

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**S.O. COORDINAMENTO DI SISTEMA E PFTE**

**PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA DI 2° FASE**

**RADDOPPIO DECIMOMANNU-VILLAMASSARGIA**

**LOTTO 2**

**ELABORATI GENERALI**

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

SCALA:

-

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

RR0P 02 R 14 RG IF0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione a seguito di richiesta integrazioni CSSLPP	G.Crisà	Agosto 2023	P.Di Gennaro	Agosto 2023	T.Paoletti	Agosto 2023	G.Ingresso

ITALFERR s.p.a.  
COORDINAMENTO DI SISTEMA  
Dot. Ing. GIULIO INGROSSO  
Ordine di Impiego n. 2008  
Agosto 2023

Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	2 DI 32

## Sommario

1	PREMESSA .....	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	5
3	ALTERNATIVE PROGETTUALI A CONFRONTO .....	5
3.1	FASI COSTRUTTIVE .....	7
3.1.1	<i>Soluzione 1 (soluzione progettuale)</i> .....	7
3.1.2	<i>Soluzione 2</i> .....	8
3.1.3	<i>Soluzione 3 e 4</i> .....	8
3.1.4	<i>Soluzione 5 e 6</i> .....	9
3.2	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....	10
3.2.1	<i>Soluzione 1 (soluzione progettuale)</i> .....	10
3.2.2	<i>Soluzione 2</i> .....	11
3.2.3	<i>Soluzione 3</i> .....	11
3.2.4	<i>Soluzione 4</i> .....	12
3.2.5	<i>Soluzione 5</i> .....	13
3.2.6	<i>Soluzione 6</i> .....	14
4	DESCRIZIONE DEI CRITERI DELL'ANALISI COMPARATIVA .....	16
4.1	COMPLESSITÀ INFRASTRUTTURALE .....	16
4.1.1	<i>Opere idrauliche</i> .....	17
4.1.2	<i>Cavalcaferrovia</i> .....	19
4.2	ESERCIZIO FERROVIARIO .....	20
4.2.1	<i>Soggezione dell'esercizio e regolarità della circolazione</i> .....	20
4.3	IMPATTI SUL TERRITORIO .....	21
4.3.1	<i>Consumo di nuovo suolo</i> .....	21
4.3.2	<i>Demolizioni</i> .....	24
4.4	CANTIERIZZAZIONE .....	25

Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	3 DI 32

4.4.1	<i>Tempi di realizzazione</i> .....	25
4.5	COSTI .....	26
5	CONCLUSIONI .....	31

## 1 PREMESSA

Il progetto di raddoppio della tratta Decimomannu-Villamassargia nasce dalla necessità di incrementare le potenzialità e le prestazioni della linea esistente.

L'intervento si sviluppa sulla linea su cui confluiscono i servizi Cagliari-Iglesias e Cagliari-Carbonia, ed il raddoppio della linea tra Decimomannu e Villamassargia è previsto nell'ambito dell'Accordo Quadro TPL tra RFI e Regione Sardegna. La sua estensione è pari a circa 30 km e prevede la realizzazione del raddoppio di binario tra le due località di servizio, 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 – Suddivisione in tratte**

L'intervento è stato suddiviso in n°4 tratte funzionali, 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.

Di seguito si riporta l'elenco delle tratte di progetto:

- Tratta 1 – Raddoppio Decimomannu – Villaspeciosa
- Tratta 2 – Raddoppio Villaspeciosa – abitato di Siliqua (stazione esclusa)
- Tratta 3 – Raddoppio Siliqua (stazione inclusa) – Punto intermedio (Nuovo P.C.)
- Tratta 4 – Raddoppio Punto Intermedio (Nuovo P.C.) – Villamassargia

La tratta 2 del presente progetto rientra tra le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	5 DI 32

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nel presente documento viene illustrata l'analisi comparativa tra la soluzione progettuale e le diverse alternative considerate nell'ambito del lotto 2 del progetto di raddoppio della tratta Decimomannu-Villamassargia.

Il presente lotto rientra tra le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e pertanto dovrà rispettare regole, confini, condizioni e vincoli definiti all'interno del piano.

## 3 ALTERNATIVE PROGETTUALI A CONFRONTO

La soluzione progettuale (di seguito denominata **soluzione 1**) prevede la realizzazione della nuova coppia di binari posti ad interasse di 4.00m, con il binario dispari coincidente planimetricamente con il binario esistente (linea storica a singolo binario) mentre a sud di quest'ultimo si posiziona il nuovo binario pari; la realizzazione del raddoppio è prevista in assenza di esercizio.

Dal punto di vista altimetrico, la linea esistente presenta un alternarsi di basse trincee e di bassi rilevati. In corrispondenza dei tratti in rilevato sono presenti alcune opere idrauliche esistenti, le cui dimensioni risultano non essere adeguate a convogliare in sicurezza le portate di progetto e né permettono un'agevole attività di manutenzione ed ispezione. Pertanto nell'ambito del progetto di raddoppio della linea attuale, si rende necessario un innalzamento della livelletta ferroviaria al fine di realizzare dei nuovi attraversamenti idraulici con dimensioni idonee al transito delle portate di progetto, garantendo un adeguato grado di riempimento e garantendo le attività di manutenzione ed ispezione. Tale innalzamento è pari a massimo 1.80 m circa.

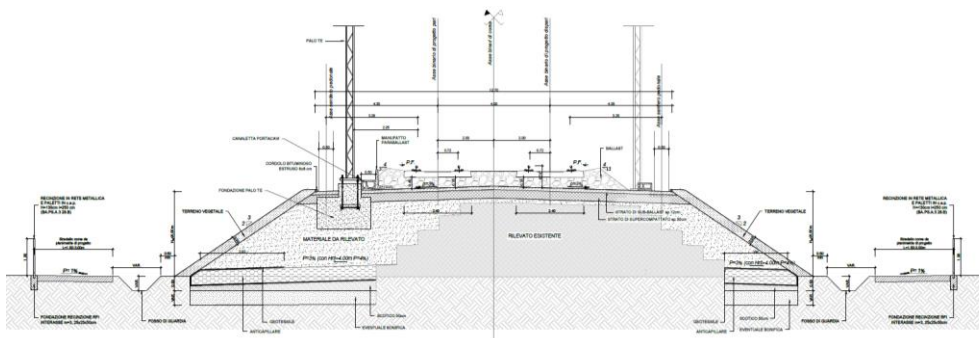


Figura 1 – Sezione tipo in rilevato con raddoppio a 4.00m e innalzamento del piano del ferro

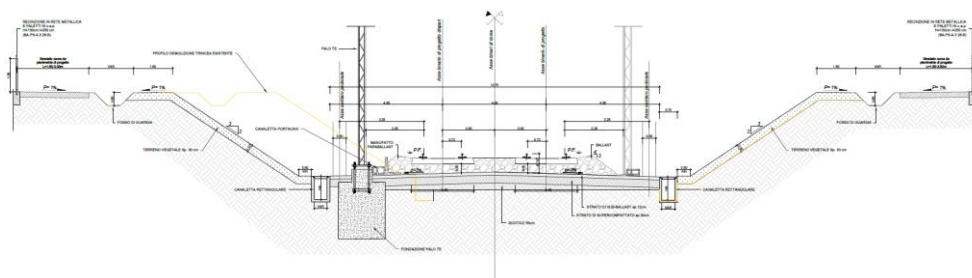


Figura 2 – Sezione tipo in trincea con raddoppio a 4.00m

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	6 DI 32

Le fasi costruttive prevedono l'interruzione dell'esercizio ferroviario sulla linea storica esistente, la demolizione del binario esistente, l'allargamento del rilevato e la realizzazione della nuova coppia di binari posti ad interasse di 4.00m.

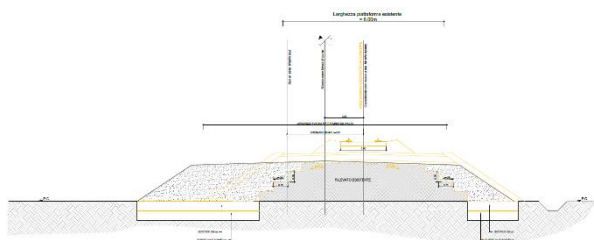


Figura 3 - Fase 1: demolizione binario esistente e allargamento del rilevato

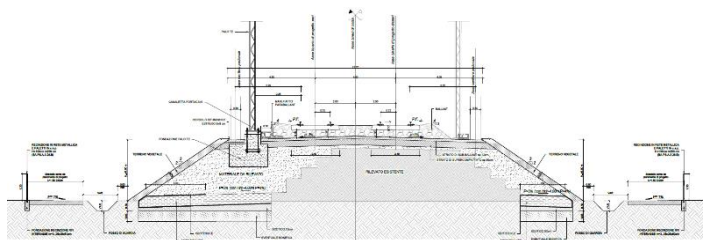


Figura 4 - Fase 2: realizzazione nuova coppia di binari

La scelta della soluzione di progetto (denominata **soluzione 1**) è stata definita a seguito di un confronto tra diverse soluzioni alternative, di seguito sinteticamente descritte.

Una prima soluzione alternativa, **soluzione 2**, prevede la realizzazione del binario di raddoppio a 5.50m a sud dal binario esistente, garantendo l'esercizio ferroviario.

Anche in questa soluzione, naturalmente si rende necessario un innalzamento della livelletta ferroviaria al fine di realizzare dei nuovi attraversamenti idraulici con dimensioni idonee al transito delle portate di progetto garantendo un adeguato grado di riempimento e garantendo le attività di manutenzione ed ispezione.

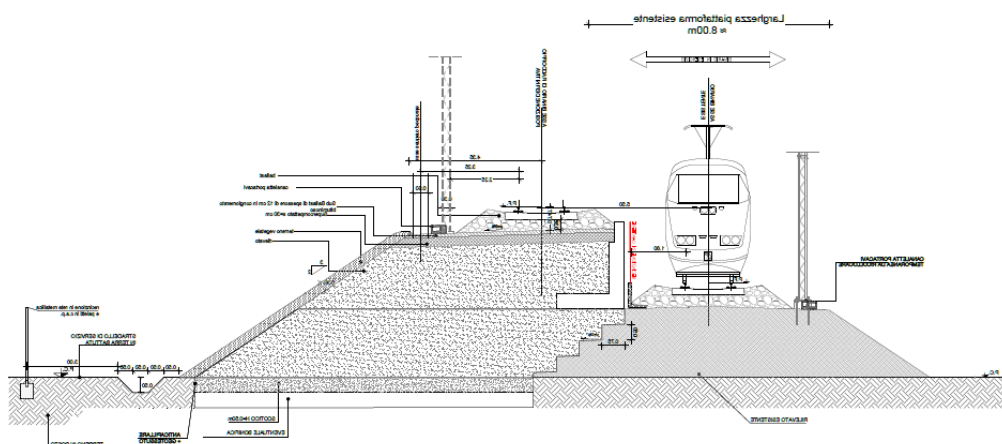


Figura 5 – Sezione tipo in rilevato con raddoppio a 5.50m e innalzamento del piano del ferro - fase di realizzazione della nuova sede ferroviaria con mantenimento dell'esercizio sul binario esistente

Le fasi costruttive prevedono, quindi, che il binario di raddoppio (rilevato, piattaforma ferroviaria, armamento, tecnologie) sia realizzato in affiancamento all'esistente in esercizio. Successivamente alla realizzazione del binario di raddoppio e allo spostamento dell'esercizio su quest'ultimo, vengono demoliti binario e piattaforma esistenti e viene realizzata una nuova piattaforma ferroviaria in continuità alla sede già realizzata.



Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	7 DI 32

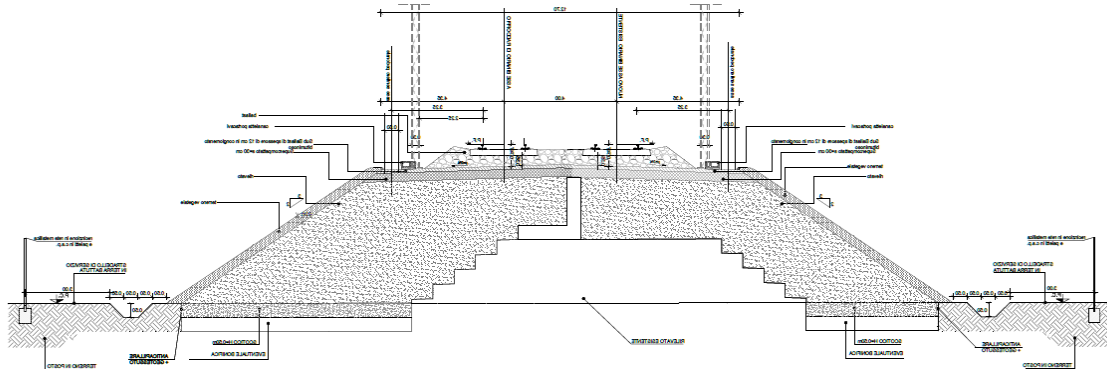


Figura 6 – Sezione tipo in rilevato con raddoppio a 5.50m e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale

Le ulteriori soluzioni alternative (soluzione 3,4,5 e 6) individuate, prevedono tutte un tratto di raddoppio fuori sede (in variante rispetto all'esistente). A tal fine è stata definita una distanza minima del binario di raddoppio dall'esistente, tale che si possano effettuare le lavorazioni di realizzazione della nuova sede senza dover prevedere opere provvisorie sul rilevato esistente/nuovo e senza, quindi, interferire con l'esercizio della linea esistente.

Le soluzioni alternative proposte sono:

- **soluzione 3 e soluzione 4** che prevedono la realizzazione di **una nuova sede a singolo binario** di raddoppio a 20.00m rispettivamente a nord e a sud dal binario esistente. Successivamente alla realizzazione del binario di raddoppio, vengono adeguati in sede il binario e la piattaforma esistenti al fine di ottenere la quota del ferro di progetto, con i necessari innalzamenti. **Si realizzano così due nuovi singoli binari.**
- **soluzione 5 e soluzione 6** che prevedono la realizzazione di una **nuova sede a doppio binario** in variante rispettivamente a nord e a sud dal binario esistente. Successivamente alla realizzazione della nuova sede, viene demolito il binario e la piattaforma esistente.

### 3.1 Fasi costruttive

#### 3.1.1 Soluzione 1 (soluzione progettuale)

Nella soluzione 1 si interrompere l'esercizio ferroviario sul binario esistente realizzando così, in stretto affiancamento a 4.00m, il binario di raddoppio.

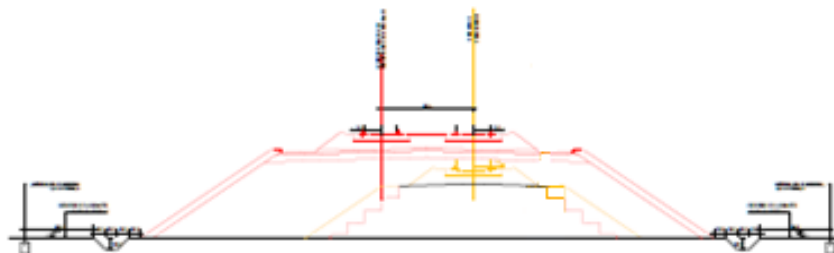


Figura 7 – Sezione tipo in rilevato con raddoppio in sede in stretto affiancamento a 4.00m e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale nuova sede a doppio binario

Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	8 DI 32

### 3.1.2 Soluzione 2

Le fasi costruttive prevedono che il binario di raddoppio (rilevato, piattaforma ferroviaria, armamento, tecnologie) sia realizzato in affiancamento all'esistente in esercizio.

E' prevista la realizzazione di un'opera di sostegno per consentire l'innalzamento della quota del piano del ferro.

Successivamente alla realizzazione del binario di raddoppio, vengono demoliti il binario e la piattaforma esistenti e viene realizzata una nuova piattaforma ferroviaria in continuità alla sede già realizzata.

Il nuovo binario, lato binario esistente, viene realizzato direttamente a un interasse di 4.00m.

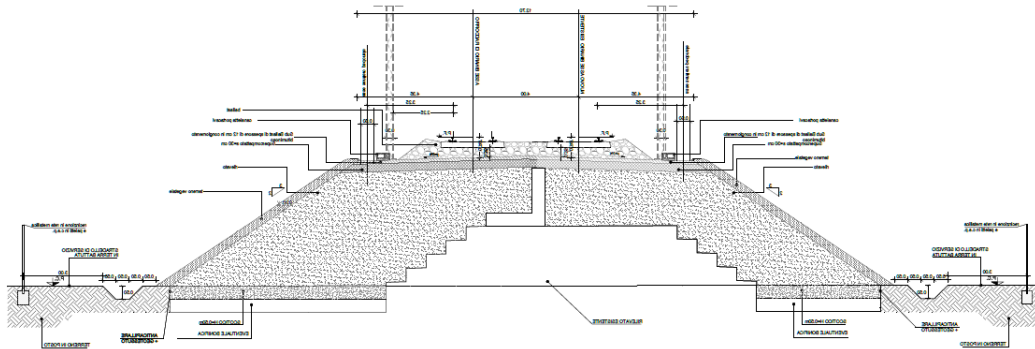


Figura 8 – Sezione tipo in rilevato con raddoppio a 5.50m e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale

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 pari a 3 metri e della recinzione.

### 3.1.3 Soluzione 3 e 4

Le fasi costruttive prevedono che il binario di raddoppio (rilevato, piattaforma ferroviaria, armamento, tecnologie) sia realizzato a una distanza di 20.00m dal binario esistente. Successivamente alla realizzazione della nuova sede di raddoppio a singolo binario, l'esercizio viene spostato sul nuovo singolo binario in modo da poter adeguare, in sede, il binario esistente rendendo compatibile il piano del ferro con quello della nuova sede.

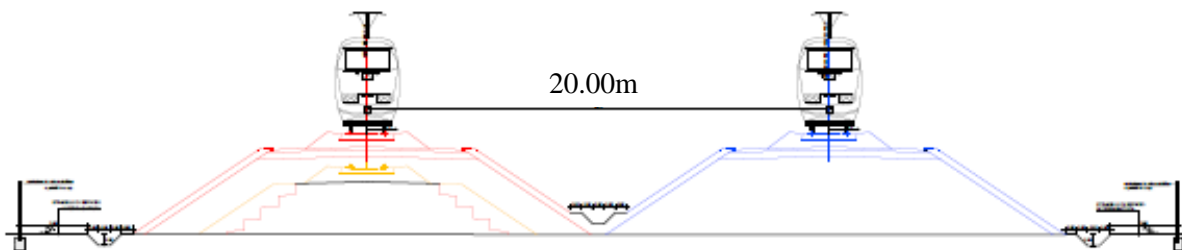
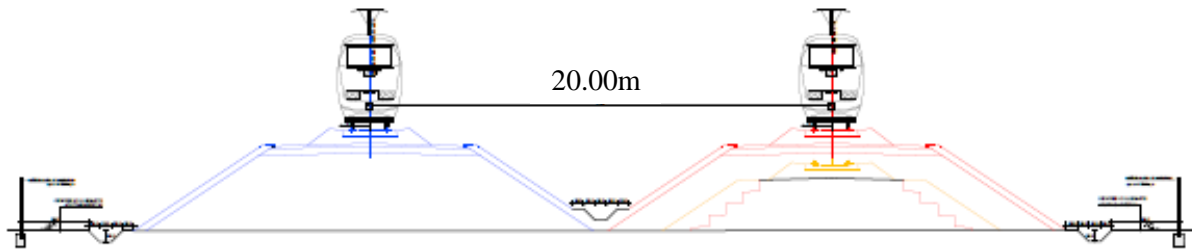


Figura 9 – Sezione tipo soluzione 3 in rilevato con raddoppio a 20.00m e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale due singoli binari



Addendum: Analisi delle alternative di progetto

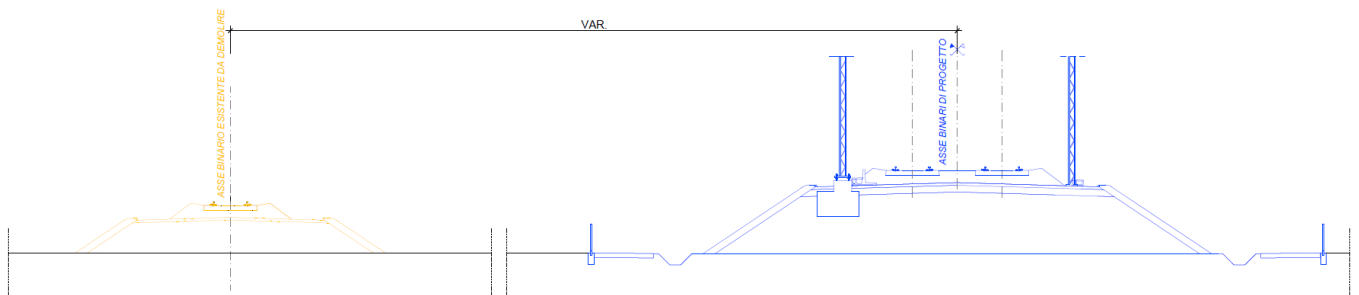
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	9 DI 32



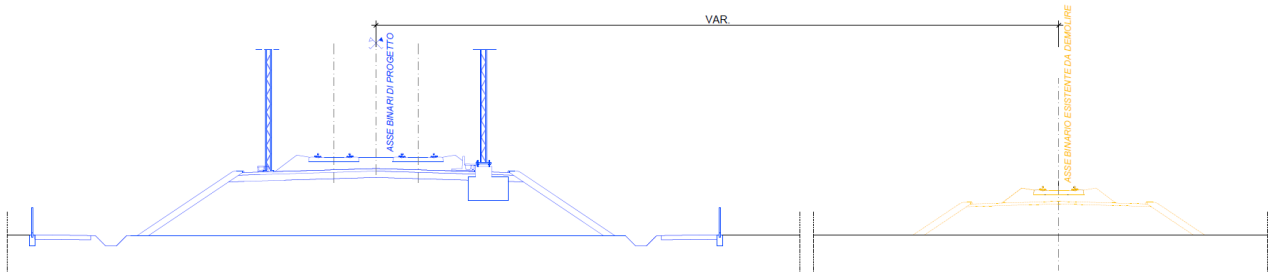
**Figura 10 – Sezione tipo soluzione 4 in rilevato con raddoppio a 20.00m e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale due singoli binari**

### 3.1.4 Soluzione 5 e 6

Le fasi costruttive prevedono sia realizzata una nuova sede (rilevato, piattaforma ferroviaria, armamento, tecnologie) a doppio binario a una distanza variabile dal binario esistente. Successivamente alla realizzazione della nuova sede di raddoppio a singolo binario, l'esercizio viene spostato sulla nuova sede e viene demolita la sede esistente.



**Figura 5 – Sezione tipo soluzione 5 in rilevato con raddoppio in variante e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale nuova sede a doppio binario**



**Figura 5 – Sezione tipo soluzione 6 in rilevato con raddoppio in variante e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale nuova sede a doppio binario**

Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	10 DI 32

### 3.2 Descrizione del tracciato

#### 3.2.1 Soluzione 1 (soluzione progettuale)

L'inizio dell'intervento di raddoppio è posto al km 4 circa della linea storica (identificato come km 0 di questo progetto) con il posizionamento di una comunicazione che consente il passaggio dal singolo al doppio binario. La fine dell'intervento, km 5+450, coincide con la punta scambi della comunicazione che consente il passaggio dal doppio al singolo binario della linea storica.

Dal punto di vista planimetrico entrambi i binari BP e BD sono costituiti da un unico rettilineo in cui è prevista una velocità pari a 180 km/h.

Al km 1+220 circa, la linea incontra un cavalcaferrovia esistente che garantisce il passaggio dall'area del comune di Villaspesiosa a quella del comune di Uta. Le dimensioni dell'opera risultano compatibili con la presente soluzione di raddoppio, pertanto non è oggetto di intervento.

Al km 4+155 circa, la linea interferisce con un PL (passaggio a livello) che viene soppresso. Per il ripristino della continuità viaria, si realizza un nuovo cavalcaferrovia (IV01) di scavalco della nuova coppia di binari.



**Figura 11– Planimetria soluzione 1 - raddoppio in sede in stretto affiancamento a 4.00m e innalzamento del piano del ferro**

Di seguito una tabella riepilogativa degli interassi di raddoppio:

PROGRESSIVA INIZIO	PROGRESSIVA FINE	LATO DEL RADDOPPIO	INTERASSE [m]	SVILUPPO [m]
0+000	5+450	SUD	4.00	5450

Di seguito si riportano in forma tabellare tutte le interferenze viarie con l'infrastruttura ferroviaria; in particolare alla progressiva 1+220 ricade il cavalcaferrovia esistente che risulta compatibile con il futuro raddoppio e che viene evidenziato in arancione nella seguente tabella:

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	11 DI 32

PROGRESSIVA DI PROGETTO	VIABILITÀ ESISTENTE	WBS DI PROGETTO	note
<b>1+220</b>	<b>strada locale</b>	<b>-</b>	<b>Cavalcaferrovia</b>
da 1+300 a 2+900	strada locale	NV01	Adeguamento viabilità
4+155	strada locale	NV02	Soppressione PL
da 4+200 a 4+830	strada locale	NV03	Adeguamento viabilità

### 3.2.2 Soluzione 2

La soluzione 2 dal punto di vista del tracciato piano altimetrico presenta le medesime caratteristiche geometriche e le medesime interferenze con la soluzione 1 descritta in precedenza. La differenza tra le due soluzioni è legata alla sole fasi realizzative (vedi paragrafo precedente 3.2.1).

### 3.2.3 Soluzione 3

La soluzione 3 prevede la realizzazione in variante del nuovo singolo binario a nord della linea storica ad una distanza indicativa di circa 20.00m. L'intervento inizia al km 4 circa della linea storica (identificato come km 0 di questo progetto) con il posizionamento di uno scambio che consente il passaggio dalla linea esistente al nuovo singolo binario. La fine dell'intervento, km 5+450, coincide con la punta del secondo scambio che consente il passaggio dal nuovo singolo binario al binario della linea storica.

L'interasse di raddoppio risulta variabile nel tratto iniziale e finale ove il nuovo singolo binario si allontana dalla linea storica per poi posizionarsi all'interasse costante di circa 20.00m nel tratto centrale. Tale distanza consente la realizzazione della variante in affiancamento all'esistente cercando di limitare l'uso del suolo (aree intercluse tra le due sedi a singolo binario) e di consentire prestazioni con velocità non inferiori ai 100 km/h

Infatti, è necessario introdurre delle curve compatibili con velocità pari a 100km/h nei tratti iniziale e finale, mentre nel tratto centrale si garantisce la velocità pari al valore di progetto 180 km/h.

Al km 1+220 circa, il nuovo singolo binario interferisce con il cavalcaferrovia esistente, pertanto per tale soluzione si dovrà prevedere un intervento di progetto di modifica della configurazione esistente dell'opera.

Come per le soluzioni precedenti, al km 4+155 circa, la linea interferisce con un PL (passaggio a livello). Anche in questo caso si dovrà realizzare un nuovo cavalcaferrovia che dovrà scavalcare entrambi i singoli binari.

Dal km 4+850 circa fino a fine intervento, il nuovo singolo binario genera una interferenza con la strada provinciale SP90 per la quale dovrà essere prevista un'importante variante della strada provinciale.



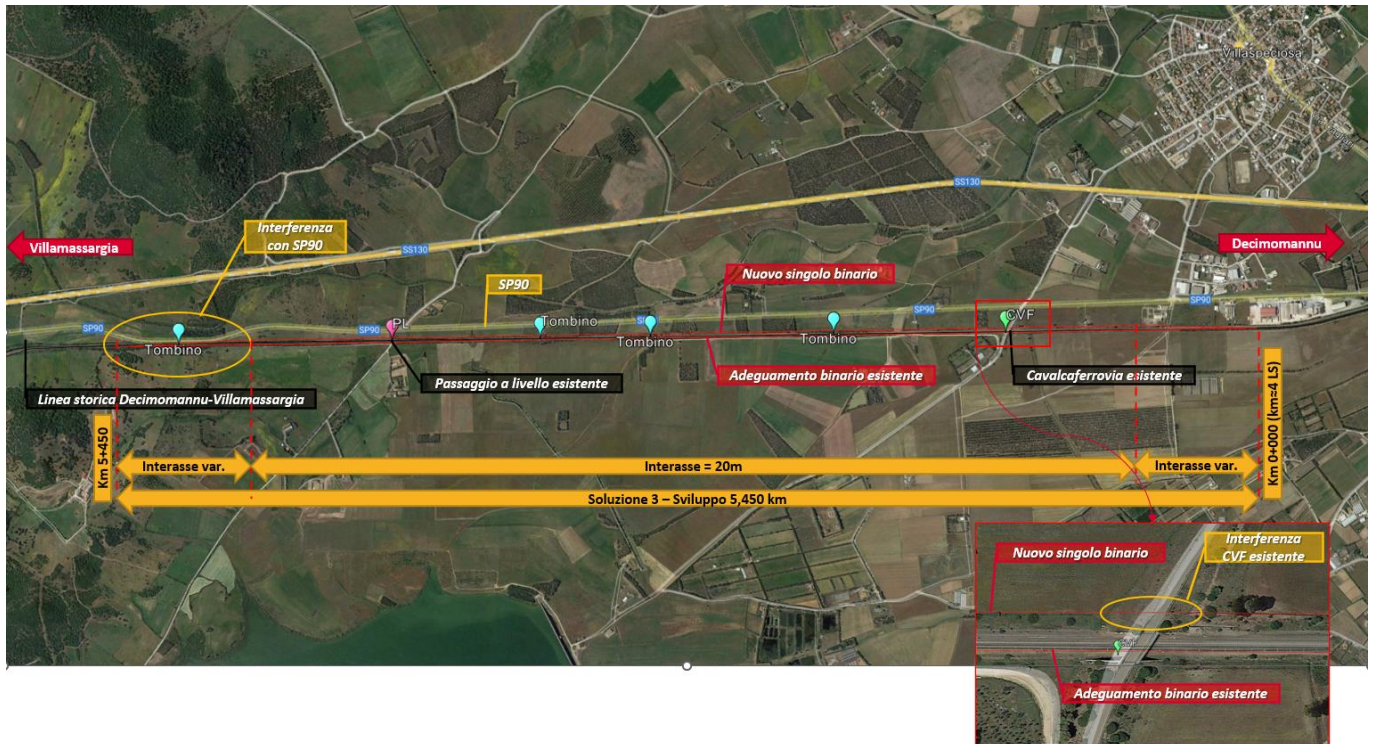


Figura 12– Planimetria soluzione 3 - raddoppio a nord ad interasse 20.00m e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale due singoli binari

### 3.2.4 Soluzione 4

La soluzione 4 prevede la realizzazione in variante del nuovo singolo binario a sud della linea storica ad una distanza di 20.00m. L'intervento inizia al km 4 circa della linea storica (identificato come km 0 di questo progetto) con il posizionamento di uno scambio che consente il passaggio dalla linea esistente al nuovo singolo binario. La fine dell'intervento, km 5+450, coincide con la punta scambi del secondo scambio che consente il passaggio dal nuovo singolo binario al binario della linea storica.

L'interasse di raddoppio risulta variabile nel tratto iniziale e finale ove il nuovo singolo binario si allontana dalla linea storica per poi posizionarsi all'interasse costante di circa 20.00m nel tratto centrale. Tale distanza consente la realizzazione della variante in affiancamento all'esistente cercando di limitare l'uso del suolo (aree intercluse tra le due sedi a singolo binario) e di consentire prestazioni con velocità non inferiori ai 100 km/h

Infatti, è necessario introdurre delle curve compatibili con velocità pari a 100km/h nei tratti iniziale e finale, mentre nel tratto centrale si garantisce la velocità pari al valore di progetto 180 km/h.

Anche per questa soluzione, al km 1+220 circa, il nuovo singolo binario interferisce con il cavalcaferrovia esistente, pertanto per tale soluzione si dovrà prevedere un intervento di progetto con modifica della configurazione esistente dell'opera.

Come per le soluzioni precedenti, al km 4+155 circa, la linea interferisce con un PL (passaggio a livello). Anche in questo caso si dovrà realizzare un nuovo cavalcaferrovia che dovrà scavalcare entrambi i singoli binari.



Figura 13– Planimetria soluzione 4 - raddoppio a sud ad interasse 20.00m e innalzamento del piano del ferro - configurazione finale due singoli binari

### 3.2.5 Soluzione 5

La soluzione 5 prevede la realizzazione in variante della nuova coppia di binari a nord della linea storica ad un interasse variabile lungo l'intero sviluppo. L'intervento inizia al km 4 circa della linea storica (identificato come km 0 di questo progetto) con il posizionamento di una comunicazione che consente il passaggio dal singolo binario della linea esistente al nuovo doppio binario. La fine dell'intervento coincide con la punta scambi della comunicazione che consente il passaggio dal doppio al singolo binario della linea storica.

Per garantire le medesime caratteristiche prestazionali in termini di velocità rispetto a quanto sviluppato nella soluzione 1 (soluzione di progetto), la nuova coppia di binari si discosta dalla linea storica per una distanza massima pari a 60.50m.

In corrispondenza del cavalcaferrovia esistente, la nuova coppia risulta interferente con il rilevato dello stesso, pertanto per tale soluzione si dovrà prevedere un intervento di progetto con la modifica della configurazione esistente dell'opera.

Come per le soluzioni precedenti, sulla viabilità in corrispondenza del PL esistente (passaggio a livello), si dovrà realizzare un nuovo cavalcaferrovia che dovrà scavalcare la nuova coppia di binari.



Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	14 DI 32

Nel tratto terminale del tracciato, la nuova coppia di binari genera una interferenza con la strada provinciale SP90 per la quale dovrà essere prevista una variante stradale.

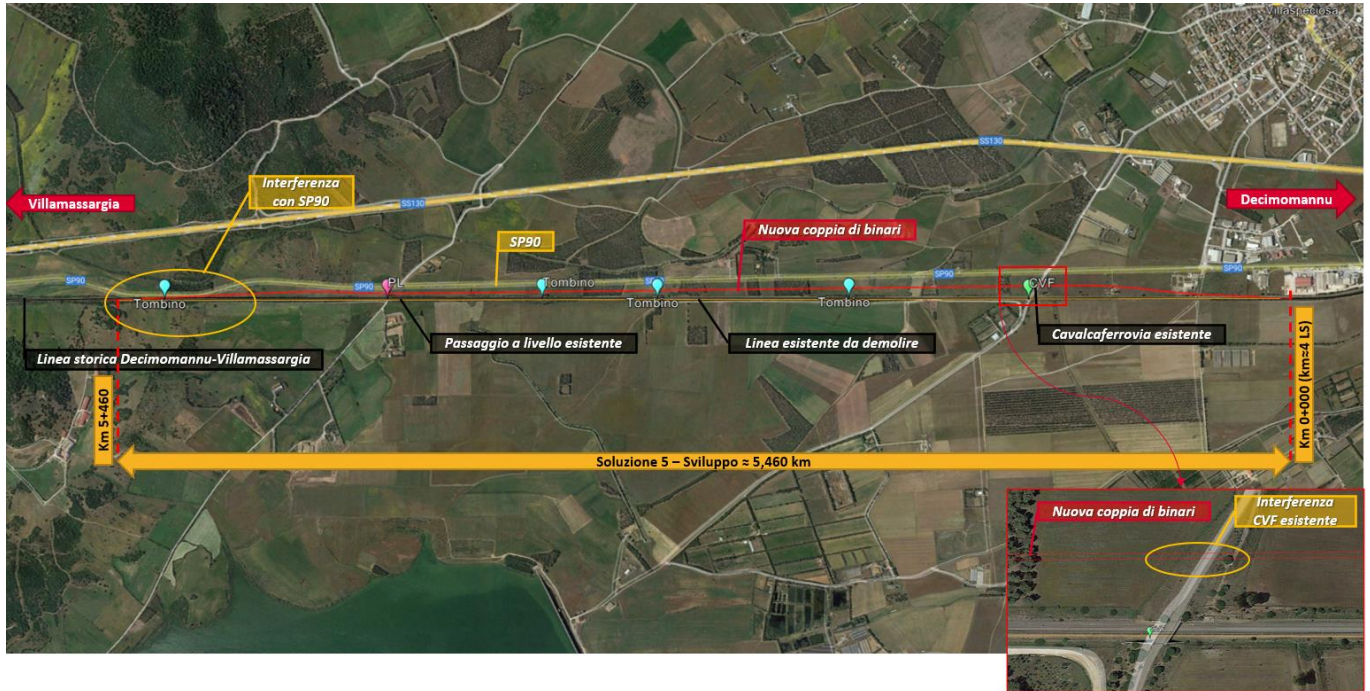


Figura 14– Planimetria soluzione 5 - raddoppio in variante a nord - configurazione finale nuova sede a doppio binario

### 3.2.6 Soluzione 6

La soluzione 6 prevede la realizzazione in variante della nuova coppia di binari a sud della linea storica ad un interasse variabile lungo l'intero sviluppo. L'intervento inizia al km 4 circa della linea storica (identificato come km 0 di questo progetto) con il posizionamento di una comunicazione che consente il passaggio dal singolo binario della linea esistente al nuovo doppio binario. La fine dell'intervento coincide con la punta scambi della comunicazione che consente il passaggio dal doppio al singolo binario della linea storica.

Per garantire le medesime caratteristiche prestazionali in termini di velocità rispetto a quanto sviluppato nella soluzione 1 (soluzione di progetto), la nuova coppia di binari si discosta dalla linea storica per una distanza massima pari a 82.00m.

In corrispondenza del cavalcaferrovia esistente, la nuova coppia risulta interferente con il rilevato dello stesso, pertanto per tale soluzione si dovrà prevedere un intervento di progetto che preveda la modifica della configurazione esistente dell'opera.

Come per le soluzioni precedenti, sulla viabilità in corrispondenza del PL esistente (passaggio a livello), si dovrà realizzare un nuovo cavalcaferrovia che dovrà scavalcare la nuova coppia di binari.



Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	15 DI 32

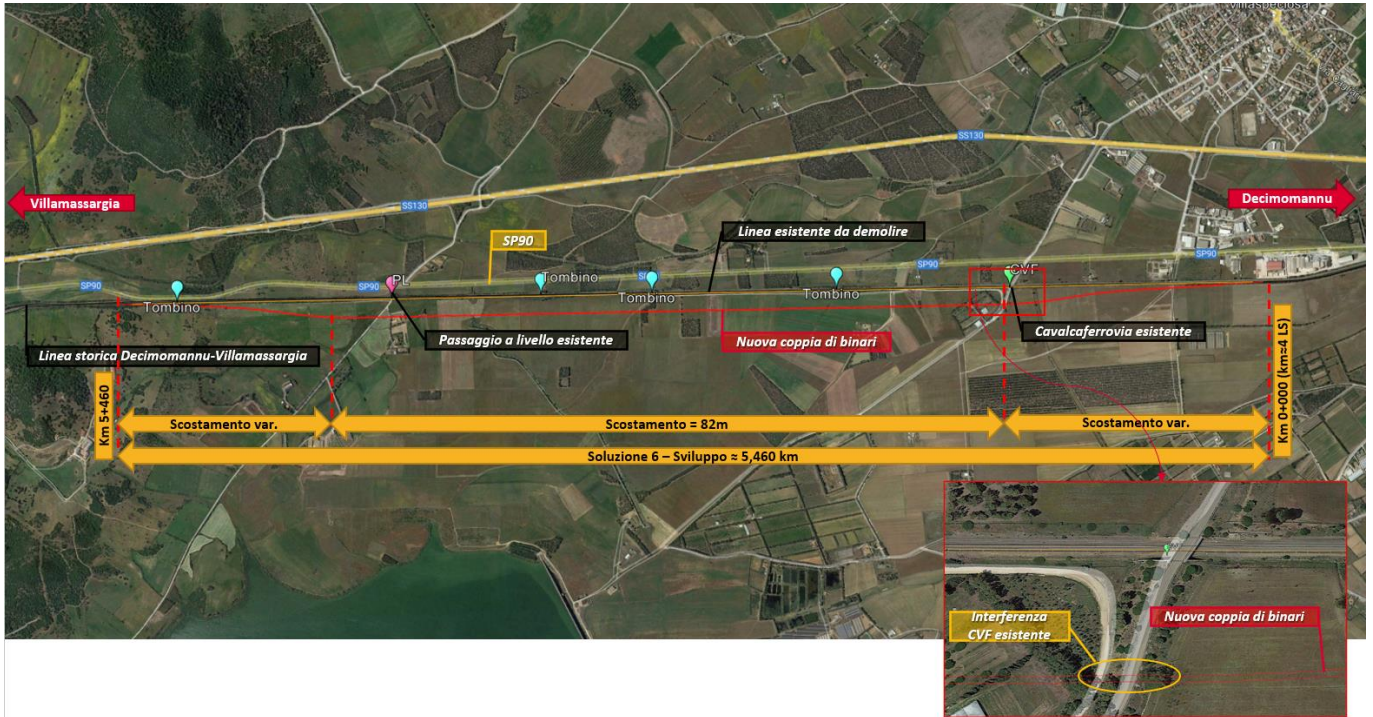


Figura 15– Planimetria soluzione 6 - raddoppio in variante a sud - configurazione finale nuova sede a doppio binario

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	16 DI 32

#### 4 DESCRIZIONE DEI CRITERI DELL'ANALISI COMPARATIVA

L'analisi comparativa delle alternative descritte nel paragrafo precedente è stata condotta identificando i temi principali di riferimento, ciascuno dei quali articolato in uno o più indicatori; a ciascun indicatore è stato associato un determinato metodo di valutazione, omogeneo per ciascuna ipotesi progettuale.

I temi sono stati identificati in considerazione dell'inserimento dell'infrastruttura nel contesto territoriale e urbano.

Ad ogni indicatore viene associata l'assegnazione di un "giudizio", finalizzato all'effettuazione dei confronti. Gli indicatori sono contrassegnati da 4 livelli di giudizio (rosso, giallo, arancione e verde) in funzione dell'efficacia delle soluzioni rispetto all'indicatore in esame.

Legenda giudizio di valore:

basso	B
medio basso	MB
medio alto	MA
alto	A

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con l'individuazione dei temi e degli indicatori relativi:

TEMI	INDICATORI
<b>Complessità infrastrutturale</b>	Opere idrauliche
	Cavalcaferrovia
<b>Esercizio ferroviario</b>	Soggezione all'esercizio e regolarità della circolazione
<b>Impatti sul territorio\</b>	Consumo di nuovo suolo
	Demolizioni
<b>Cantierizzazione</b>	Tempi di realizzazione
<b>Costi</b>	Costo dell'intervento

Si precisa che sono escluse dall'analisi comparativa sia l'armamento che le tecnologie perché invariante tra le soluzioni analizzate.

##### 4.1 Complessità infrastrutturale

Il tema relativo alla complessità infrastrutturale riguarda la tipologia delle opere previste per le soluzioni alternative a confronto e viene analizzato in base all'intervento e all'estensione/quantità delle stesse.

Le tipologie di opere, che presentano un grado crescente di complessità intrinseca dell'opera e indipendente dal territorio, sono:

- opere idrauliche
- cavalcaferrovia

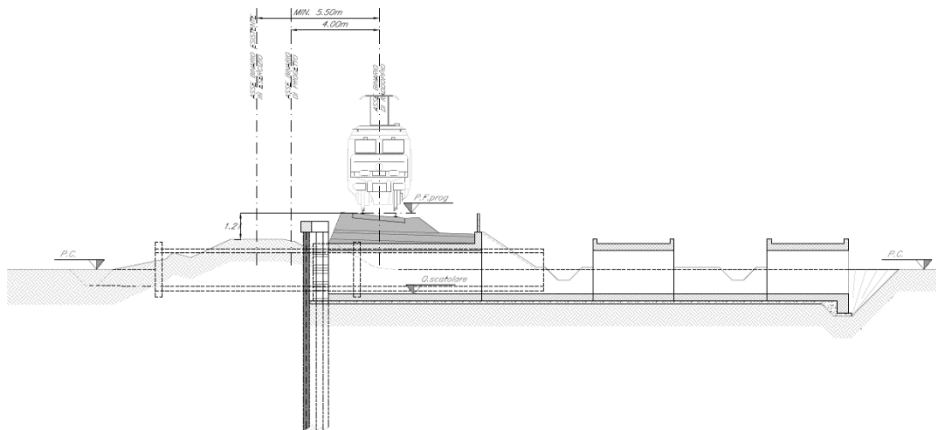
La complessità realizzativa del corpo ferroviario e degli attraversamenti idraulici aumenta in virtù della presenza dell'esercizio quando realizzati in stretto affiancamento e con l'innalzamento del piano del ferro.

Le alternative vengono confrontate con la soluzione 1 di progetto.

Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	17 DI 32

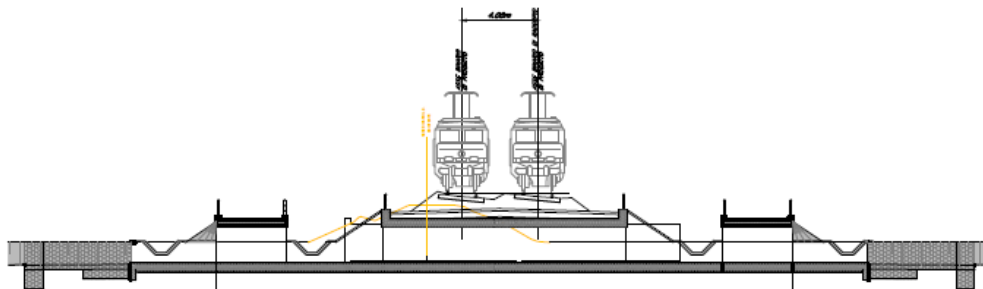
#### 4.1.1 Opere idrauliche

Per quanto riguarda le opere idrauliche si confrontano non solo il numero e la lunghezza trasversale dell'opera, ma anche la possibilità di dover realizzare delle opere provvisorie, quali paratie di micropali, a sostegno del rilevato esistente al fine di non interrompere l'esercizio. In particolare, l'eventualità di dover realizzare delle opere provvisorie al fine di non interrompere l'esercizio sulla linea esistente si verifica nella soluzione 2, trattandosi di un raddoppio in stretto affiancamento, come schematizzato nella seguente sezione:

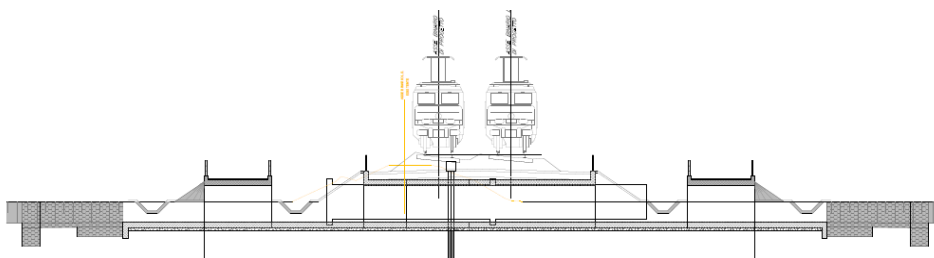


Rispetto allo sviluppo trasversale dei tombini, risulta quanto segue:

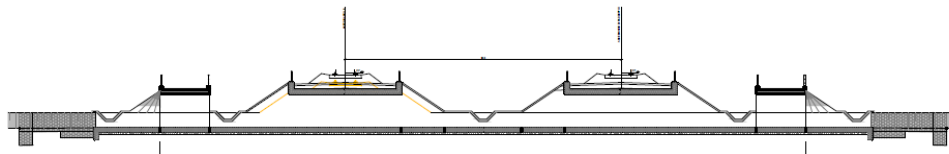
- soluzione 1, lo sviluppo trasversale del tombino è mediamente pari a 30m circa ma in questo caso non è necessario realizzare delle opere provvisorie a sostegno del binario esistente in quanto il raddoppio viene realizzato in assenza di esercizio;



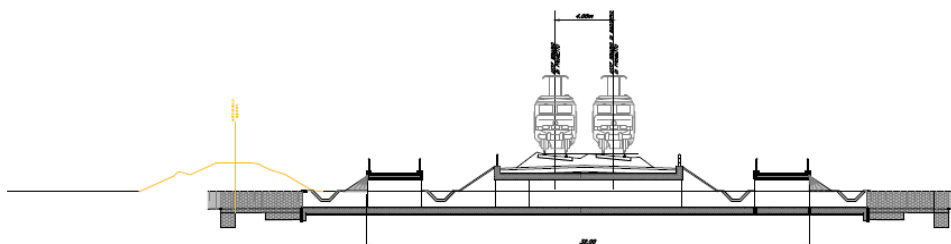
- soluzione 2, analogamente alla soluzione progettuale, lo sviluppo trasversale medio del tombino è pari a 30.00m circa con la necessità di realizzare delle opere provvisorie a sostegno del binario esistente al fine di mantenere in esercizio il binario esistente durante le fasi di realizzazione del raddoppio;



- soluzioni 3 e 4, lo sviluppo trasversale medio del tombino è pari a 50m circa. Lo sviluppo dell'opera è maggiore rispetto alla soluzione 1 e 2 in quanto le soluzioni 3 e 4 prevedono la realizzazione di due singoli binari. Trattandosi di un raddoppio fuori sede non sono necessarie opere provvisionali in quanto l'esercizio del binario esistente è comunque garantito durante le fasi di realizzazione del raddoppio;



- soluzioni 5 e 6, lo sviluppo trasversale medio del tombino è pari a 30.00m circa, come per la soluzione 1, e in questo caso non è necessario realizzare delle opere provvisionali a sostegno del binario esistente in quanto il raddoppio viene realizzato interamente fuori sede.



Nella tabella riportata di seguito, si indicano per ciascuna soluzione il numero dei tombini, il loro sviluppo medio complessivo e la necessità di prevedere delle opere provvisionali necessarie alla realizzazione degli attraversamenti idraulici in caso di raddoppio in stretto affiancamento in presenza dell'esercizio ferroviario (come nel caso della soluzione 2).

Dimensioni trasversali tombini		DN1500	2.00x2.00	3.00x3.00	4.00x3.00
SOL.1	Numero di opere [n°]	5	1	2	1
	Lunghezza media [m]	150	30	60	30
	Opere provvisionali [si/no]	no	no	no	no
SOL.2	Numero di opere [n°]	5	1	2	1
	Lunghezza media [m]	150	30	60	30
	Opere provvisionali [si/no]	si	si	si	si
SOL.3 E 4	Numero di opere [n°]	5	1	2	1
	Lunghezza media [m]	250	50	100	50
	Opere provvisionali [si/no]	no	no	no	no
SOL. 5 e 6	Numero di opere [n°]	5	1	2	1
	Lunghezza media [m]	150	30	60	30
	Opere provvisionali [si/no]	no	no	no	no

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	19 DI 32

Si deduce che i tombini, nelle soluzioni 1, 3, 4, 5 e 6 presentano una complessità realizzativa minore rispetto alla soluzione 2 in quanto non sono previste opere provvisoriale ma, di contro, nella soluzione 3 e 4, i tombini presentano uno sviluppo complessivo in metri lineari maggiore rispetto alle altre soluzioni, in quanto tali opere dovranno coprire un'impronta più grande di rilevato.

Di seguito si riporta la tabella di giudizio e confronto per quanto concerne l'indicatore oggetto del paragrafo.

TABELLA DI CONFRONTO - COMPLESSITÀ INFRASTRUTTURALE	
SOLUZIONE	Opere idrauliche
1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio	A
2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio	B
3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente	MB
4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente	MB
5: Raddoppio doppio binario in variante a nord + demolizione esistente	MA
6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente	MA

#### 4.1.2 Cavalcaferrovia

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa del numero di nuovi cavalcaferrovia da prevedere nel progetto per le diverse soluzioni analizzate.

	SOL. 1	SOL. 2	SOL. 3	SOL. 4	SOL. 5	SOL. 6
NUMERO CVF	1	1	2	2	2	2

Dal punto di vista della complessità infrastrutturale legata all'indicatore "cavalcaferrovia", le soluzioni 3,4,5 e 6 risultano essere le più critiche in quanto, trattandosi di un raddoppio fuori sede, aumenta il numero di nuovi cavalcaferrovia e di conseguenza aumenta la lunghezza delle opere di scavalco.

Di seguito si riporta la tabella di giudizio e confronto per quanto concerne l'indicatore oggetto del paragrafo.

TABELLA DI CONFRONTO - COMPLESSITÀ INFRASTRUTTURALE	
SOLUZIONE	Cavalcaferrovia
1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio	MA
2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio	MA
3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente	MB
4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente	MB
5: Raddoppio doppio binario in variante a nord + demolizione esistente	MB
6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente	MB



## 4.2 Esercizio ferroviario

Il tema relativo all'esercizio ferroviario viene descritto attraverso due indicatori: la soggezione dello stesso dovuta alla realizzazione del raddoppio ferroviario in stretto affiancamento e la regolarità della circolazione. La realizzazione di nuove opere ferroviarie interferenti con infrastrutture in esercizio viene normalmente prevista attraverso degli appositi intervalli di circolazione.

Normalmente su ogni infrastruttura ferroviaria sono previsti, da orario, degli "intervalli di circolazione", che in sede di progetto orario sono dedicati alla manutenzione ordinaria. Tali intervalli di circolazione sono detti interruzioni programmate in orario (IPO) caratterizzati da durata (h) e frequenza (gg/sett) e possono anche essere utilizzati per la realizzazione di lavori interferenti senza compromettere la capacità di circolazione della linea stessa. L'impatto sulla circolazione di un intervento a questo stadio della progettazione può essere valutato qualitativamente attraverso la necessità di prevedere o meno l'estensione degli intervalli d'orario previsti da orario per una determinata infrastruttura in esercizio.

Le sei soluzioni alternative messe a confronto sono caratterizzate da un differente impatto sull'infrastruttura ferroviaria in esercizio.

Per ogni soluzione sono state analizzate solo le lavorazioni più complesse e impattanti sull'esercizio ferroviario e valutate in relazione alla possibilità di evitare le soggezioni alla circolazione. Le considerazioni che seguono riguardano i tratti di raddoppio in cui la distanza tra i due binari è almeno pari a 5.50m.

### 4.2.1 Soggezione dell'esercizio e regolarità della circolazione

La soluzione 1 risulta essere la soluzione con maggiore criticità sull'indicatore in quanto si ipotizza che il raddoppio venga realizzato in assenza di esercizio.

La soluzione 2 prevede diverse interruzioni programmate dovute alla realizzazione del raddoppio in stretto affiancamento e conseguentemente è necessario realizzare anche numerose opere provvisorie. Queste lavorazioni e la soggezione dell'esercizio inficia, ovviamente, anche sulla regolarità della circolazione.

Le soluzioni 3,4,5 e 6, invece, sono tra loro equivalenti e presentano meno criticità in quanto, trattandosi di raddoppio fuori sede per quasi la totalità del tracciato ferroviario, necessitano di meno interruzioni programmate e le lavorazioni per la loro realizzazione inficiano quindi, proporzionalmente, meno anche sulla regolarità della circolazione.

TABELLA DI CONFRONTO – ESERCIZIO FERROVIARIO	
SOLUZIONE	Soggezione dell'esercizio
1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio	B
2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio	MB
3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente	MA
4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente	MA
5: Raddoppio doppio binario in variante a nord + demolizione esistente	MA
6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente	MA



Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	21 DI 32

### 4.3 Impatti sul territorio

Il tema relativo all'impatto sul territorio si valuta attraverso due indicatori che sono il consumo di nuovo suolo e le demolizioni di edifici esistenti relative alla sola infrastruttura ferroviaria, pertanto non tiene conto delle occupazioni ed eventuali demolizione derivanti dalle opera extra linea quali nuove viabilità, nuovi cavalcaferrovia ecc.

#### 4.3.1 Consumo di nuovo suolo

Il consumo del nuovo suolo è stato valutato considerando, per tutte le varianti analizzate, una distanza tra piano del ferro e piano campagna lungo la linea analoga alla soluzione di progetto (soluzione 1).

Per quanto riguarda la soluzione 1, il consumo di nuovo suolo è stato calcolato a partire dalle aree di esproprio valutate nel progetto di fattibilità tecnico economica. Per la soluzione 2, essendo coincidente con la soluzione precedente dal punto di vista plano-altimetrico, l'area sarà la medesima.

Soluzione	Consumo di nuovo suolo [mq]
1	42.140
2	42.140

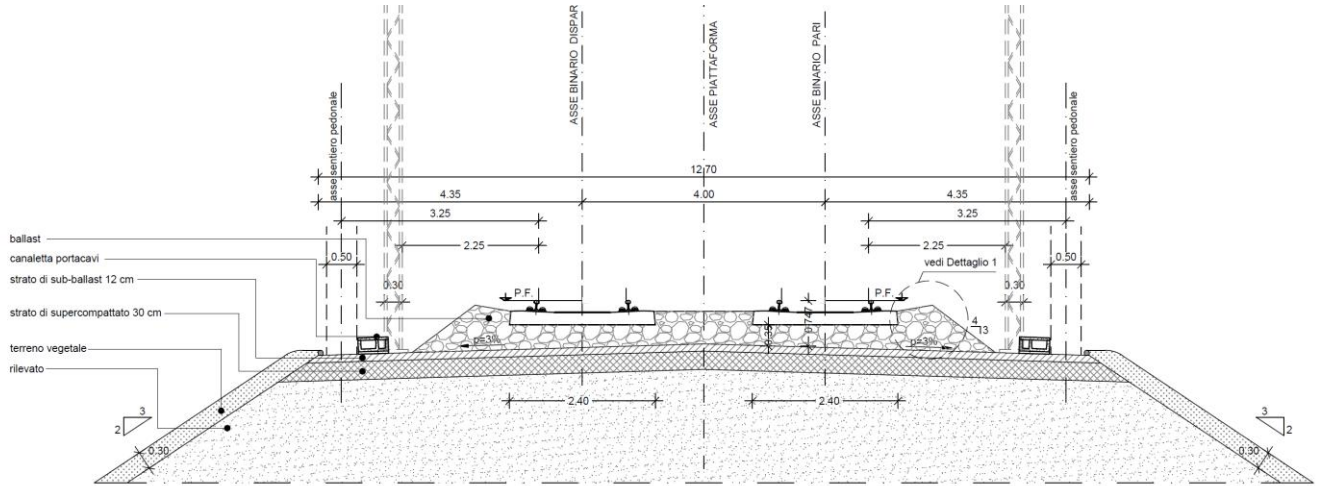
Le impronte delle altre soluzioni sono state calcolate in maniera parametrica rispetto alla soluzione 1, ovvero è stata definita una sezione trasversale media dell'ingombro in pianta a partire dalla soluzione di progetto. In dettaglio, l'intero ingombro in pianta della soluzione progettuale è stato diviso per lo sviluppo del tracciato ottenendo una sezione trasversale equivalente per la soluzione a doppio binario.

Soluzione	Impronta in pianta [mq]	Sviluppo tracciato [m]	Sezione trasversale media DB
1 (soluzione di progetto)	161.600	5.450	29,65

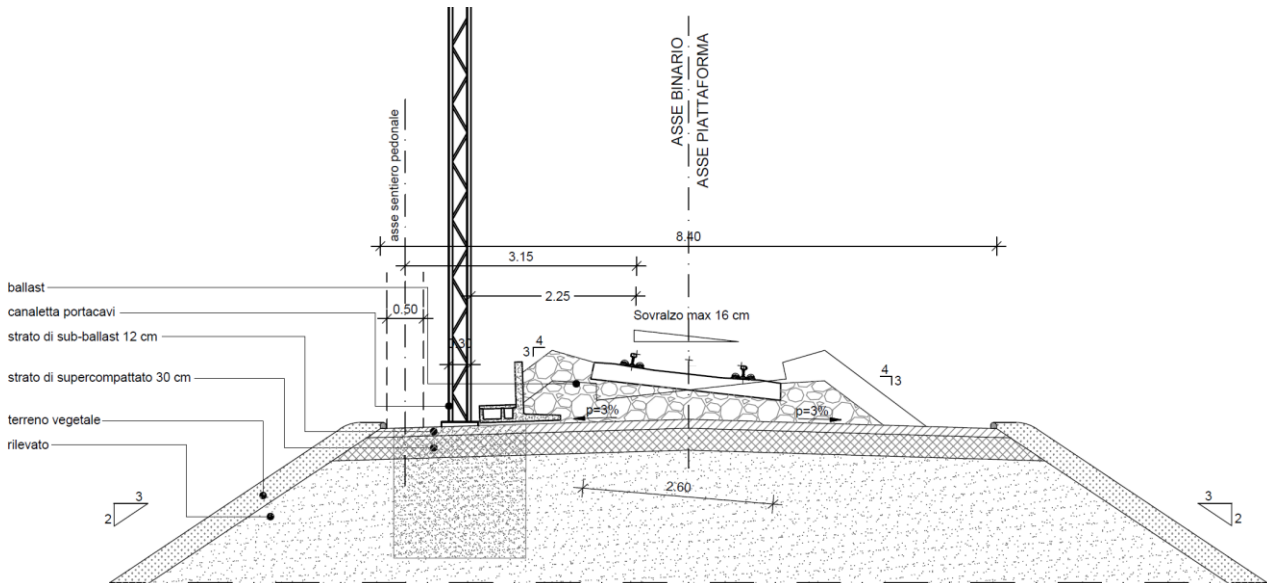
Per le soluzioni a doppia sede a singolo binario (soluzioni 3 e 4) è stato introdotto un coefficiente di riduzione valutato come differenza tra la larghezza della piattaforma del doppio binario e la larghezza della piattaforma del singolo binario (per ogni sede a singolo binario).

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	22 DI 32



**Figura 16 – Sezione tipo in rilevato doppio binario con interasse a 4.00m**



**Figura 17 – Sezione tipo in rilevato singolo binario**

Piattaforma singolo binario [m]	Piattaforma doppio binario [m]	Coefficiente di riduzione
8,40	12,70	66%

Definito il coefficiente di riduzione della sezione possiamo definire la sezione trasversale media per la soluzione a singolo binario.

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	23 DI 32

Soluzione	Impronta in pianta [mq]	Sviluppo tracciato [m]	Sezione trasversale media DB	Coefficiente di riduzione	Sezione trasversale media SB
<b>1</b> (soluzione di progetto)	161.600	5.450	29,65	66%	<b>19,61</b>

Infine, moltiplicando la sezione trasversale media per lo sviluppo di ogni singola soluzione otteniamo i metri quadri dell'impronta in pianta, valutati sia per la sede a singolo binario di innalzamento sull'esistente (consumo di nuovo suolo nullo a vantaggio di sicurezza) sia per la sede a singolo binario in variante ove è previsto il consumo di nuovo suolo.

Soluzione	Tipologia binario	Sezione trasversale media [m]	Sviluppo tracciato [m]	Impronta in pianta [mq]	Variante / In sede	Consumo di nuovo suolo [mq]
<b>3</b>	SB	19,61	5.450	106.885	variante	106.885
	SB	19,61	5.450	106.885	in sede	0
<b>4</b>	SB	19,61	5.450	106.885	variante	106.885
	SB	19,61	5.450	106.885	in sede	0
<b>5</b>	DB	29,65	5.455	161.748	variante	161.748
<b>6</b>	DB	29,65	5.458	161.837	variante	161.837

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa ove sono riportate per ogni soluzione le quantità di consumo di nuovo suolo, l'incremento rispetto la soluzione progettuale e il giudizio associato per quanto concerne l'indicatore oggetto del paragrafo.

TABELLA DI CONFRONTO – IMPATTI SUL TERRITORIO			
SOLUZIONE	Consumo di nuovo suolo [mq]	Incremento di consumo di nuovo suolo in % rispetto al progetto	Consumo di nuovo suolo
<b>1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio</b>	42.140	-	A
<b>2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio</b>	42.140	-	A
<b>3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente</b>	106.885	154%	MB
<b>4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente</b>	106.885	154%	MB
<b>5: Raddoppio doppio binario in variante a nord + demolizione esistente</b>	161.600	283%	B
<b>6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente</b>	161.600	283%	B



Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	24 DI 32

### 4.3.2 Demolizioni

Per quanto riguarda le demolizioni, si è valutato per ciascuna alternativa il numero di edifici da demolire.

Nella soluzioni 1 (soluzione di progetto), nella soluzione 2 e nella soluzione 4, non risultano interferenze tra il tracciato ferroviario e gli edifici esistenti.

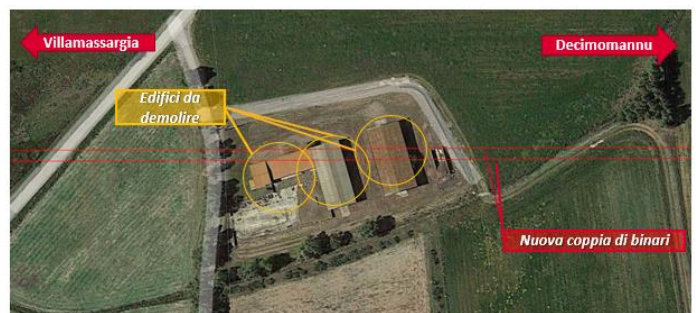
Nella soluzione 3 di raddoppio in variante col nuovo singolo binario a nord della linea storica si riscontrano due interferenze che vengono individuate nell'immagine successiva.



Nella soluzione 5 di raddoppio in variante della nuova coppia di binari a nord della linea storica si riscontrano cinque interferenze che vengono individuate nell'immagine successiva.



Nella soluzione 6 di raddoppio in variante della nuova coppia di binari a nord della linea storica si riscontrano quattro interferenze che vengono individuate nell'immagine successiva.



Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	25 DI 32

Di seguito si riporta la tabella con il riepilogo del numero delle demolizioni e il giudizio associato per quanto concerne l'indicatore oggetto del paragrafo.

TABELLA DI CONFRONTO - COMPLESSITÀ INFRASTRUTTURALE		
SOLUZIONE	N° Demolizioni	Demolizioni
1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio	0	A
2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio	0	A
3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente	2	MA
4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente	0	A
5: Raddoppio doppio binario in variante a nord + demolizione esistente	5	B
6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente	4	B

#### 4.4 Cantierizzazione

Il tema relativo alla cantierizzazione si valuta attraverso l'indicatore tempi di realizzazione. Il presente indicatore risulta avere un peso maggiore rispetto agli indicatori fin ora descritti e analizzati in quanto il vincolo dei tempi è una delle condizioni principali da rispettare per le opere finanziate con i fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

##### 4.4.1 Tempi di realizzazione

La soluzione 1 (soluzione di progetto) prevede che le lavorazioni necessarie al raddoppio in sede si realizzano in assenza di esercizio ferroviario contraendo al massimo i tempi di realizzazione della nuova infrastruttura ferroviaria. Nel progetto del lotto 2, la durata complessiva del programma lavori dalla consegna delle prestazioni fino all'attivazione del raddoppio ferroviario è stata stimata in 890 gnc (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato progettuale RR0P02R53PHCA0000001 allegato al presente progetto).

Di contro, la soluzione 2, considerando l'elevato numero di opere provvisorie, la cui realizzazione induce delle interruzioni dell'esercizio ferroviario, si può considerare la più sfavorevole da questo punto di vista e quindi quella con i tempi di realizzazione dell'intervento più lunghi, non compatibili con i limiti temporali delle opere PNRR.

Le soluzioni 3 e 4 prevedono tempi di realizzazione inferiori rispetto alla soluzione 2 ma superiori alla soluzione 1 in quanto i due singoli binari vengono realizzati in fasi temporali differenti per garantire la continuità dell'esercizio ferroviaria sulla linea esistente, nella fase in cui viene realizzato il nuovo singolo binario in variante, e sul nuovo singolo binario nella fase di adeguamento altimetrico del binario esistente.

Le soluzioni 5 e 6 prevedono tempi di realizzazione inferiori rispetto alle soluzioni 2, 3 e 4 ma comunque superiori alla soluzione 1 in quanto per le lavorazioni dei due tratti di collegamento della nuova coppia di binari alla linea storica, saranno necessarie interruzioni programmate all'esercizio ferroviario.

Di seguito le ipotesi di riduzione dei tempi di realizzazione valutati in percentuale rispetto alla soluzione 1 e il giudizio associato per quanto concerne l'indicatore oggetto del paragrafo.

TABELLA DI CONFRONTO - CANTIERIZZAZIONE		
SOLUZIONE	% RIDUZIONE DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE	Tempi di realizzazione
1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio	-	A
2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio	+60%	B
3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente	+40%	MB
4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente	+40%	MB
5: Raddoppio doppio binario in variante a nord + demolizione esistente	+20%	MA
6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente	+20%	MA

Dall'analisi dei tempi di realizzazione, la soluzione 1 che rappresenta la soluzione di progetto, consente con una maggiore flessibilità di trapiantare la realizzazione dell'opera nei tempi imposti dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

#### 4.5 Costi

Trattandosi di uno studio di ipotesi progettuali a confronto, la stima degli interventi è di tipo qualitativo e risente del margine di accuratezza proprio di uno Studio di Fattibilità. Inoltre, il confronto dei costi è stato eseguito solo sulla parte di opere civili proprie dell'infrastruttura ferroviaria mentre non si sono considerati i costi di esproprio, che risulterebbero comunque maggiori per le soluzioni alternative (come motivato nel capitolo 4.3.1 Consumo di nuovo suolo), i costi legati agli impianti tecnologici e di armamento che risulterebbero invariati.

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi:

SOLUZIONE	COSTI
1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio	A
2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio	MA
3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente	B
4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente	B
5: Raddoppio doppio binario in variante a nord+ demolizione esistente	MB
6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente	MB



Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	27 DI 32

Rispetto alla soluzione 1 di progetto risulta che la soluzione 2 presenta un valore delle opere più alto legato essenzialmente alle opere provvisorie necessarie a garantire la continuità dell'esercizio ferroviario durante le fasi lavorative nonché alle lavorazioni stesse da eseguire con l'esercizio ferroviario.

Le soluzioni 3 e 4 presentano un incremento maggiore in quanto le lavorazioni prevedono la realizzazione di un nuovo singolo binario in variante e l'adeguamento del binario esistente oltre alla realizzazione di due cavalcaferrovia e degli attraversamenti idraulici con sviluppi maggiori rispetto la soluzione di progetto.

Infine, le soluzioni 5 e 6 presentano un incremento inferiore rispetto alle soluzioni 3 e 4, in quanto è prevista la realizzazione di una sola sede a doppio binario e gli attraversamenti idraulici presentano i medesimi sviluppi della soluzione di progetto, ma i costi sono comunque superiori rispetto alla soluzione di progetto in considerazione anche della necessità di demolire il rilevato della linea esistente.

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	28 DI 32

## 5 APPLICAZIONE DEL METODO PROMETHEE

Per una maggiore completezza e per restituire una visualizzazione efficace degli output derivanti dai giudizi espressi nell'analisi comparativa (vedi Capitolo 4), questi ultimi sono stati valutati anche attraverso metodologia PROMETHEE (Brans e Vincke, 1985). Questa è riconosciuta dalla comunità scientifica internazionale e mira a costruire una relazione tra le alternative in esame, detta di surclassamento, attraverso il confronto a coppie su ogni singolo criterio, per stabilire se una delle due è preferibile all'altra o se sono indifferenti. L'output di tale analisi è l'individuazione di un ordine di preferenza (classificazione) tra le varie alternative progettuali.

Al fine di analizzare opportunamente i vari temi individuati, restituendo una valutazione del diverso impatto che hanno gli uni rispetto agli altri, sono stati ipotizzati due livelli di peso associati rispettivamente ai temi e agli indicatori. Questi ultimi sono determinati in modo da restituire una valutazione quanto più rispondente agli obiettivi progettuali, capaci di individuare la giusta ripartizione tra gli aspetti tecnici e tra gli impatti che un progetto di tale tipo può generare sulla collettività e sui trasporti. In particolare, sono stati ipotizzati per i temi i seguenti pesi:

- Complessità infrastrutturale: 10%;
- Esercizio ferroviario: 20%;
- Impatti sul territorio: 20%;
- Cantierizzazione: 30%;
- Costi: 20%.

Per quanto riguarda invece i *pesi relativi agli indicatori*, sono stati impostati ripartendo uniformemente per ogni indicatore le percentuali di peso all'interno dei temi. Nella tabella seguente viene riportato il vettore risultante per ciascun tema, indicatore e il relativo peso risultante con cui ciascun indicatore impatta sulla totalità dell'analisi.

**Tabella 1: Vettore dei pesi attribuiti e ridistribuzione sul totale**

TEMI		INDICATORI		PESO SUL TOTALE
<b>Complessità infrastrutturale - tipologia opere</b>	<b>10%</b>	Opere idrauliche	50%	5 %
		Cavalcaferrovia	50%	5%
<b>Esercizio ferroviario</b>	<b>20%</b>	Soggezione all'esercizio e regolarità della circolazione	100%	20%
<b>Impatti sul territorio</b>	<b>20%</b>	Consumo di nuovo suolo	50%	10%
		Demolizioni	50%	10%
<b>Cantierizzazione</b>	<b>30%</b>	Tempi di realizzazione	100%	30%
<b>Costi</b>	<b>20%</b>	Costo dell'intervento	100%	20%

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	29 DI 32

Per poter quantificare i giudizi di opportunità assegnati a ciascun indicatore, al fine di compararli numericamente a coppie, sono stati attribuiti i seguenti valori numerici:

basso	B	0
medio basso	MB	0.25
medio alto	MA	0.75
alto	A	1

Da tale analisi ne consegue che *l'Alternativa 1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio risulta la giustificata*, con un punteggio complessivo di 76.50/100. Di fatto si configura come una migliore risposta per tutti i temi individuati in sede di analisi, a meno degli aspetti legati all'esercizio ferroviario. Nei grafici seguenti si riporta il dettaglio dei risultati ottenuti.

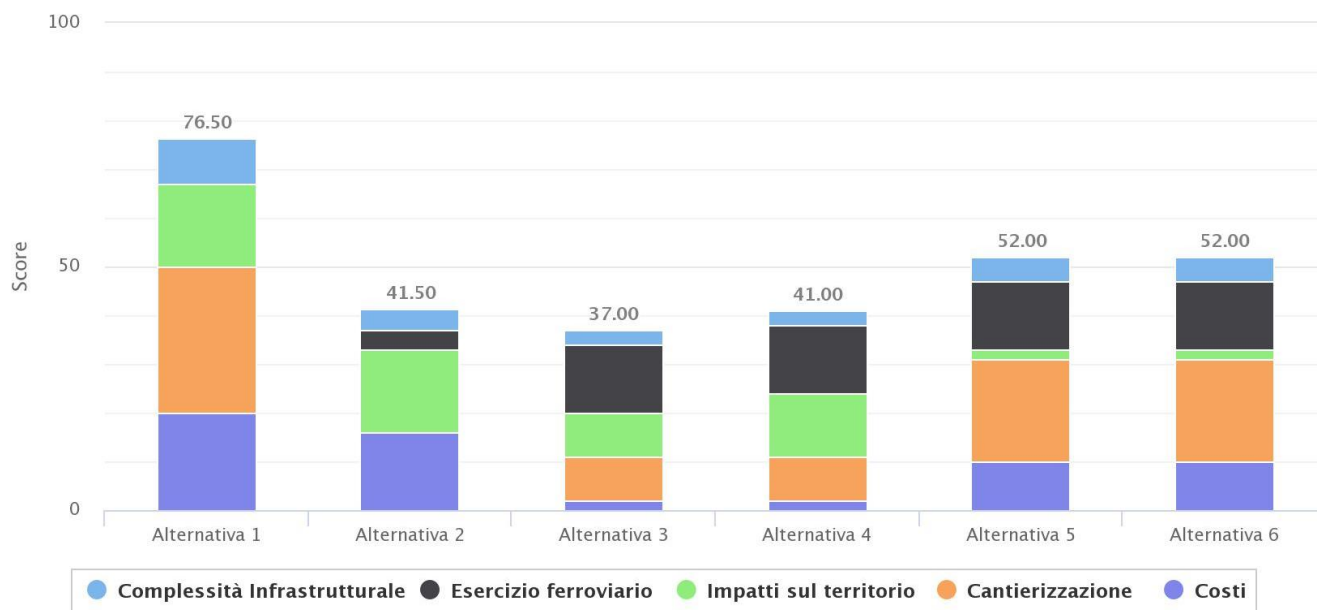
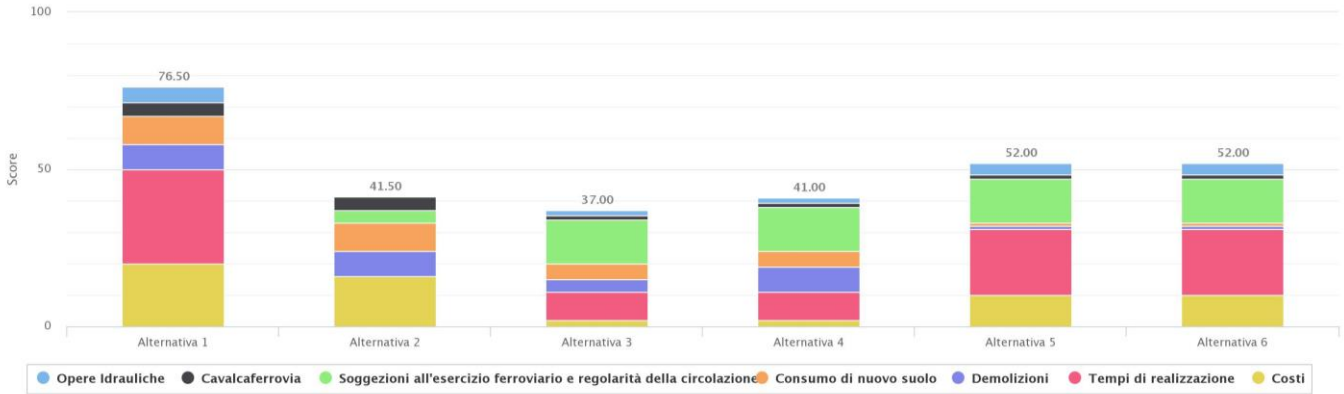


Figura 18 Risultati analisi comparativa con ripartizione delle quote di contributo al risultato di ciascun tema

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	30 DI 32

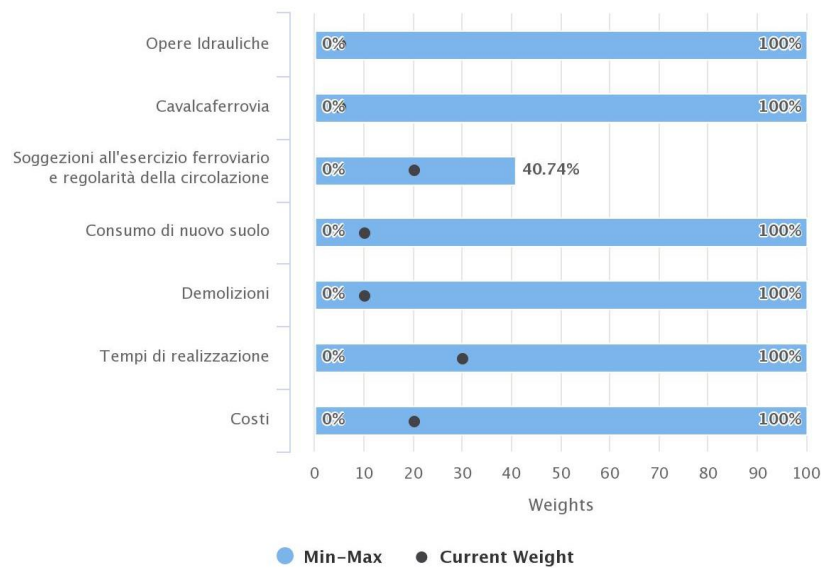


**Figura 19 Risultati analisi comparativa con ripartizione delle quote di contributo al risultato di ciascun indicatore**

Per verificare i risultati ottenuti è stata condotta un'analisi di sensitività che mira a studiare la variazione della soluzione ottimale alla variazione degli elementi che compaiono nella valutazione e / o nella loro struttura (composizione e pesi associati). In particolare, l'obiettivo è determinare un intervallo di variazione (intervallo di stabilità) all'interno del quale la soluzione ottimale non cambia.

Indaga la stabilità o la robustezza della soluzione ottimale identificando gli elementi più sensibili del modello, vale a dire quelli per i quali anche una piccola variazione porta a variazioni significative nei risultati.

Il seguente grafico rappresenta precisamente gli intervalli ammissibili entro i quali i pesi delle categorie identificate possono cambiare senza cambiare la valutazione finale. Infatti, gli intervalli individuati dall'analisi di sensitività mostrano il range entro cui possono variare i pesi attribuibili affinché l'Alternativa 1 continui ad essere quella "giustificata".



**Figura 20 Analisi di sensitività**

Addendum: Analisi delle alternative di progetto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	31 DI 32

## 6 CONCLUSIONI

In conclusione, dall'analisi comparativa delle alternative analizzate, risulta che gli indicatori dei temi della soluzione 1 presentano un giudizio di valore più alto rispetto alle altre soluzioni analizzate, a meno del tema esercizio ferroviario ove le lavorazioni per la realizzazione dell'intervento avvengono con l'interruzione totale dello stesso. In merito a tale indicatore è da segnalare che il modello di esercizio attuale prevede un numero di treni giorno pari a 1 coppia treni/h (2 coppie treni/h nelle ore di punta) per un totale di 66 treni/giorno e in considerazione del materiale rotabile circolante, materiale Diesel, il numero dei mezzi sostitutivi al servizio ferroviario può essere considerato sostenibile (vedi integrazioni relative all'Analisi Costi-Benefici).

Inoltre, come riportato nei capitoli precedenti, la soluzione 1 corrispondente alla soluzione progettuale consente di trarre con una maggiore flessibilità la realizzazione dell'opera nei tempi imposti dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

**Tabella 2 Tabella riepilogativa risultati analisi comparativa**

TABELLA DI CONFRONTO VARIANTI							
SOLUZIONE	Complessità infrastrutturale		Esercizio ferroviario	Impatti sul territorio		Cantierizzazione	Costi
	Opere idrauliche	Cavalcaferrovia	Soggezione all'esercizio e regolarità della circolazione	Consumo di nuovo suolo	Demolizioni	Tempi di realizzazione	Costo dell'intervento
1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio	A	MA	B	A	A	A	A
2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio	B	MA	MB	A	A	B	MA
3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente	MB	MB	MA	MB	MA	MB	B
4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente	MB	MB	MA	MB	A	MB	B
5: Raddoppio doppio binario in variante a nord + demolizione esistente	MA	MB	MA	B	B	MA	MB
6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente	MA	MB	MA	B	B	MA	MB

Addendum: Analisi delle alternative di progetto	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
	RR0P	02	R 14 RG	IF 00 0 0 001	A	32 DI 32

Per completezza è stata svolta un'analisi comparativa con metodo Promethee i cui risultati mostrano come ***l'Alternativa 1: Raddoppio stretto affiancamento 4 m in assenza di esercizio***, con un punteggio complessivo di 76.50/100, risulti giustificata.

Di seguito vengono riportati i punteggi ottenuti per ciascuna alternativa.

**Tabella 3 Tabella riepilogativa risultati analisi metodo Promethee**

SOLUZIONE	PUNTEGGIO
1: Raddoppio stretto affiancamento 4m in assenza di esercizio	76.5
2: Raddoppio stretto affiancamento 5.5 m in presenza di esercizio	41.5
3: Raddoppio in variante 20m nord + adeguamento esistente	37
4: Raddoppio in variante 20m sud + adeguamento esistente	41
5: Raddoppio doppio binario in variante a nord + demolizione esistente	52
6: Raddoppio doppio binario in variante a sud + demolizione esistente	52