, oggetto di questo appalto, fa parte di un insieme di interventi suddivisi per Lotti che prevedono l'attrezzaggio della linea in Raddoppio tra Decimomannu e Villamassargia.

In questo Lotto 02 sono previsti i seguenti principali interventi infrastrutturali: realizzazione del futuro binario dispari e introduzione di due comunicazioni, percorribili a 100 km/h. L'intervento rientra nei progetti da sviluppare strategicamente all'interno del PNRR ed è quindi prioritario nell'ambito dei progetti di sviluppo infrastrutturale della rete ferroviaria della regione Sardegna.

Il completamento di questo Lotto 02 di attivazione è propedeutico alla costruzione dell'intero progetto e in particolare alla costruzione del Lotto 01 tra Decimomannu e Siliqua (esclusa).

Per quanto riguarda i sistemi di segnalamento da implementare per questo intervento è prevista la realizzazione di due Posti Comunicazione, PPACC da inserire nell'ACCM/RBC Sud della rete Sarda con Posto Centrale Cagliari, per la gestione dei passaggi doppio/semplice binario per il tratto in raddoppio. Pertanto sarà prevista una ricofigurazione di Posto Centrale. Il distanziamento sul tratto in doppio binario tra i due Posti di Comunicazione sarà realizzato tramite blocco radio su sistema conta-assi, in coerenza con il distanziamento presente sulla linea a singolo binario, in attesa che arrivi il raddoppio del Lotto 01 tra Decimomannu e Siliqua (esclusa) in cui si avrà un nuovo blocco radio su doppio binario con sezioni da 1350m.

27.1.1 Scenario inerziale

Lo scenario inerziale di riferimento da cui si sviluppa il progetto è riportato nello schematico in Figura 34 il quale prevede:

- Per Decimomannu un impianto PP/ACC inserito e configurato nell'ACCM Sud/RBC ed SCCM della rete Sarda;
- Una linea a semplice binario attrezzata con il sistema di distanziamento ERTMS/L2 su BCA.
- Per Siliqua un impianto PPM gestito dall' ACCM Sud/RBC ed SCCM della rete Sarda.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	68 DI 82



Figura 34 – Scenario inerziale

27.1.2 Scenario finale

Lo scenario finale di progetto è riportato nello schematico in Figura 35. Come detto nel paragrafo precedente, lo scenario finale consiste nella realizzazione di due Posti di Comunicazione gestiti da PPACC all'interno dell'ACCM Sud/RBC SCCM rete Sarda.

SCENARIO FINALE

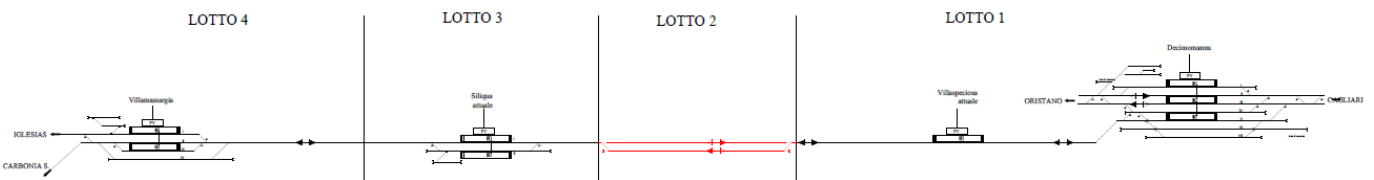


Figura 35 – Scenario finale

27.2 Fasi di realizzazione

Si analizzano di seguito i principali interventi da prevedere durante le fasi di realizzazione delle opere, finalizzati a dare continuità di esercizio agli attuali impianti di segnalamento, definendo le riconfigurazioni di impianto necessarie fino all'attivazione in configurazione finale di progetto, in accordo agli schematici funzionali di esercizio di riferimento. Come anticipato nel capitolo 2, questo PFTE vede la sola attivazione del Lotto 2.

27.2.1 Attivazione Lotto 2

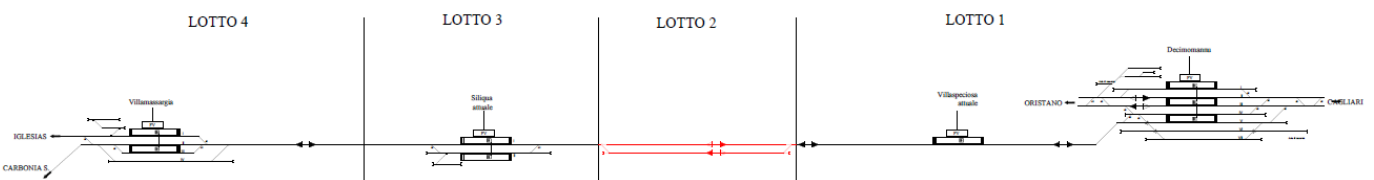


Figura 36 – Fase 1: Realizzazione del Lotto 2

La realizzazione del Lotto 2 prevede l'implementazione del doppio binario nella tratta Decimomannu – Siliqua, più precisamente dalla progressiva km 3+480 alla progressiva km 9+000. Per gestire i due innesti sulla linea esistente

saranno realizzati due Posti di Comunicazione presenziabili. E' prevista la protezione con Marker Boards e punti informativi ERTMS per gestire il passaggio da doppio/semplice binario e proteggere le comunicazioni a 100 km/h. Questi due impianti saranno interfacciati con l'ACCM Sud della rete sarda ubicato nel Posto Centrale di Cagliari.

L'intera fase realizzativa è prevista fuori esercizio e non è quindi necessario prevedere fasi intermedie di attivazione.

La tratta in raddoppio viene gestita con Blocco Conta-assi per ottimizzare l'attrezzaggio di questo Lotto realizzativo in funzione della successiva fase di attivazione del Lotto 01 che prevede il completamento delle opere tra Decimomannu e Siliqua con il relativo distanziamento di linea dove avremo un nuovo blocco radio su doppio binario con sezioni da 1350m.

27.2.2 Posto Centrale di Cagliari

Al posto centrale saranno presenti i sistemi ACCM, RBC ed SCCM che controllano la tratta Decimomannu - Villamassargia, ubicati presso la sala di Coordinamento e Controllo Circolazione (CCC) di Cagliari. Tali apparati dovranno essere riconfigurati per la gestione della nuova linea e dei nuovi Posti Periferici.

Le relazioni tra il PC ACCM e i due nuovi PP-ACC dovranno avvenire con l'utilizzo del PVS (Protocollo Vitale Standard).

28 SISTEMI DI COMANDO E CONTROLLO SCCM

Il sistema SCCM deve essere riconfigurato per includere la modifica della tratta tra Decimomannu e Siliqua.

Di seguito si riportano sinteticamente gli interventi previsti nel sistema.

28.1 Interventi al Posto Centrale

- Riconfigurazione del database e delle funzioni di Circolazione;
- Adeguamento delle rappresentazioni video;
- Implementazione nuovi interfacciamenti e adeguamento degli attuali con i sistemi esterni;
- Ripartenza del sistema;
- Assistenza post-attivazione;
- Corso per operatore di manutenzione

28.2 Interventi nei Posti Periferici

- Fornitura di 2 posti periferici SCCM Diagnostica & Manutenzione e Telesorveglianza & Sicurezza;
- Fornitura Terminali di Periferia (TdP circolazione);
- Installazione delle componenti TLC per i collegamenti alla dorsale di comunicazione utilizzata.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	70 DI 82

29 IMPIANTO DI TELECOMUNICAZIONI

In questa sezione si descrivono le soluzioni progettuali necessarie per gli Impianti di Telecomunicazioni nel corso delle lavorazioni delineate nella Premessa.

Il progetto consisterà nell'estendere, adeguare e preservare tutti gli impianti di telecomunicazioni esistenti "stato inerziale" in considerazione dei lavori di raddoppio della tratta in oggetto.

Descrizione delle opere progettuali

La progettazione dei sistemi di telecomunicazioni, relativamente alla linea ferroviaria oggetto di intervento, è finalizzata alla realizzazione delle seguenti tipologie di impianti:

- Impianti di Cavi in fibra ottica;
- Rete di Trasporto MPLS-TP con apparati a pacchetto e integrazione con rete SDH esistente;
- Sistema Radio Terra-Treno GSM-R;
- Sottosistema di alimentazione dei siti di accesso radio GSM-R;
- Impianti di Supervisione Attiva (SPVA) per gli apparati TLC;
- Sistema di Telefonia Selettiva VoIP (STSV);
- Rete Dati IP-MPLS per Supervisione Attiva (SPVA) e Telefonia Selettiva VoIP (STSV).

I sistemi di telecomunicazione oggetto di lavorazioni nell'ambito del presente progetto di raddoppio dovranno perfettamente integrarsi con gli impianti di telecomunicazioni in esercizio sulla tratta. Gli interventi previsti in questo progetto saranno strutturati in modo da rispondere ai seguenti requisiti fondamentali:

- Impiego di tecnologie innovative e sostenibili;
- Rispetto delle principali normative e standard in vigore;
- Elevato grado di qualità e disponibilità;
- Dimensionamento tale da permettere facilmente ammodernamenti futuri;
- Semplicità di gestione, supervisione e manutenzione.

Nel seguito si riportano le caratteristiche tecnico-progettuali, nonché le modalità e le soluzioni impiantistiche, degli interventi precedentemente indicati.

Impianti di Cavi

I lavori di raddoppio previsti in questo progetto interferiranno certamente con le canalizzazioni esistenti nei piazzali di stazione e lungo linea, sia per la realizzazione dei nuovi binari che per la costruzione dei nuovi fabbricati tecnologici. Prima dell'inizio dei lavori previsti per ogni fase realizzativa, l'Appaltatore assieme alla DL e ai responsabili RFI dovrà eseguire dei sopralluoghi mirati all'individuazione delle canalizzazioni interferite dai lavori previsti e all'individuazione di percorsi alternativi "sicuri" per i cavi in esse contenuti. Più specificatamente, si dovranno intercettare i cavi esistenti, provvedere a estrarli dalle canalizzazioni e posizionarli in aree che non saranno interessate dai lavori di raddoppio. Tutti i cavi esistenti dovranno essere manipolati e messi in sicurezza su un percorso provvisorio non interferente con l'area di cantiere: tale percorso sarà condiviso, dove possibile, con i cavi IS.

Per ogni fase funzionale, al termine di tutti i lavori di demolizione e ricostruzione, si procederà allo spostamento in via definitiva e sicura nelle nuove canalizzazioni (non previste in questo appalto) di tutti i cavi esistenti. Gli stessi cavi saranno quindi impiegati per collegare i nuovi fabbricati PP-ACC previsti in questo progetto tramite derivazioni o spillamenti. Per tale scopo, saranno fornite nuove "code" di cavo, di adeguata capacità per i servizi da

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	71 DI 82

mantenere in funzione, che collegheranno gli armadi presenti nei nuovi locali tecnologici con i cavi esistenti. Tali code di cavo serviranno anche per estendere i cavi esistenti, qualora il nuovo percorso cavi lo richieda.

Per i siti GSM-R in shelter, la dorsale sarà sezionata tramite derivazione del cavo di dorsale dai giunti di pezzatura o, se troppo distanti dal sito, da giunti di spillamento installati in corrispondenza dei siti. I collegamenti tra giunto e shelter saranno realizzati con code di cavo a 32 FO SMR di nuova posa terminato all'interno dello Shelter.

Per quanto riguarda il collegamento degli RRH, verranno posizionate un giunto di spillamento e la relativa presa stagna, le quali permetteranno il collegamento tra il cavo di dorsale e il cassetto ottico di attestazione; il collegamento tra giunto e RRH sarà realizzato attraverso un cavo a 32 FO.

Le giunzioni dei cavi di dorsale a fibre ottiche saranno quelle definite di pezzatura, intese cioè a realizzare la continuità tra due pezzature di cavo. I giunti di pezzatura saranno installati ogni 2 km circa per la posa in canalizzazioni a terra e ogni 4 km per la posa aerea. Tramite analogo cablaggio precedentemente descritto potranno essere collegate le Sottostazioni Elettriche ed altri posti di servizio secondari eventualmente presenti lungo la linea.

Sistemi Trasmissivi

In considerazione dei lavori di raddoppio della tratta in oggetto, si prevedono nel presente progetto tutti gli interventi atti all'ampliamento e al mantenimento funzionale dei sistemi trasmissivi previsti nel progetto di attrezzaggio tecnologico ERTMS/ETCS L2 "Rete Sarda". Si descrivono nel seguito i sistemi trasmissivi che saranno oggetto di intervento in questo progetto.

Rete di Trasporto MPLS-TP

Questa rete utilizza la tecnologia MPLS-TP e si interfaccia con il Backbone SDH di RFI al fine di consentire l'inoltro del traffico dati della tratta verso i punti di estrazione dei servizi trasportati. In particolare, essa costituisce il supporto trasmissivo per i seguenti servizi ferroviari, presenti nella tratta:

- Il sistema GSM-R;
- Il sistema IeC;
- La rete dati IP/MPLS per la Supervisione Attiva (SPVA) e il Sistema di Telefonia VoIP (STSV);
- Il traffico di diagnostica relativo ai sistemi IS e TE.

In questo progetto si prevede l'installazione nei nuovi PP-ACC previsti di nuovi Apparat di Trasporto a Pacchetto (ATP) del tipo completamente ridondato, in grado di trasportare sia traffico Ethernet nativo, sia traffico TDM di diversa tipologia (in particolare E1 per l'interconnessione delle BTS del sistema GSM-R e STM per l'interfacciamento con gli apparati SDH esistenti).

I nuovi apparati ATP dovranno integrarsi con la rete SDH di RFI esistente, sia dal punto di vista funzionale, sia dal punto di vista della gestione e della supervisione oltre che della sincronizzazione direttamente derivata dalla linea proveniente dagli apparati limitrofi. In particolare, i nuovi ATP dovranno essere integrati nel sistema di management TNMS (nella versione Software V17) del NOCC di Roma Tuscolana che effettua la gestione della rete SDH, utilizzando allo scopo la relativa DCN di management.

Rete Dati IP/MPLS per SPVA e STSV

In considerazione dei lavori di raddoppio della tratta in oggetto, si prevede nel presente progetto l'adeguamento della Rete Dati IP/MPLS prevista nel progetto di attrezzaggio tecnologico ERTMS/ETCS L2 "Rete Sarda" e necessaria per la gestione e l'inoltro del traffico della Supervisione Attiva dei siti radio GSM-R (SPVA) e della Telefonia Selettiva VoIP (STSV).

La Rete Dati IP/MPLS per SPVA e STSV utilizza la rete di trasporto MPLS-TP descritta precedentemente come supporto trasmissivo. La rete si interfaccia alla rete dati IP/MPLS esistente mediante i due siti Edge esistenti a

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	72 DI 82

Roma Termini e Palermo.

In questo progetto, si prevede l'installazione di Switch L2/L3 di secondo livello nei nuovi Fabbricati Tecnologici, SSE, cabine TE e Shelter GSM-R previsti nella tratta.

Sistema Terra-Treno GSM-R

Il GSM-R è una piattaforma di comunicazione radiomobile e costituisce il supporto trasmissivo di tutte le comunicazioni ferroviarie terra – treno di servizio, sia di tipo fonia che di tipo dati (radio-segnalamento).

Sulle linee attrezzate con sistema di segnalamento ERTMS/ETCS L2, come la tratta in oggetto, il sistema GSM-R viene utilizzato per inviare al treno tutte le informazioni relative alle autorizzazioni di marcia e di velocità massima da rispettare.

In questo progetto, l'intervento consiste nel mantenimento funzionale della rete GSM-R esistente "stato inerziale" ed al suo ampliamento al fine di assicurare la copertura radio GSM-R anche nelle parti di tratta di nuova costruzione. Tale attrezzaggio dovrà essere effettuato nell'ottica di dare continuità di copertura GSM-R sulla linea avendo una visione "coerente", "coordinata" ed "integrata" con la rete GSM-R esistente. Si prevedrà di fornire il sottosistema radio per renderlo conforme agli eventuali requisiti per il corretto funzionamento dei sistemi ETCS/ERTMS L2.

Per garantire i livelli di segnale e di ridondanza, ed in considerazione dei lavori di raddoppio della tratta in oggetto, si stima che in questo progetto dovrà essere realizzato un nuovo sito GSM-R. Tale quantità include l'eventuale demolizione e/o spostamento del sito radio GSM-R esistente (INT DECIMOMANNU – SILIQUA), interferente con i lavori di raddoppio.

Nella successiva fase progettuale sarà determinata l'effettiva interferenza del sito radio esistente INT DECIMOMANNU - SILIQUA con i lavori di raddoppio e le conseguenti azioni da intraprendere al fine di garantire la continuità di servizio durante tali lavori. In caso di interferenza e rimozione del sito esistente, saranno determinate con esattezza le posizioni dei nuovi siti radio da realizzare e saranno effettuate simulazioni radio per valutare il raggiungimento dei livelli di segnale richiesti.

Sistema di Telefonia Selettiva VoIP (STSV)

In considerazione dei lavori di raddoppio della tratta in oggetto, si prevede l'estensione del Sistema di Telefonia Selettiva VoIP (STSV) previsto nel progetto di attrezzaggio tecnologico ERTMS/ETCS L2 "Rete Sarda", allo scopo di realizzare le funzionalità telefoniche necessarie nelle comunicazioni a servizio dell'esercizio ferroviario.

I sistemi di telefonia selettiva vengono realizzati in base alle specifiche tecniche RFI TT577 e TT595, intese nelle revisioni vigenti.

Nell'ambito della tratta oggetto di intervento, si prevede l'installazione degli apparati nelle seguenti località di servizio:

- Fabbricati PPM o PP/ACC di nuova realizzazione previsti.

30 IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE

La Luce e Forza Motrice (LFM) comprende gli impianti di alimentazione elettrica e d'illuminazione di tutti le tecnologie che sono funzionali al sistema ferroviario e che non ricadono negli impianti di trazione elettrica. Di seguito si elencano una serie di impianti che richiedono l'impiego di tale tecnologia: impianti di segnalamento ferroviario, impianti di telecomunicazioni, impianti di supervisione, impianti di riscaldamento dei deviatori,

illuminazione delle punte scambi, illuminazione e alimentazione delle stazioni e fermate, impianti di condizionamento, impianti antintrusione, impianti di rivelazione incendi, impianti di videosorveglianza, illuminazione delle viabilità stradali che risolvono le interferenze con la sede ferroviaria, impianti di sollevamento delle acque piovane.

30.1 Fornitura dell'energia elettrica in media e bassa tensione

Il progetto LFM parte quindi dalla raccolta delle esigenze di alimentazione elettrica di tutti i tipi d'impianto sopra citati e mette a fattor comune tali esigenze al fine di definire i punti di connessione con il distributore di energia elettrica. Come previsto dalle indicazioni della Norma CEI 0-16 nei casi in cui la potenza contemporanea prevista rimane entro i 100 kW viene realizzata una fornitura di energia in bassa tensione, mentre al di sopra di tale limite si prevede una fornitura di energia in media tensione tramite cabina di trasformazione proprietaria.

Nella fattispecie sono state previste le consegne in bassa tensione nei seguenti siti:

- FA01 PPACC 1
- FA02 PPACC 2
- NV03 – Cavalcaferrovia
- NV04 – Viabilità di accesso FA01
- NV05 – Viabilità di accesso FA02

Per le viabilità stradali l'alimentazione viene ricavata, se possibile, dai circuiti degli impianti di illuminazione esistenti. Altrimenti, viene prevista una nuova fornitura di energia elettrica in Bassa Tensione dedicata.

30.2 Distribuzione dell'energia elettrica

A valle della fornitura e dell'eventuale trasformazione del livello di tensione si provvede a distribuire l'energia a tutti gli impianti inclusi nel progetto che ne hanno necessità, con cavi elettrici rispondenti al regolamento europeo 305/2011 (CPR), posati nelle modalità previste dalle normative CEI. In funzione del posizionamento e della tipologia di utenza elettrica vengono previsti i quadri generali e i quadri secondari per sezionare e parzializzare l'impianto al fine di rendere agevole la manutenzione e ridurre i fuori servizio in caso di guasto. Nei quadri vengono garantite protezioni di riserva e spazi a disposizione per eventuali ampliamenti.

Per tutti gli impianti viene definita la modalità di protezione dai contatti indiretti indicando il collegamento all'impianto di protezione che garantisce l'intervento degli interruttori secondo i limiti previsti dalla Norma CEI 64-8 o l'impiego della tecnica del doppio isolamento.

30.3 Apparat per la continuità di servizio

Per tutte le apparecchiature che necessitano di continuità di servizio assoluta (illuminazione di sicurezza interni, banchine e sottopassi, TVCC, antintrusione, rilevazione incendi e diffusione sonora) e preferenziale (impianti

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	74 DI 82

HVAC, impianti di sollevamento acque, ascensori) verranno predisposti sistemi UPS e/o gruppi elettrogeni in grado di alimentare i suddetti carichi in mancanza di fornitura elettrica e permettere la continuità dell'esercizio ferroviario e l'esodo in sicurezza delle persone. Qualora il sito preveda l'alimentazione di impianti di segnalamento, le utenze LFM preferenziali ed essenziali vengono alimentate dal sistema integrato di alimentazione e protezione (SIAP), a cura della presente specialistica.

In particolare:

- Per il PPACC 1, l'alimentazione dei carichi critici viene supportata da SIAP, alimentato questa volta da fornitura in bassa tensione;
- Per il PPACC 2, l'alimentazione dei carichi critici viene supportata da SIAP, alimentato questa volta da fornitura in bassa tensione;

30.4 Impianti di illuminazione

L'illuminazione delle aree ferroviarie, dei fabbricati e delle viabilità viene progettata individuando i requisiti d'illuminamento e di uniformità contenuti nelle norme UNI 12464-1-2 *Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro*, UNI 11248 *Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche* e UNI 13201-2-*Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali*. Per gli ambienti al chiuso e quelli con accesso al pubblico è stata prevista l'illuminazione di sicurezza secondo le indicazioni della Norma UNI 1838. La scelta dei corpi illuminanti viene effettuata considerando un grado IP tale da non richiedere frequenti interventi manutentivi e una durata di vita tale da minimizzare la sostituzione delle sorgenti luminose in esaurimento. Anche il grado di protezione dagli urti IK è scelto in modo da limitare danneggiamenti da atti vandalici ed infine, sempre per limitare gli interventi da coordinare con l'esercizio ferroviario, viene utilizzata la tecnica del doppio isolamento per aumentare l'affidabilità dell'impianto. Relativamente al rispetto dei requisiti delle Specifiche Tecniche d'Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione Europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta, queste fanno riferimento alle Norme UNI sopra richiamate e pertanto sono conseguentemente soddisfatte.

Nel presente progetto sono stati realizzati i seguenti impianti di illuminazione per le seguenti strutture:

- Impianti di illuminazione interna ed esterna dei nuovi fabbricati tecnologici a servizio dei Posti di comunicazione PPACC 1 e 2;
- Impianto di illuminazione punte scambi sotto il controllo del PPACC1;
- Impianto di illuminazione punte scambi sotto il controllo del PPACC;
- Impianti di illuminazione delle viabilità stradali citate al Cap. 25.1;

30.5 Impianti Riscaldamento Elettrico Deviatoi

Data l'ubicazione degli impianti all'interno di zone climatiche soggette a precipitazioni nevose e basse temperature, gli scambi ferroviari oggetto di intervento nel presente appalto vengono dotati di impianto di riscaldamento elettrico deviatoi, per evitarne il blocco in presenza di ghiaccio e neve. La realizzazione di tali impianti è prevista

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	75 DI 82

dalle specifiche tecniche di RFI che disciplinano l'attrezzaggio di ciascun tipo di deviatore con cavi scaldanti autoregolanti.

La realizzazione di impianti RED è prevista per i seguenti siti:

- PPACC 1 – n.2 deviatori;
- PPACC 2 – n. 2 deviatori;

Gli impianti suddetti sono alimentati da quadri QRED dedicati, posizionati all'interno dei fabbricati tecnologici. Per tali quadri è stato previsto un sistema di controllo e diagnostica in grado di interfacciarsi col Sistema di Controllo Centrale (SCC).

30.6 Sistema di telegestione delle apparecchiature elettriche

Tutti gli impianti LFM a servizio delle stazioni e dei posti tecnologici descritti precedentemente sono gestiti, controllati e diagnosticati da appositi sistemi SCADA che consentono la supervisione remota degli impianti. Essi si compongono da apparati di campo dislocati in prossimità degli impianti che, tramite rete dati, trasmettono le informazioni e i comandi tra gli stessi e le postazioni centralizzate.

Tali impianti vengono progettati al fine di permettere il mantenimento in efficienza dell'infrastruttura ferroviaria, consentendo un rapido intervento in caso di malfunzionamento o anomalia di un impianto.

30.7 Elaborati di progetto

Gli impianti di Luce e Forza Motrice si compongono di diversi documenti di progetto. Nell'ambito del presente progetto sono stati prodotti i seguenti documenti:

- *RR0P02R18ROLF0000001B – Relazione tecnica generale impianti LFM*
- *RR0P02R18DXLF0000001A - Schema generale alimentazioni elettriche*
- *RR0P02R18PXLF0100001A – Planimetria FA01*
- *RR0P02R18PXLF0200001A – Planimetria FA02*

All'interno dei documenti sopra riportati sono descritti gli interventi previsti, le norme utilizzate, i criteri utilizzati nelle scelte impiantistiche.

Si precisa che molte scelte sono orientate dalle specifiche delle Ferrovie dello Stato con lo scopo di standardizzare gli impianti da realizzare mantenendo gli stessi negli ambiti normativi nazionali ed europee vigenti.

31 PREDISPOSIZIONI PER LA TRAZIONE ELETTRICA

31.1 Impianti di linea di contatto (predisposizioni)

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	76 DI 82

Nel presente progetto sono previste alcune predisposizioni per la futura elettrificazione della linea. In particolare, è prevista la realizzazione dei plinti di fondazione TE e la fornitura e posa dei relativi sostegni.

La futura linea di contatto (non prevista nel presente appalto) 3kVcc sarà attrezzata con catenaria 440 mm². Tale catenaria è descritta e dimensionata in ogni suo componente nel Capitolato Tecnico TE ed. 2014 (cod. DTC STS ENE SP IFS TE 210 A).

Risulta inoltre certificata secondo le Specifiche Tecniche di Interoperabilità (REGOLAMENTO (UE) N. 1301/2014 del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea) per velocità fino a 200 km/h: “CE Certificato di esame del tipo 190/1/CB/2018/ENE/IT EN/045 – Componente di interoperabilità Linea Aerea di Contatto RFI 440mm² 3 kV c.c., In 2500 A, Vmax 200 km/h per pantografi archetto tipo 1600 mm”.

31.2 Blocchi di fondazione e sostegni

I blocchi di fondazione superficiali e profondi per i “Pali TE e per i Portali di Ormeggio” sono costituiti da conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ($R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$), con requisiti secondo norma UNI 9858/91 e tutti i dettagli costruttivi sono definiti dai seguenti elaborati:

- E64865: Blocchi di fondazione superficiali e profonde per sostegni "LSU" di piena linea e stazione.
- E65020: Fondazioni per portali di ormeggio

La tabella di impiego dei sostegni tipo "LSU" è riportata negli elaborati tipologici di RFI:

- E64864 nei casi assimilabili a quelli di piena linea;
- E65073 nei casi di stazione/PM.

I sostegni "LSU" saranno collegati meccanicamente alle relative fondazioni mediante n°4 tirafondi, equipaggiati con boccole e rosette isolanti definiti dall'elaborato:

- E64866: Tirafondi per sostegni "LSU" di piena linea allo scoperto e stazione

L'ancoraggio dei portali di ormeggio sulle relative fondazioni avviene mediante l'impiego della carpenteria (con boccole e rosette isolanti) prevista nell'elaborato “E65022”.

Anche i blocchi di fondazione per i “Tiranti a Terra” sono previsti in conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ($R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$), con requisiti secondo norma UNI 9858/91. I dettagli costruttivi relativi ai blocchi di fondazione per i tiranti a terra ed alle relative piastre di base di piena linea sono definiti nei seguenti elaborati:

- E64881: Blocchi di fondazione e relative armature per tiranti a terra tipo "TTA", "TTB" e "TTC";
- E64874: Tirafondi per piastre per tiranti a terra tipo TTA, TTB e TTC di piena linea allo scoperto e stazione;
- E64867 Piastre singole e doppie per tiranti a terra tipo TTA, TTB e TTC di piena linea allo scoperto e stazione.

La costruzione dei blocchi di fondazione dovrà essere effettuata nel rispetto di quanto prescritto dalla specifica "STC RFI DMA IM TE SP IFS 060 C".

L'ancoraggio delle "Piastrine per tiranti a terra" avverrà mediante l'impiego di tirafondi in acciaio zincato, opportunamente equipaggiati con boccole e rosette isolanti come previsto dall'elaborato E64874.

La tabella d'impiego relativa ai tiranti a terra, unitamente all'elenco dei materiali che li compongono e allo schema di assemblaggio delle varie tipologie di tiranti a terra sono definite dall'elaborato di RFI:

- E64854: Schema di assemblaggio dei tiranti a terra per sostegni tipo LSU.

Per tutti i blocchi dei sostegni TE, nella contabilità della specialistica "Linea di contatto" sarà presente:

- la formazione in opera del blocco di fondazione;
- la fornitura e posa dell'eventuale griglia in CLS;
- la realizzazione dei necessari raccordi fra la canaletta idraulica ed il fosso di guardia;
- la eventuale realizzazione delle velette paraballast;
- conferimento a discarica dei materiali di risulta degli scavi (escluso quanto conteggiato per i blocchi).

31.3 Campate massime

Per l'intero dispositivo di elettrificazione, le massime distanze tra sostegni successivi (campate), sono tali da rispettare la massima deviazione laterale ammissibile tra i fili di contatto e la linea normale all'asse del binario - sotto l'azione di venti trasversali. Come previsto nella Norma CEI EN50367 tabella 2; nella quale è indicato che per il pantografo di lunghezza 1600 mm, lo scostamento massimo sia di 400 mm. Le lunghezze delle campate in funzione del raggio di curvatura e le poligonazioni sono state scelte utilizzando come riferimento i contenuti del dis. E65061 allegato al Capitolato TE 2014.

Il valore massimo della campata è pari a 60 m.

32 IMPIANTISTICA INDUSTRIALE

Le opere oggetto del presente intervento comprendono la realizzazione degli impianti meccanici, safety e security costituiti essenzialmente da:

- Impianti HVAC e impianti idrico sanitari e di scarico ;
- Impianti antintrusione e controllo accessi, Impianti TVCC;
- Impianti rivelazione incendi;

32.1 Impianti meccanici

Impianto HVAC a servizio dei locali tecnici dei fabbricati tecnologici PP/ACC situati nei due piazzali tecnologici PT01 e PT02

Per gli impianti HVAC nei locali tecnologici che necessitano di un controllo della temperatura di tipo puntuale, continuo e con affidabilità di tipo industriale, saranno previsti dei condizionatori ad espansione diretta ad armadio monoblocco. Per ciascun locale sarà sempre previsto un condizionatore di riserva (n+1). I condizionatori saranno del tipo UNDER o OVER (in base alla presenza o meno del pavimento flottante) ed avranno la possibilità di operare in free-cooling quando la temperatura dell'aria esterna è sufficientemente fredda. Il sistema di controllo del condizionatore sarà costituito da una scheda alloggiata sul quadro elettrico e da un terminale che costituirà l'interfaccia utente, nella scheda di controllo a microprocessore saranno residenti tutti gli algoritmi di controllo e memorizzati tutti i parametri di funzionamento.

Le unità di condizionamento saranno dotate di sistemi di comando/controllo remotizzati. Per il collegamento dell'impianto HVAC con il sistema di supervisione dovrà essere utilizzato un protocollo di comunicazione di tipo non proprietario (ad esempio Modbus). E' previsto inoltre un interfacciamento di detto impianto con l'impianto di rivelazione incendi, il quale comanderà lo spegnimento dell'impianto HVAC nei locali allarmati.

Nei locali invece dove sono presenti apparecchiature che non necessitano di condizionamento, sarà presente un impianto di ventilazione in grado di smaltire il calore prodotto in ambiente, in modo tale da garantire il corretto funzionamento dei macchinari ed il numero adeguato di ricambi d'aria.

Impianto idrico sanitario e scarico del wc all'interno dei fabbricati tecnologici PP/ACC situati nei due piazzali tecnologici PT01 e PT02

A servizio dei locale WC – ove previsto - sarà realizzato l'impianto di adduzione dell'acqua fredda potabile alimentato da acquedotto.

La rete di distribuzione acqua fredda avrà origine da un contatore (a carico dell'ente erogatore) e viaggerà interrata fino all'ingresso dell'edificio, la distribuzione delle tubazioni ai sanitari sarà in parte inglobata nel massetto ed in parte sotto traccia a parete. Sulla linea di adduzione, in prossimità dei servizi igienici si prevede l'installazione di un rubinetto di intercettazione.

Per i servizi igienici nei fabbricati si prevedono le seguenti dotazioni:

- un wc;
- un lavandino.

32.2 Impianti safety

Per la protezione antincendio attiva dei locali tecnici previsti nei fabbricati tecnologici collocati nei due piazzali tecnologici PT01 e PT02 sarà previsto un impianto rivelazione incendi che avrà la funzione di rivelare la formazione di incendi e/o emissione di fumi all'interno di ambienti monitorati, attivando delle predeterminate misure di segnalazione di allarme ed intervento e riportando le segnalazioni al posto di supervisione

L'impianto comprenderà l'installazione dei seguenti componenti:

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	79 DI 82

- centrale di allarme ad indirizzamento individuale con adeguato alimentatore, completa di modem telefonico e interfaccia di rete per la trasmissione degli allarmi a postazioni remote;
- rivelatori a tecnologia combinata ottico-termica negli ambienti e nei sottopavimenti e controsoffitti, ove presenti;
- rivelatori di idrogeno nei locali caratterizzati da presenza di batterie;
- ripetitori ottici per ciascun rivelatore installato in spazi nascosti, quali sottopavimenti e controsoffitti, ove presenti;
- pannelli di segnalazione ottico-acustica “allarme incendio” all’interno ed all’esterno di tutti i locali protetti;
- pulsanti di allarme manuale di incendio a fianco delle porte di uscita di ciascun locale e comunque in numero non inferiore a 2 per ogni zona secondo quanto indicato nella norma UNI 9795;
- moduli di interfaccia e/o comando;
- cavi per alimentazione e/o segnale.

La centralina dell’impianto sarà ubicata in modo preferenziale in locali presenziabili e controllerà l’impianto rivelazione incendio. L’impianto sarà conforme alla norma UNI 9795 e sarà gestito da una centrale di controllo e segnalazione analogica, conforme alla norma UNI EN 54-2, di tipo modulare, con loop ad indirizzamento individuale dei sensori e dei moduli.

32.3 Impianti security:

Impianto antintrusione, controllo accessi per la sorveglianza dei fabbricati tecnologici posizionati nei due piazzali tecnologici PT01 e PT02;

L’impianto antintrusione e controllo accessi sarà esteso a protezione dei locali tecnici dei fabbricati tecnologici dei PP/ACC, esso sarà in grado di consentire l’ingresso al solo personale abilitato e segnalare l’ingresso di persone estranee non autorizzate.

L’impianto antintrusione e controllo accessi sarà gestito da una centrale intelligente a microprocessore, dalla centrale si dipartirà una rete LAN collegata ai moduli di interfaccia dei terminali antintrusione ed ai moduli di controllo accessi disposti localmente.

Da questi sarà realizzata la derivazione e lo smistamento ai componenti di sicurezza terminali.

Impianto TVCC per la sorveglianza dei fabbricati tecnologici posizionati nei due piazzali tecnologici PT01 e PT02;

L’impianto TVCC sarà previsto a protezione dei fabbricati tecnologici PP/ACC.

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	80 DI 82

L'impianto di televisione a circuito chiuso prevederà i seguenti componenti

- Telecamere;
- Sistema di videoregistrazione digitale, di visualizzazione e gestione immagini (centralina TVCC);
- Interconnessioni con gli altri impianti;

Il sistema di televisione a circuito chiuso avrà la duplice funzione di fornire al personale di sorveglianza immagini in tempo reale dell'evento verificatosi e di consentire la successiva ricostruzione di queste immagini.

Il sistema interagirà con i sistemi di controllo accessi, antintrusione e di rivelazione incendi, che invieranno i comandi per l'attivazione delle immagini dell'area da cui è partito l'allarme e la registrazione.

33 SICUREZZA DELL'INFRASTRUTTURA

Per la sicurezza dell'infrastruttura viene verificata la sicurezza della linea (non sono presenti nel progetto del secondo lotto del raddoppio Decimomannu – Villamassargia stazioni, fermate o gallerie artificiali o naturali) .

In sintesi vengono verificate preliminarmente le problematiche legate alle interferenze con altri sistemi di trasporto o quelle con condotte per il trasporto di gas ed idrocarburi e non vengono individuate particolari criticità.

Si effettua anche la verifica delle possibili interferenze con stabilimenti industriali a rischio incidente rilevante ai sensi del Decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105 – Recepimento Direttiva 2012/18/UE “Seveso Ter” relativa al controllo del pericolo incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose.

In particolare, nei comuni attraversati dal secondo lotto vengono individuati due stabilimenti presenti nell'inventario nazionale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, coordinato dal Ministero della Transizione Ecologica e predisposto dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), che contiene l'elenco degli stabilimenti notificati ai sensi del decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105 relativo al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose. La relativa verifica , comunque, non ha individuato criticità al riguardo.

Infine vengono rilevati nell'ambito del secondo lotto le seguenti attività ricomprese fra quelle soggette ai controlli dei VV.F. indicate nell'Allegato I del DPR 151/2011.

Attività soggetta	Installazione	Attività Sottoclasse Categoria	Normativa riferimento	di
-------------------	---------------	--------------------------------------	--------------------------	----

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	81 DI 82

Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW	Nel PT01 (km 0+600)	49.1.A	D.M. 13 luglio 2011
	Nel PT02 (km 4+425)		

Per tali attività verrà redatto il progetto antincendio in conformità alla normativa di riferimento DM 13 luglio 2011 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi”.

34 MANUTENZIONE DELL'INFRASTRUTTURA

Scopo della Relazione di manutenzione è quello di fornire al livello di approfondimento relativo alla presente fase di progettazione le indicazioni di uso e manutenzione delle opere e degli impianti relative agli interventi previsti nel Progetto e le principali indicazioni per la stesura del Piano di Manutenzione delle opere e delle sue parti.

Le operazioni di manutenzione preventiva e correttiva hanno lo scopo di mantenere in efficienza l'opera/impianto mantenendo o ripristinando le funzioni cui questi è chiamato ad assolvere e per cui è stato progettato.

Tali attività, in conformità al sistema di gestione della manutenzione (INRETE 2000) in uso in Ferrovia, sono definite in:

- **Manutenzione preventiva**, si suddivide a sua volta in:
 - **Ciclica**: eseguita ad intervalli predeterminati in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre la probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento di un'entità. La Manutenzione ciclica si articola in visite e ispezioni (Tipo I), verifiche e misure di legge (Tipo L), verifiche e misure di manutenzione (Tipo V), attività cicliche intrusive (Tipo S).
 - **Predittiva** (non ciclica TIPO T): effettuata a seguito della individuazione e della misurazione di uno o più parametri e dell'extrapolazione, secondo i modelli appropriati, del tempo residuo prima del guasto;
 - **Secondo condizione** (non ciclica TIPO T): subordinata al raggiungimento di un valore limite predeterminato (tale valore strumentale o visivo può essere acquisito in maniera automatica o meno).
- **Manutenzione correttiva**:



PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA DI 2° FASE

RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA

Lotto 2

Relazione Descrittiva Generale	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 05 RG	MD 00 0 0 001	0	82 DI 82

- **TIPO T** (non ciclica): manutenzione eseguita a seguito della rilevazione di un'avaria e volta a riportare un'entità nello stato in cui essa possa eseguire una funzione richiesta.

Il Piano di Manutenzione di manutenzione dell'opera e delle sue parti dovrà essere redatto in fase di Progetto Esecutivo in conformità a quanto richiesto dal DPR207/10.