

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO

PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO

SCALA:

-

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

I V 0 I 0 0 D 1 6 R G E S 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.E. Malorgio <i>L.E. Malorgio</i>	Dicembre 2021	M.Medda <i>M.Medda</i>	Dicembre 2021	G. Fadda <i>G. Fadda</i>	Dicembre 2021	P. Rivoli Dicembre 2021 <i>P. Rivoli</i>

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 16 RG	ES0001 001	A	2 di XX

Relazione Tecnica di Esercizio

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	4
3	CONFIGURAZIONE ATTUALE.....	5
3.1	LINEA	5
3.2	LOCALITÀ.....	7
3.2.1	<i>Stazione di Andora</i>	7
3.2.2	<i>Stazione di Finale Ligure Marina</i>	7
4	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO	8
4.1	STAZIONE DI ANDORA	10
4.2	STAZIONE DI FINALE LIGURE MARINA	11
5	MODELLO DI ESERCIZIO	12
5.1	MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE	12
5.2	MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO	13
6	ANALISI FUNZIONALE.....	14
6.1	SIMULAZIONI MARCIA TRENO NELLO SCENARIO ATTUALE.....	14
6.2	SIMULAZIONI MARCIA TRENO NELLO SCENARIO DI PROGETTO.....	20
6.3	CONFRONTO DEI TEMPI DI PERCORRENZA TRA SCENARIO ATTUALE E SCENARIO DI PROGETTO.....	25
6.4	ANALISI DI CAPACITÀ DELLA LINEA.....	26
6.4.1	<i>Analisi di confronto</i>	27
7	ALLEGATI	27

	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A	FOGLIO 3 di XX

1 PREMESSA

Le direttive del Piano Generale dei Trasporti, approvato con D.P.C.M. del 10 aprile 1986, prevedevano l'inserimento della linea Genova – Ventimiglia nel “Corridoio Plurimodale Tirrenico” (Ventimiglia – Genova – Roma – Napoli – Palermo – Trapani) con strategia di assicurare la massima concentrazione di obiettivi, mezzi e servizi fra lo Stato, gli altri livelli istituzionali e gli Enti gestori.

In relazione a quanto stabilito da tale P.G.T., le FS inserirono nel Programma pluriennale di Investimenti, approvato con D.I. n. 48 T. bis del 05 marzo 1987, il raddoppio dei tratti Finale Ligure – Loano e Albenga – San Lorenzo al Mare.

Il P.G.T. prevedeva, a completamento funzionale del Corridoio, l'integrazione di questa direttrice con assi trasversali per consentire continue “interrelazioni funzionali tra ambiti territoriali del Paese caratterizzati da assetti economici e sociali di sviluppo”.

In tale contesto, la linea Genova – Ventimiglia, completamente raddoppiata, avrebbe potuto assumere una spiccata valenza di corridoio plurimodale per via delle infrastrutture marittime, aeree, stradali e autostradali che interrelazionano con la ferrovia. La linea poteva altresì consentire notevoli prospettive per l'uso ottimale delle singole infrastrutture, per l'eliminazione degli sprechi, per la promozione e lo sviluppo di nuovi e più efficienti servizi.

Con la realizzazione Raddoppio Genova – Ventimiglia si raggiunge:

- l'aumento della capacità del traffico;
- la riduzione dei tempi di percorrenza conseguente all'aumento di velocità commerciale della linea.

Attualmente, affinché la linea Genova – Ventimiglia assolva alle funzioni sopra citate, occorre completarne il raddoppio, superando i limiti prestazionali imposti dalle strozzature della linea attuale relative alle tratte a binario unico.

2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il progetto prevede la realizzazione del raddoppio della tratta Andora – Finale, con un'estesa di circa 32 km di cui 25 km in galleria, completamente in variante rispetto al tracciato attualmente in esercizio.

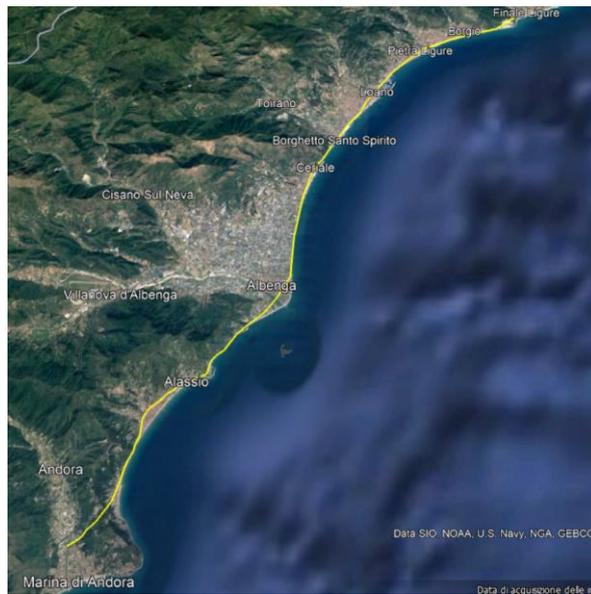


Figura 1 – Linea storica

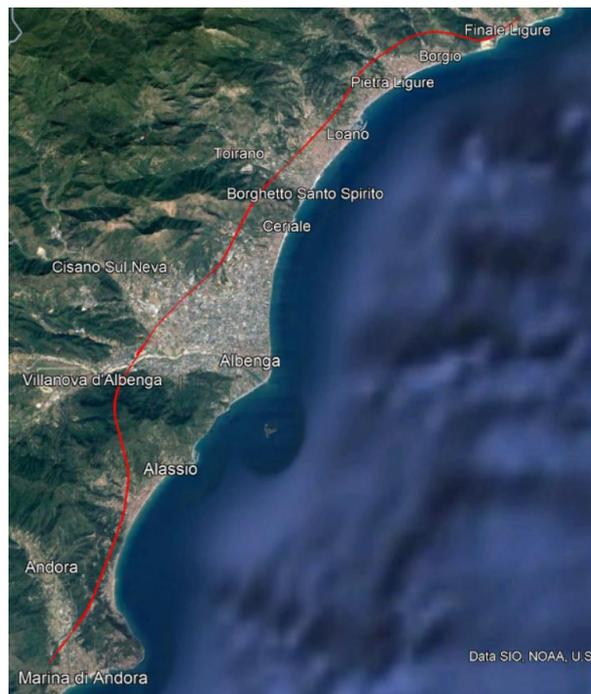


Figura 2 – Progetto di raddoppio della tratta Andora – Finale L.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A

Nell'ambito del progetto è compresa anche la realizzazione della nuova stazione di Albenga e delle fermate di Alassio (in galleria), Borghetto – Ceriale – Loano e Pietra Ligure mentre, con il nuovo tracciato in variante rispetto alla linea storica, verranno dismessi gli impianti esistenti di Laigueglia, Alassio, Albenga, Ceriale, Borghetto S.Spirito, Loano, Pietra Ligure e Borgio Verezzi.

Saranno soppressi, inoltre, 14 Passaggi a Livello.

La realizzazione del tracciato ferroviario in variante comporterà anche l'adeguamento di viabilità esistenti e la realizzazione di una serie di nuove viabilità nell'ambito dei Comuni di Borghetto S.S., Pietra Ligure, Albenga e Andora.

3 CONFIGURAZIONE ATTUALE

3.1 Linea

La tratta oggetto di intervento appartiene alla linea Genova – Ventimiglia, ed è caratterizzata dall'alternanza di percorsi a semplice e a doppio binario. Nello specifico, si ha il binario unico tra Andora e Albenga e tra Loano e Finale Ligure, mentre il doppio binario è presente, ad oggi, nella tratta compresa tra Albenga e Loano.

Il portale PIR (Prospetto Informativo della Rete, RFI) definisce le attuali caratteristiche della linea, le quali vengono riportate, per le diverse tratte, nelle tabelle che seguono:

Tabella 1 – Caratteristiche della linea Genova – Ventimiglia, tratta Andora – Albenga

Linea commerciale:	Ventimiglia / Ventimiglia P.R. – Savona
Tratta:	Andora – Albenga
Numero binari:	Semplice
Sistema di trazione:	Linea elettrificata a 3 kV (c.c.)
Regime di circolazione (sistema di distanziamento treni):	Blocco Elettrico Conta Assi
Sistema di esercizio (sistema di gestione della circolazione):	Sistema Comando e Controllo
Ascesa senso pari [%]:	6 (Andora – Alassio); 5 (Alassio – Albenga)
Ascesa senso dispari [%]:	6 (Andora – Alassio); 4 (Alassio – Albenga)
Masse assiali massime ammesse:	D4L (massa per asse 22,5 t, massa per metro corrente 8,0 t/m con limitazioni)
Codifica per traffico combinato delle CASSE MOBILI e dei SEMIRIMORCHI con codifica a due cifre:	P/C22

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO

Relazione Tecnica di Esercizio

IV01 00 D 16 RG ES0001 001 A 6 di XX

Modulo [m]:	500
RANGO A (MIN – MAX)	80 – 95 (Andora – Alassio); 90 – 90 (Alassio – Albenga)
RANGO B (MIN – MAX)	100 – 100 (Andora – Alassio); 95 – 95 (Alassio – Albenga)
RANGO C (MIN – MAX)	90 – 100 (Andora – Alassio); 95 – 95 (Alassio – Albenga)

Tabella 2 – Caratteristiche della linea Genova – Ventimiglia, tratta Albenga – Loano

Linea commerciale:	Ventimiglia / Ventimiglia P.R. – Savona
Tratta:	Albenga - Loano
Numero binari:	Doppio
Sistema di trazione:	Linea elettrificata a 3 kV (c.c.)
Regime di circolazione (sistema di distanziamento treni):	Blocco Elettrico Conta Assi
Sistema di esercizio (sistema di gestione della circolazione):	Dirigenza Centrale
Ascesa senso pari [%]:	2
Ascesa senso dispari [%]:	4
Masse assiali massime ammesse:	D4 (massa per asse 22,5 t, massa per metro corrente 8,0 t/m)
Codifica per traffico combinato delle CASSE MOBILI e dei SEMIRIMORCHI con codifica a due cifre:	P/C22
Modulo [m]:	380/500(*)
Annotazione modulo:	(*) la lunghezza massima dei treni può essere elevata al valore più alto, previa verifica di fattibilità da parte di RFI
RANGO A (MIN – MAX)	90 – 115
RANGO B (MIN – MAX)	125 – 125
RANGO C (MIN – MAX)	95 – 125

Tabella 3 – Caratteristiche della linea Genova – Ventimiglia, tratta Loano – Finale Ligure

Linea commerciale:	Ventimiglia / Ventimiglia P.R. – Savona
Tratta:	Loano – Finale Ligure
Numero binari:	Semplice
Sistema di trazione:	Linea elettrificata a 3 kV (c.c.)
Regime di circolazione (sistema di distanziamento treni):	Blocco Elettrico Conta Assi
Sistema di esercizio (sistema di gestione della circolazione):	Dirigenza Centrale
Ascesa senso pari [%]:	2 (Loano – Pietra L.); 4 (Pietra L. – Finale L.)
Ascesa senso dispari [%]:	6
Masse assiali massime ammesse:	D4 (massa per asse 22,5 t, massa per metro corrente 8,0 t/m)
Codifica per traffico combinato delle CASSE MOBILI e dei SEMIRIMORCHI con	P/C22

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
----------	-------	----------	-----------	------	--------

Relazione Tecnica di Esercizio

IV01	00	D 16 RG	ES0001 001	A	7 di XX
------	----	---------	------------	---	---------

codifica a due cifre:	
Modulo [m]:	380/500(*)
Annotazione modulo:	(*) la lunghezza massima dei treni può essere elevata al valore più alto, previa verifica di fattibilità da parte di RFI
RANGO A (MIN – MAX)	115 – 115 (Loano – Pietra Ligure); 80 – 115 (Pietra L. – Finale L.)
RANGO B (MIN – MAX)	125 – 125
RANGO C (MIN – MAX)	125 – 125 (Loano – Pietra L.); 90 – 125 (Pietra L. – Finale L.)

3.2 Località

3.2.1 Stazione di Andora

L'attuale stazione di Andora è caratterizzata da due marciapiedi laterali a cui si accede da un sottopasso pedonale.

Al suo servizio, è presente un fabbricato tecnologico su due piani con, al piano terra, uno spazio di attesa per i viaggiatori. Adiacente alla fermata, si trova un'area di sosta bus/TPL, con parcheggi auto e stalli dedicati ai PRM.



Figura 3 – Stazione di Andora

3.2.2 Stazione di Finale Ligure Marina

La stazione di Finale Ligure Marina serve la città di Finale Ligure, e costituisce fermata per tutti i treni diretti nel sud della Francia. Si compone di un fabbricato viaggiatori, di tre marciapiedi che servono gli attuali quattro binari e di uno scalo merci.

	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A	FOGLIO 8 di XX

Il piazzale antistante la stazione è fermata e capolinea dei servizi TPL.



Figura 4 – Stazione di Finale Ligure Marina

4 CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

La configurazione di progetto della tratta compresa tra le stazioni di Andora e di Finale L.M. prevede la dismissione dell'attuale linea storica, con la soppressione delle diverse località di fermata presenti.

La nuova linea, a doppio binario in variante, comporterà la realizzazione delle località intermedie, consistenti nelle nuove stazioni di Andora e Albenga (insieme all'adeguamento dell'attuale stazione di Finale Ligure M.), nelle nuove fermate di Alassio e Pietra Ligure e nel Posto di Comunicazione di Borghetto S.Spirito.

La nuova linea sarà gestita da un regime di circolazione di tipo ERTMS L2, che andrà a sostituire l'attuale Blocco Conta – Assi.

Le figure che seguono riportano i due schematici, rispettivamente relativi allo stato sovrapposto e alla configurazione di progetto, dell'intera tratta oggetto di interventi.

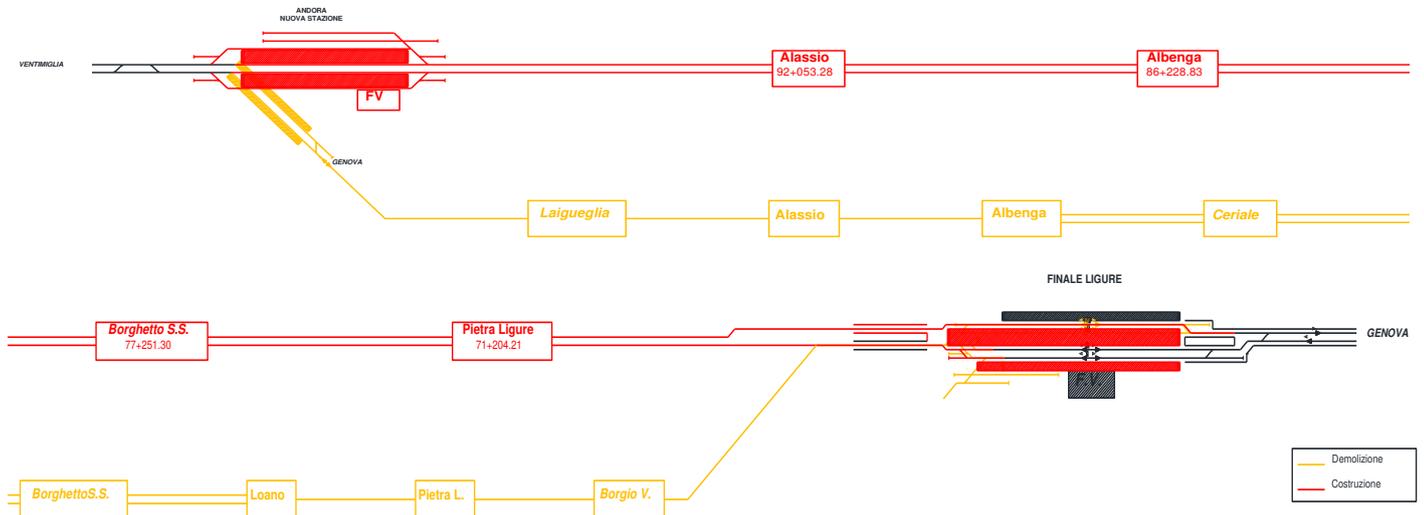


Figura 5 – Schematico stato sovrapposto tratta Andora – Finale

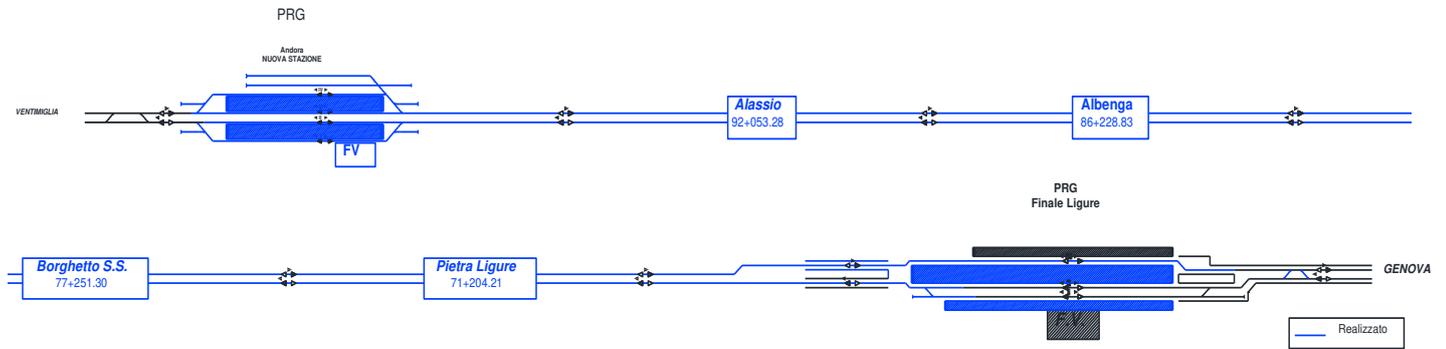


Figura 6 – Schematico configurazione di progetto tratta Andora – Finale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A

4.1 Stazione di Andora

Lo scenario di progetto prevede la dismissione dell'attuale stazione di Andora e la costruzione del nuovo impianto in posizione attigua.

La nuova stazione sarà caratterizzata da 4 binari di circolazione centralizzati, dei quali due di corretto tracciato (binari II e III) e due di precedenza (binari I e IV), insieme a due aste secondarie per il ricovero dei mezzi di manutenzione.

Saranno presenti due marciapiedi ad isola di lunghezza 250 m e altezza 55 cm sul p.f., serviti da un sottopasso.

Si riportano di seguito i due schematici relativi, rispettivamente, allo stato sovrapposto (con evidenza delle demolizioni e delle nuove costruzioni) e della configurazione finale di PRG della nuova stazione di Andora.

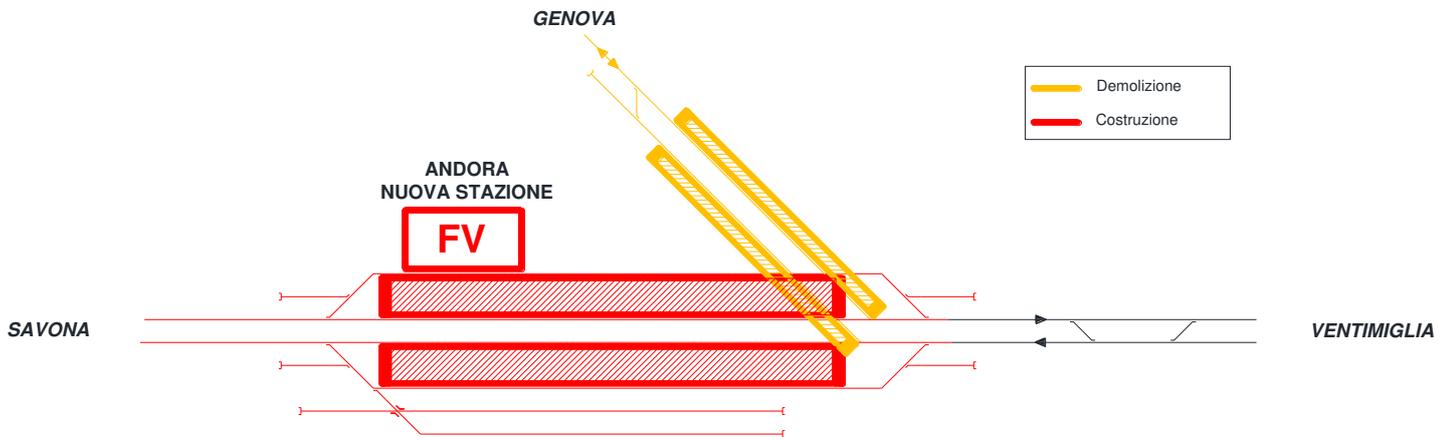


Figura 7 – Schematico stato sovrapposto Stazione di Andora

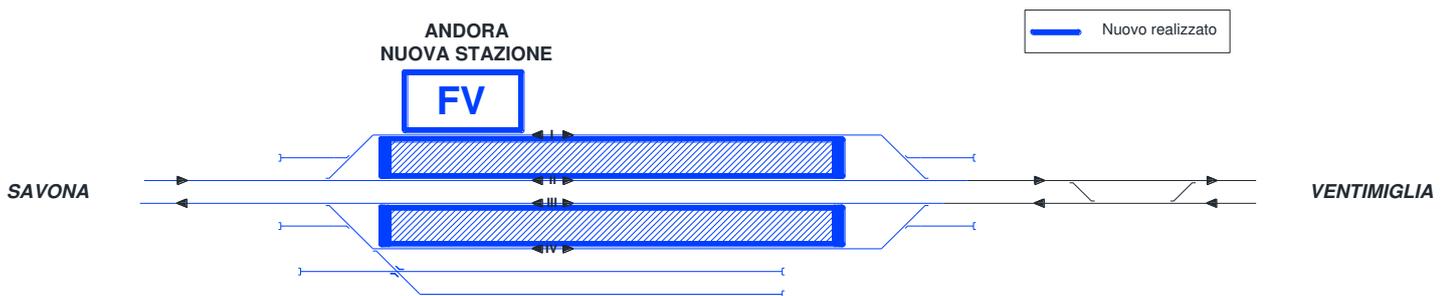


Figura 8 – Schematico configurazione di progetto Stazione di Andora

	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A

4.2 Stazione di Finale Ligure Marina

La configurazione di progetto della stazione di Finale Ligure Marina prevede la riduzione dell'attuale numero di binari da quattro a tre, insieme all'adeguamento dei marciapiedi esistenti che vengono innalzati a 55 cm sul piano del ferro, allargati e allungati al fine di consentire un'adeguata visibilità dei nuovi segnali di stazione.

La stazione viene collegata alla nuova linea a doppio binario, una volta dismessi i binari della linea esistente, attraverso la nuova galleria Caprazoppa a doppia canna.

Le figure che seguono riportano, rispettivamente, lo stato sovrapposto (con evidenza delle demolizioni e delle nuove costruzioni) e la configurazione di PRG dell'impianto.

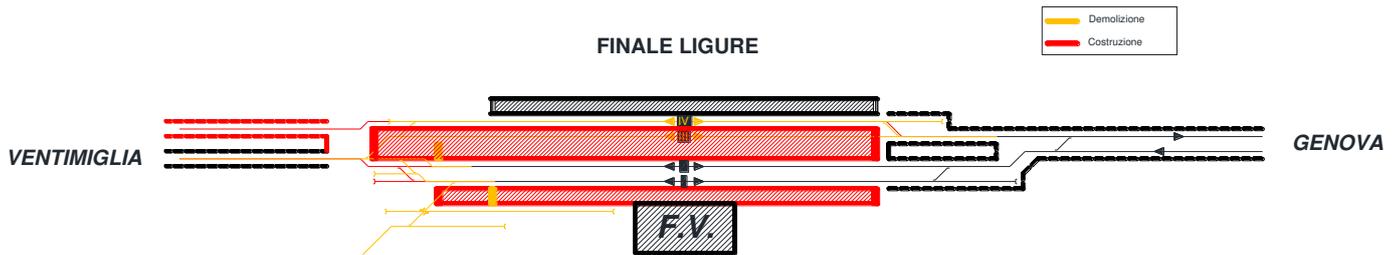


Figura 9 – Schematico stato sovrapposto Stazione di Finale L.M.

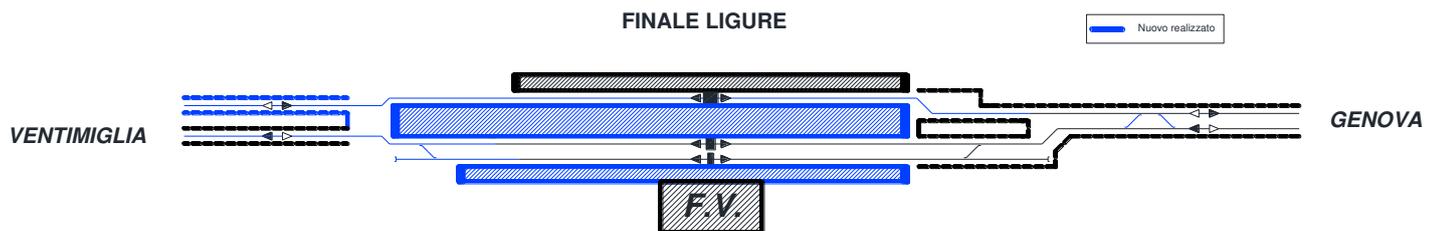


Figura 10 – Schematico configurazione di progetto Stazione di Finale L.M.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A

5 MODELLO DI ESERCIZIO

5.1 Modello di esercizio attuale

Il modello di esercizio attuale è stato desunto da PIC (Piattaforma Integrata della Circolazione, RFI), con riferimento al traffico programmato in un giorno feriale medio sulla tratta compresa tra le stazioni di Andora e di Finale Ligure M.

Il prospetto della circolazione in una giornata tipo del mese di Novembre 2021 è riportato nella tabella che segue.

Tabella 4 – Modello di esercizio presso la stazione di Andora (fonte: PIC, RFI)

CATEGORIA	FASCIA DIURNA (06:00 – 22:00)	FASCIA NOTTURNA (22:00 – 06:00)	TOTALE
ES* Milano Centrale – Ventimiglia	4	-	4
IC Milano Centrale – Ventimiglia Roma Termini – Ventimiglia	4 1	2 1	8
REG Genova Brignole – Ventimiglia La Spezia C.le – Ventimiglia Savona – Ventimiglia Sestri Levante – Ventimiglia Torino P.N. – Ventimiglia Ventimiglia – Milano C.le	16 1 18 2 6 -	- - 2 - - 1	46
TEC Ventimiglia – Castelguelfo	-	2	2
MRI Ventimiglia – Cittadella Ventimiglia – Piadena	- -	1 1	2
Totale	52	10	62

Complessivamente, ogni giorno, circolano tra Andora e Finale L.M. circa 62 treni, di cui 52 in fascia diurna e 10 in fascia notturna.

Il primo treno della fascia diurna è il Regionale Savona – Ventimiglia delle 06:04, e l'ultimo prima delle 22:00 è il Regionale Genova Brignole – Ventimiglia delle 21:13.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A

In generale, durante la fascia diurna si ha un distanziamento medio di 17'46", con una frequenza media di 3 treni/ora; le ore di punta si registrano tra le 12:00-13:00, 18:00-19:00, 20:00-21:00 con una frequenza di 5 treni/ora.

Durante la fascia notturna il distanziamento medio è di circa 36 minuti, e in assenza di treni circolanti tra le 00:00 e le 04:00, si registra una minore frequenza con 2 treni tra le 23:00-00:00 e tra le 05:00-06:00 del giorno successivo e un treno alle 04:00.

In generale, circa il 74% del traffico totale è costituito da treni regionali; il 19% sono treni a lunga percorrenza (ES* e IC) e solo il 7% è rappresentato da treni merci di tipo TEC ed MRI.

5.2 Modello di esercizio di progetto

Il modello di offerta a regime prevede 120 treni/giorno, di cui:

- 20 treni merci;
- 30 treni a lunga percorrenza (LP);
- 50 treni regionali (Reg);
- 20 treni interregionali/diretti.

La ripartizione giornaliera prevista è riportata in Tabella 5:

Tabella 5 – Modello di esercizio di progetto (fonte: RFI)

Categoria	Senso PARI (GE Voltri – Ventimiglia)			Senso DISPARI (Ventimiglia – GE Voltri)		
	Diurni (06:00 – 22:00)	Notturni (22:00 – 06:00)	TOT	Diurni (06:00 – 22:00)	Notturni (22:00 – 06:00)	TOT
LP	14	1	15	14	1	15
REG	33	2	35	33	2	35
MERCI	4	6	10	4	6	10

Relativamente alla tipologia di materiale rotabile, per il trasporto passeggeri circoleranno, prevalentemente, treni di tipo:

- ETR 521 per il servizio **Regionale**;
- E 414 + 8 carrozze + E 414 per il servizio a **Lunga Percorrenza**.

	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A

6 ANALISI FUNZIONALE E DI ESERCIZIO

Al fine di confrontare i tempi di percorrenza dei servizi tra la situazione attuale e lo scenario di progetto, sono state effettuate simulazioni di marcia attraverso il software proprietario IF-SIM.

Le simulazioni sono state effettuate separatamente per il binario pari (B.P.) e per il binario dispari (B.D.) per il tratto di linea compreso tra Finale L.M. ed Andora, facendo riferimento alla configurazioni infrastrutturali attuali (ricavate dal Fascicolo Linea, FL75) e di progetto, per i diversi materiali attualmente circolanti e previste nel modello di esercizio futuro.

Ai fini delle simulazioni, la ricostruzione del profilo di velocità di progetto considera che la variazione della velocità di tracciato rispetti le due seguenti regole fondamentali:

- mantenimento dello stesso valore di velocità per una distanza di almeno 2 km (ad eccezione delle velocità in ingresso e uscita dalle stazioni);
- variazioni massime in diminuzione pari a 60 km/h.

6.1 Simulazioni marcia treno nello scenario attuale

▪ Servizio Regionale

I treni regionali attualmente circolanti tra Andora e Finale L.M. sono del tipo E464np. In assenza di indicazioni sul numero di carrozze trainate, è stata simulata una configurazione di E464+7 carrozze trainate.

Le velocità utilizzate in Rango B, per le diverse progressive, sono state desunte dal FL 75 e sono riportate in Tabella 6:

Tabella 6 – Velocità di Rango B per progressiva, Binario Pari (B.P.)

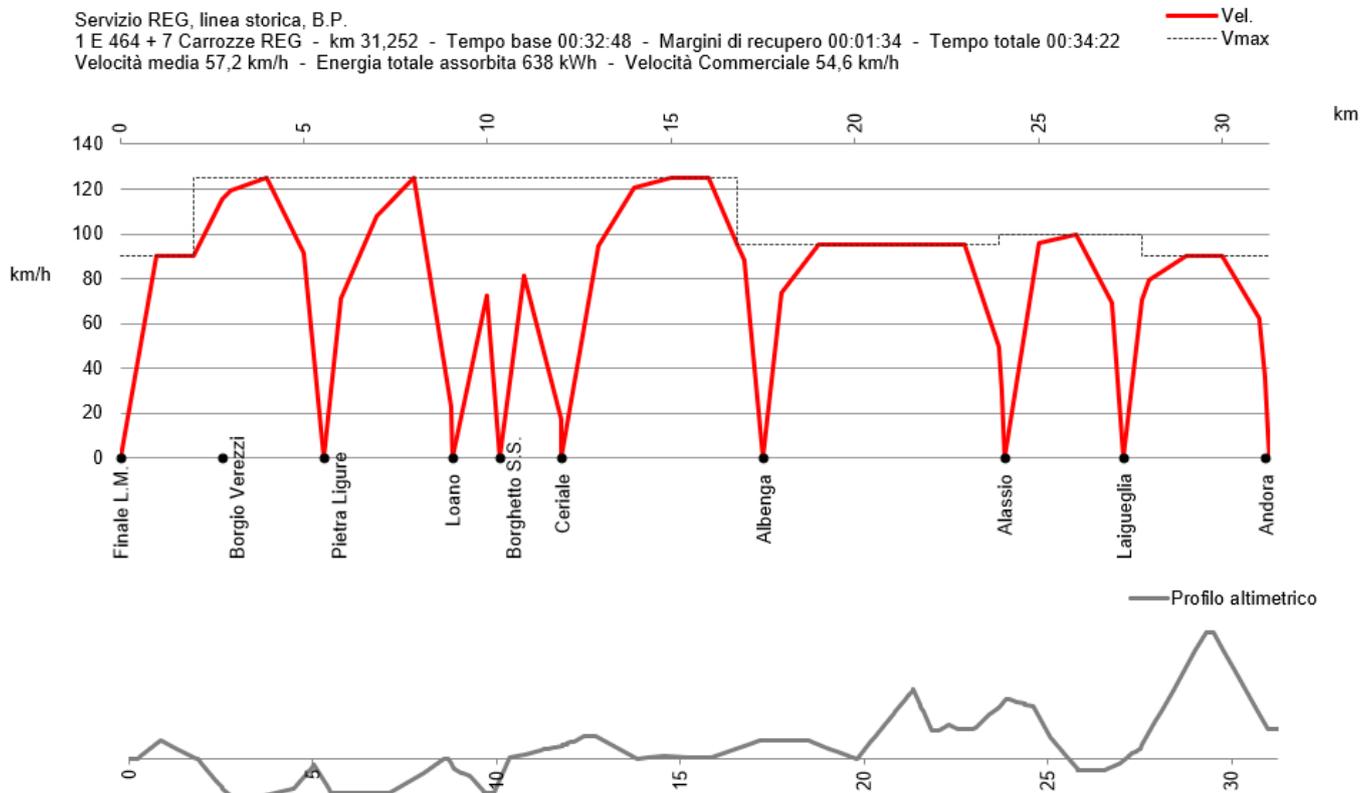
Progressiva iniziale [km]	Progressiva finale [km]	V _B [km/h]
0 + 000 (inizio tracciato)	2 + 000	90
2 + 000	16 + 800	125
16 + 800	23 + 900	95
23 + 900	27 + 800	100
27 + 800	31 + 252 (fine tracciato)	90

Tabella 7 – Velocità di Rango B per progressiva, Binario Dispari (B.D.)

Progressiva iniziale [km]	Progressiva finale [km]	V _B [km/h]
0 + 000 (inizio tracciato)	2 + 200	90
2 + 200	6 + 100	100
6 + 100	13 + 200	95
13 + 200	28 + 200	125
28 + 200	30 + 300	90
30 + 300	31 + 225 (fine tracciato)	150

Presso tutte le località intermedie, ad eccezione di Borgio Verezzi, è stato considerato un tempo di fermata pari a 1 minuto in coerenza con le percorrenze attuali.

La simulazione di marcia sulla linea storica ha prodotto le curve spazio – velocità riportate in Figura 11 e Figura 12:


Figura 11 – Simulazione di marcia, servizio Regionale, linea attuale B.P.

Servizio REG, linea storica, B.D.

1 E 464 + 7 Carrozze REG - km 31,225 - Tempo base 00:32:44 - Margini di recupero 00:01:34 - Tempo totale 00:34:18

Velocità media 57,2 km/h - Energia totale assorbita 654 kWh - Velocità Commerciale 54,6 km/h

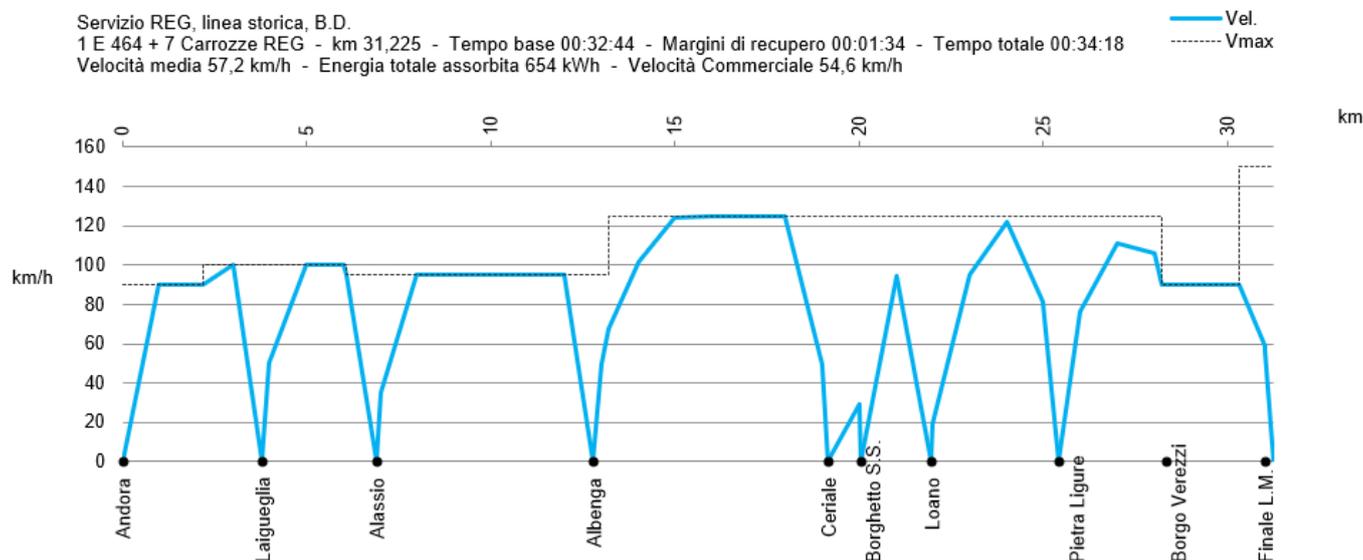


Figura 12 - Simulazione di marcia, servizio Regionale, linea attuale B.D.

Coerentemente con i servizi presenti ad oggi, la simulazione ha restituito un **tempo base di marcia di 34'22"** per il verso pari e di **34'18"** per il verso dispari.

▪ *Servizio Lunga Percorrenza*

Relativamente al **servizio ES***, è stata considerata l'attuale tipologia di convogli, consistente in 2 motrici di tipo E402, per le quali si sono ipotizzate 7 carrozze trainate. Le velocità considerate sono in Rango C e sono riportate in Tabella 8 per il verso pari e in Tabella 9 per il verso dispari:

Tabella 8 – Velocità di Rango C per progressiva, Binario Pari (B.P.)

Progressiva iniziale [km]	Progressiva finale [km]	V _C [km/h]
0 + 000 (inizio tracciato)	2 + 000	90
2 + 000	16 + 800	125
16 + 800	23 + 900	95
23 + 900	27 + 800	100
27 + 800	31 + 252 (fine tracciato)	90

Tabella 9 – Velocità di Rango C per progressiva, Binario Dispari (B.D.)

Progressiva iniziale [km]	Progressiva finale [km]	V _B [km/h]
0 + 000 (inizio tracciato)	2 + 200	90
2 + 200	6 + 100	100
6 + 100	13 + 200	95
13 + 200	28 + 200	125
28 + 200	30 + 300	90
30 + 300	31 + 225 (fine tracciato)	150

presso le località di Albenga ed Alassio è stato considerato un tempo di fermata di 2 minuti in coerenza con le percorrenze attuali.

Le curve spazio – velocità risultanti per i due versi di percorrenza sono riportate di seguito:

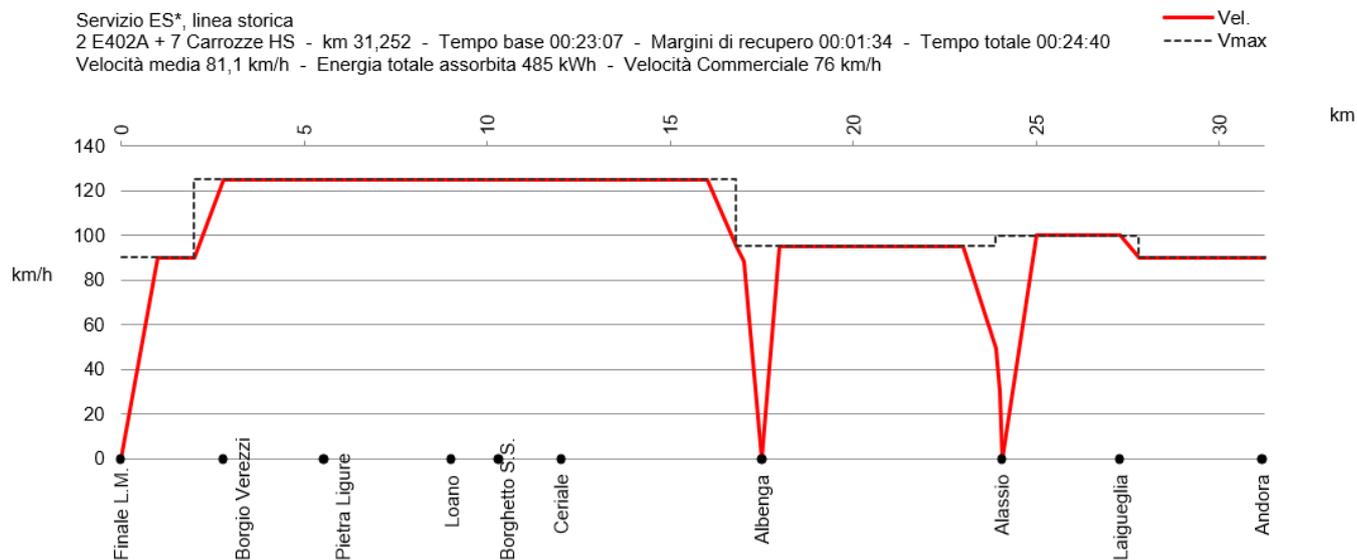


Figura 13 – Simulazione di marcia, servizio ES*, linea attuale B.P.

Servizio ES*, linea storica, B.D.

2 E402A + 7 Carrozze HS - km 31,225 - Tempo base 00:23:08 - Margini di recupero 00:01:34 - Tempo totale 00:24:42

Velocità media 81 km/h - Energia totale assorbita 443 kWh - Velocità Commerciale 75,9 km/h

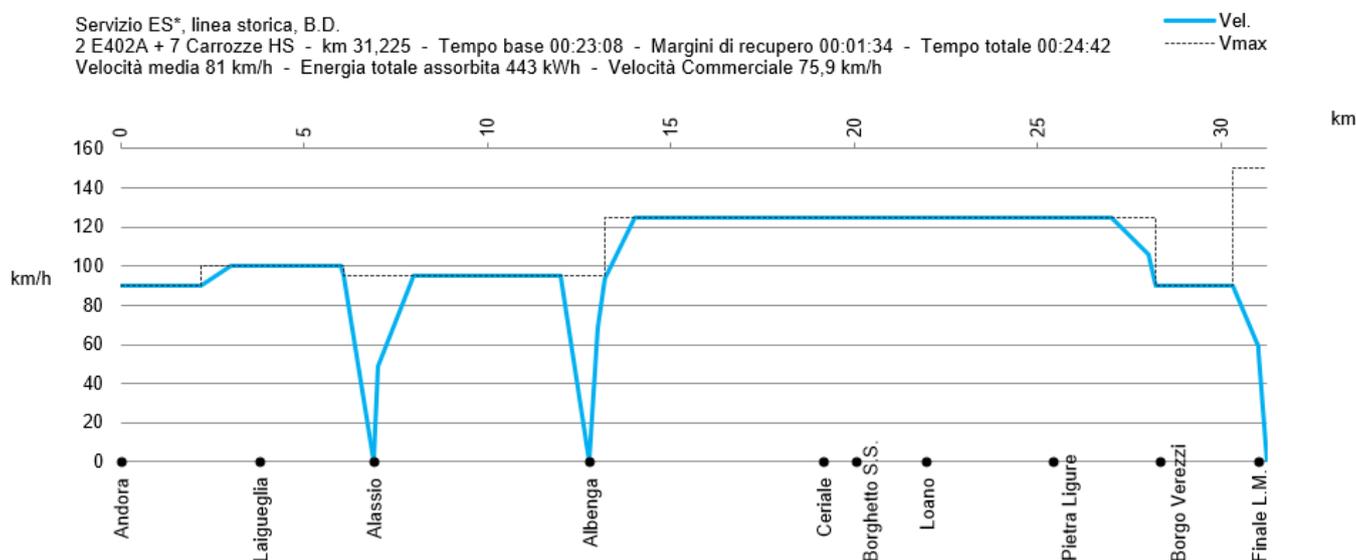


Figura 14 – Simulazione di marcia, servizio ES*, linea attuale B.D.

Coerentemente con i servizi attuali, le curve riportano un **tempo base di marcia pari a 24'40" per il verso pari e a 24'42" per il verso dispari.**

▪ *Servizio Merci*

Per la simulazione del servizio merci sono stati considerati convogli del tipo ES64U4 trainanti 20 carri container con tasso di riempimento al 50%.

In accordo con l'orario attuale, non sono state previste fermate in nessuna delle località della tratta compresa tra Andora e Finale.

Le curve spazio – velocità ottenute definiscono un **tempo base di marcia di 20'41" per il senso pari e di 20'35" per il senso dispari**, e sono riportate in Figura 15 e Figura 16.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Tecnica di Esercizio

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 16 RG	ES0001 001	A	19 di XX

Servizio Merci, linea storica, B.P.
1 ES64U4 + 1005 t - km 31,252 - Tempo base 00:19:07 - Margini di recupero 00:01:34 - Tempo totale 00:20:41
Velocità media 98,1 km/h - Energia totale assorbita 841 kWh - Velocità Commerciale 90,6 km/h

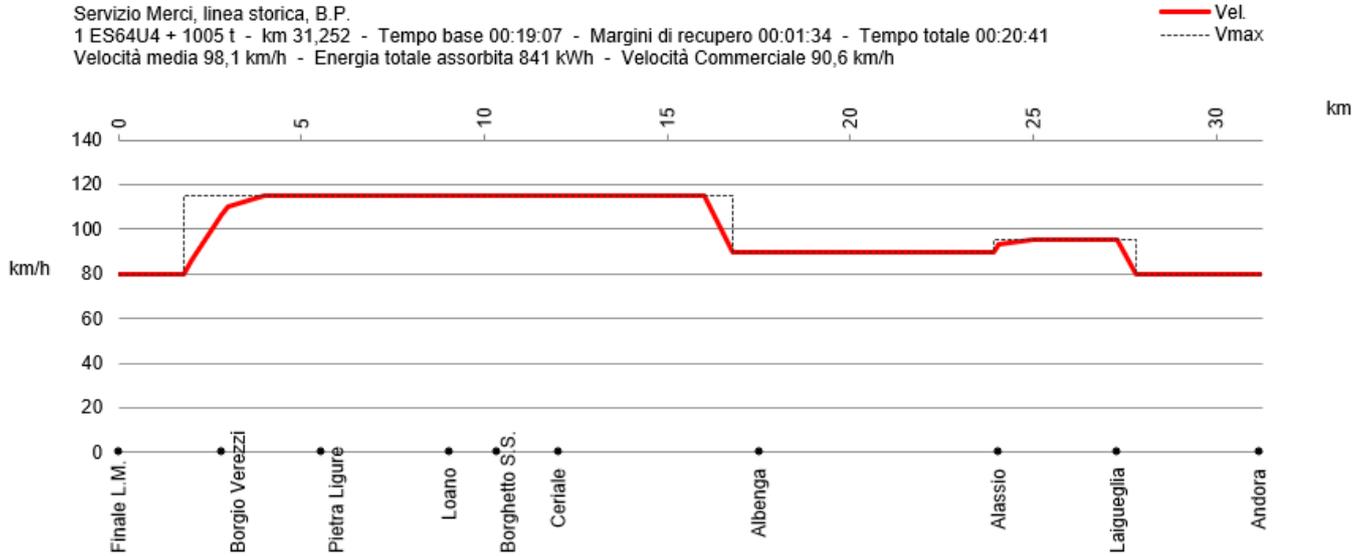


Figura 15 – Simulazione di marcia, servizio MERCI, linea attuale B.P.

Servizio MERCI, linea storica, B.D.
1 ES64U4 + 1005 t - km 31,225 - Tempo base 00:19:01 - Margini di recupero 00:01:34 - Tempo totale 00:20:35
Velocità media 98,5 km/h - Energia totale assorbita 877 kWh - Velocità Commerciale 91 km/h

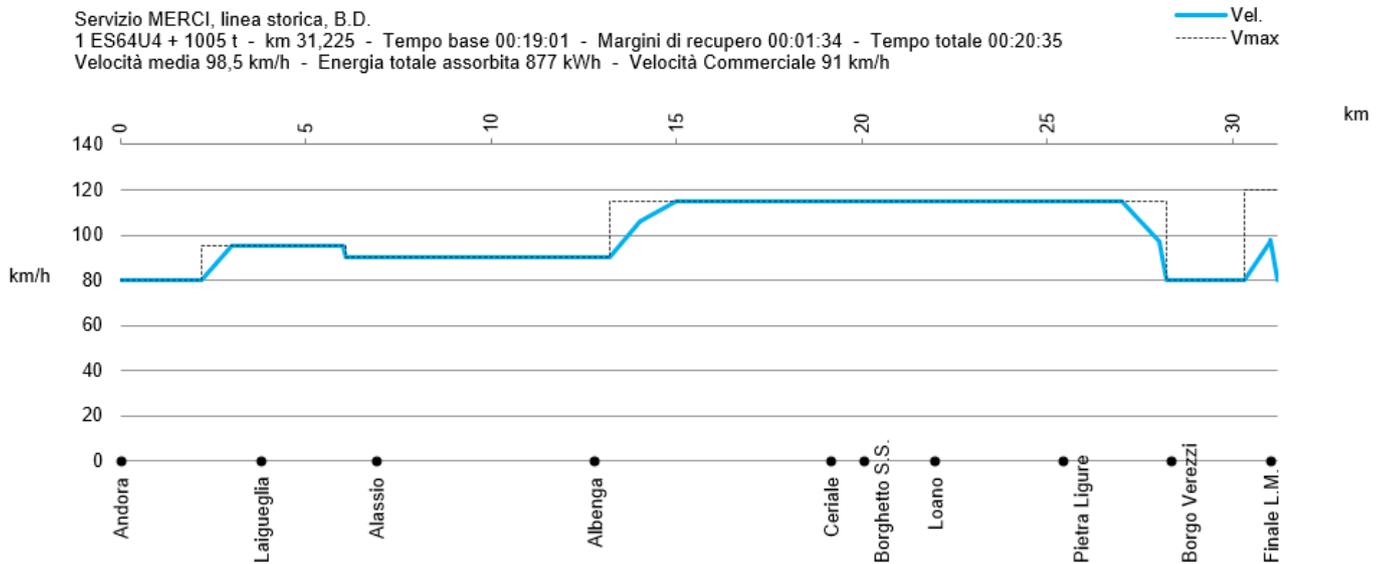


Figura 16 – Simulazione di marcia, servizio MERCI, linea attuale B.D.

6.2 Simulazioni marcia treno nello scenario di progetto

Le simulazioni dello scenario di progetto tengono conto delle condizioni di esercizio dovute alla posizione della fermata sotterranea di Alassio che, situata in galleria, potrebbe essere soggetta ad una situazione di potenziale pericolo per i viaggiatori in attesa sulla banchina (di dimensioni modeste), essendo esposti a turbolenze e spostamenti d'aria in considerazione delle velocità di percorrenza dei convogli in prossimità della fermata.

Di conseguenza, si è ipotizzata la possibilità di ridurre, in corrispondenza di Alassio, la velocità di transito dei mezzi ferroviari in modo che:

- i treni che effettuano servizio viaggiatori (**Regionali e Lunga Percorrenza**) non superino la velocità massima 80 km/h;
- i treni **merci** abbiano una limitazione nella velocità di percorrenza pari a 60 km/h.

La variazione della velocità di tracciato presa a riferimento nelle simulazioni è riportata in Tabella 10 e in Tabella 11.

Tabella 10 – Variazione delle velocità di tracciato e corrispondenti velocità di rango, Senso Pari (B.P.)

Binario Pari (B.P.)						
Prog. inizio	Prog. fine	V _t [km/h]	V _A [km/h]	V _B [km/h]	V _C [km/h]	V _P [km/h]
0+000	67+270	140	120	155	155	185
67+270	91+053	190	120	160	200	200
91+053	92+053 (Alassio)	190	60	80	80	80
92+053 (Alassio)	93+053	140	60	80	80	80
93+053	94+275	140	120	155	155	185
94+275	97+801 (fine tracciato)	190	120	160	200	200

Tabella 11 – Variazione delle velocità di tracciato e corrispondenti velocità di rango, Senso Dispari (B.D.)

Binario Dispari (B.D.)						
Prog. inizio	Prog. fine	V _t [km/h]	V _A [km/h]	V _B [km/h]	V _C [km/h]	V _P [km/h]
0+000	67+272	140	120	155	155	185
67+272	91+053	190	120	160	200	200
91+053	92+053 (Alassio)	190	60	80	80	80
92+053 (Alassio)	93+053	140	60	80	80	80
93+053	94+294	140	120	155	155	185
94+294	97+802 (fine tracciato)	190	120	160	200	200

Le simulazioni nello scenario di progetto fanno riferimento alle seguenti tipologie di materiale rotabile:

- servizio **Regionale**: ETR 521;
- servizio **Lunga Percorrenza**: E 414 + 8 carrozze + E 414;
- trasporto **Merci**: ES64U4 + 1005 t (equivalente di 20 carri container).

▪ Servizio Regionale

I tempi di percorrenza di progetto dei servizi regionali considerano, analogamente al caso attuale, fermate di 1 minuto presso le località di Alassio, Albenga, Borghetto S.S. e Pietra Ligure, con un margine di recupero di 5 minuti ogni 100 m.

La simulazione della marcia del treno restituisce i seguenti grafici spazio – tempo:

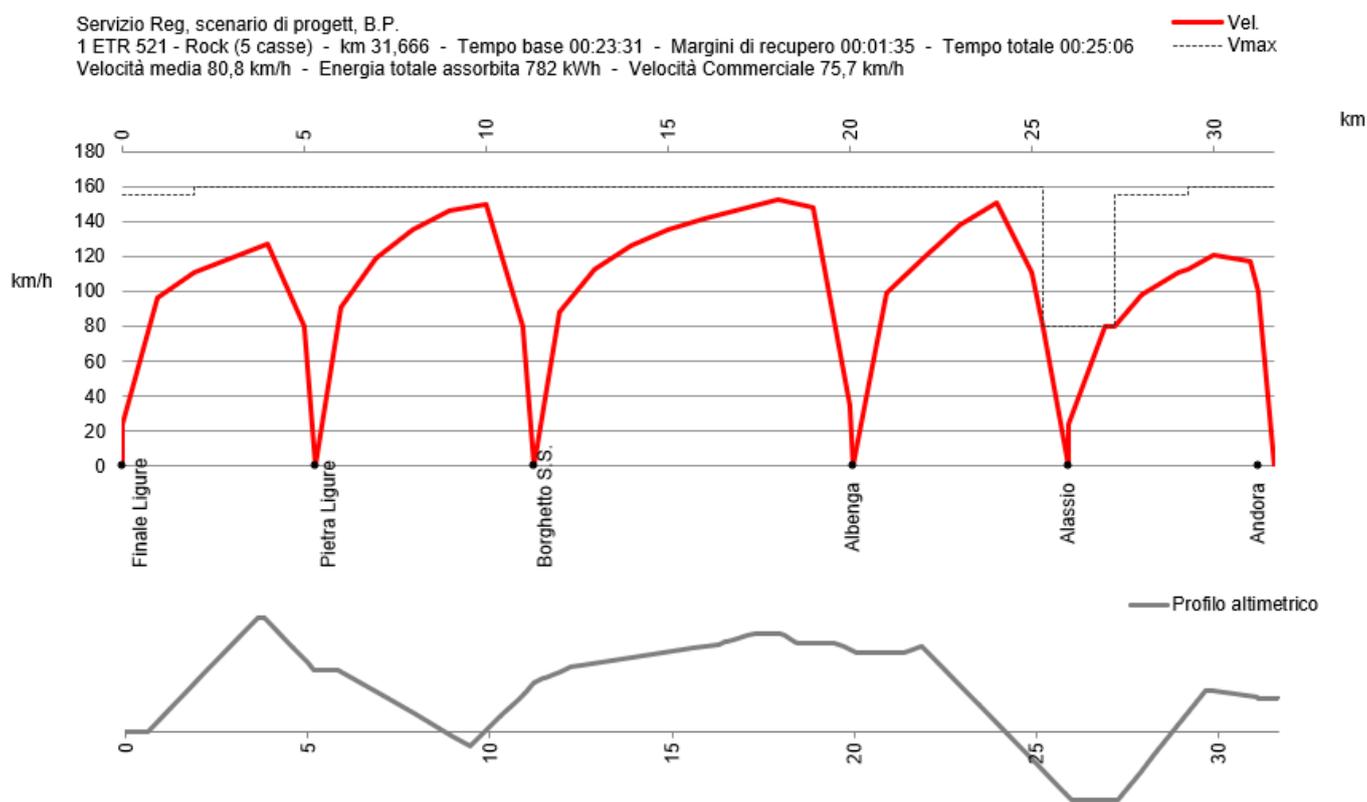


Figura 17 – Simulazione di marcia servizio Regionale, B.P., scenario di progetto

Servizio REG, scenario di progetto, B.D.

1 ETR 521 - km 31,667 - Time 00:23:15 - Recovery margins 00:01:35 - Total time 00:24:50

Average speed 81,7 kph - Total Energy 767 kWh - Operating Speed 76,5 kph

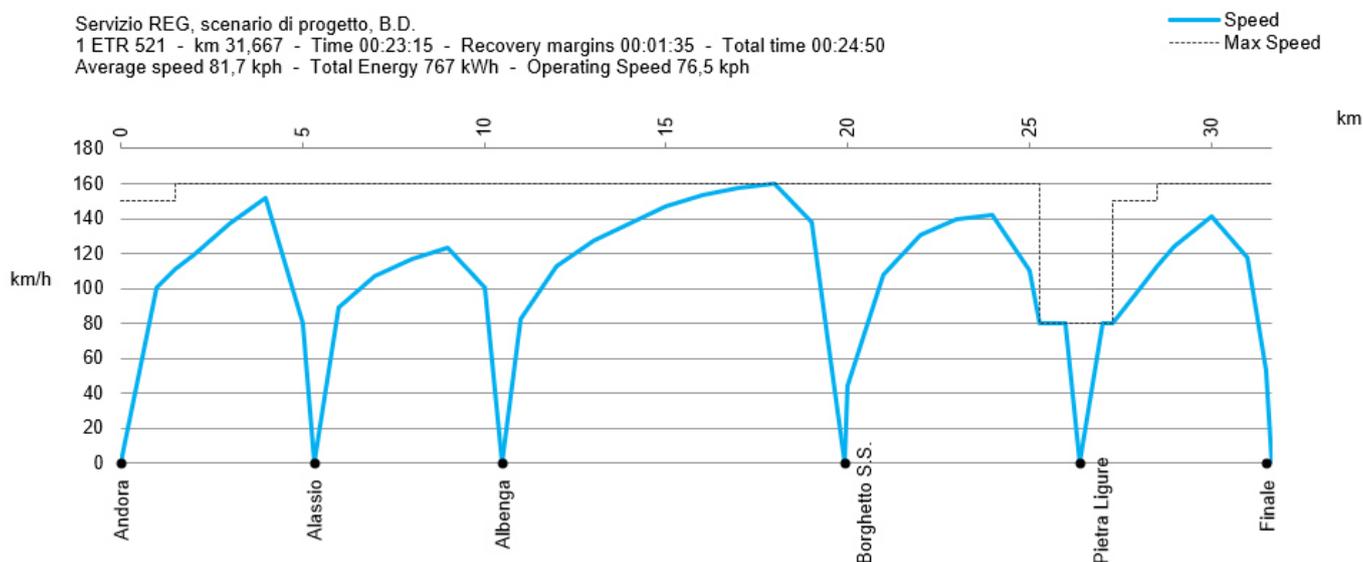


Figura 18 – Simulazione di marcia servizio Regionale, B.D., scenario di progetto

Sulla base di tale impostazione, si ottiene un **tempo base di marcia di 25'06" per il binario pari** e di **24'50" per il binario dispari**.

▪ **Servizio Lunga Percorrenza**

Come per la situazione attuale, sono state considerate fermate di 2' presso le località di Albenga ed Alassio, ed una velocità di rango C come riportata in Tabella 10 e Tabella 11. I grafici spazio – velocità ottenuti, rispettivamente con riferimento al binario pari (B.P.) e al binario dispari (B.D.) sono i seguenti:

Servizio LP, scenario di progetto, B.P.
2 E 404 + 8 Carrozze HS - km 31,665 - Tempo base 00:18:35 - Margini di recupero 00:01:35 - Tempo totale 00:20:10
Velocità media 102,2 km/h - Energia totale assorbita 1320 kWh - Velocità Commerciale 94,2 km/h

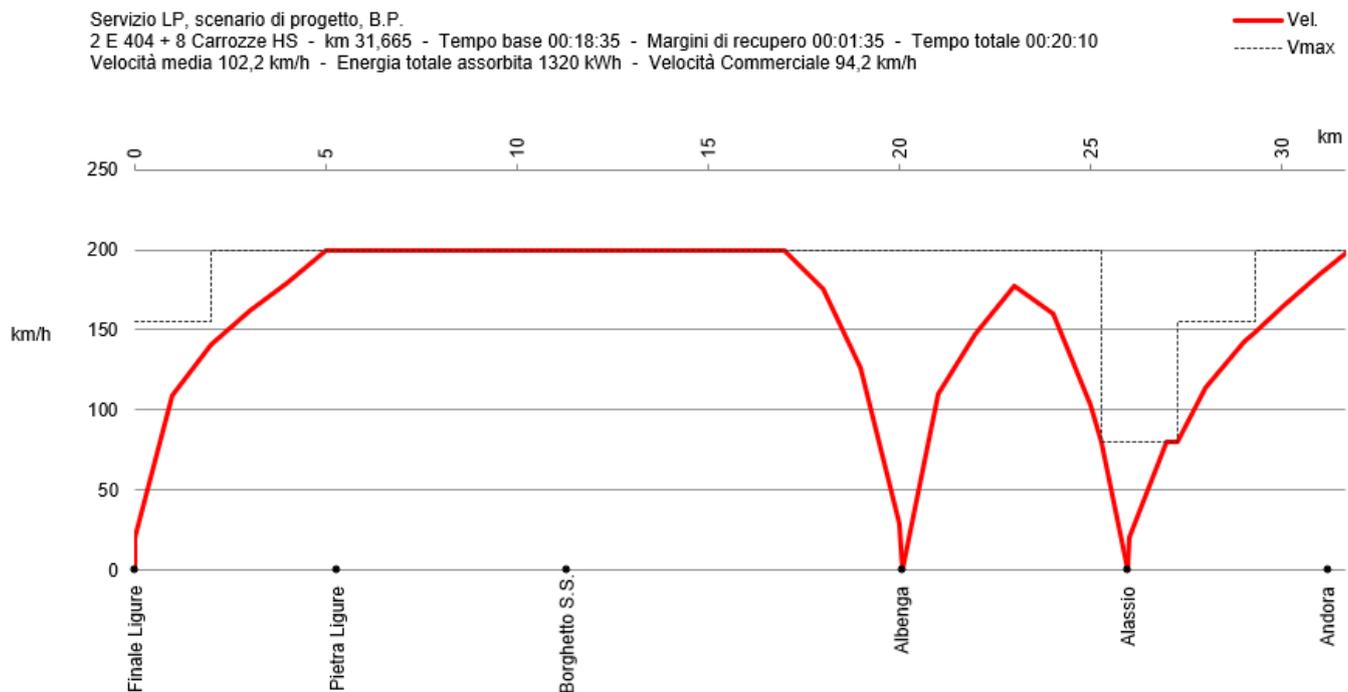


Figura 19 – Simulazione di marcia servizio LP, B.P., scenario di progetto

Servizio LP, scenario di progetto, B.D.
2 E 404 + 8 Carrozze HS - km 31,667 - Time 00:21:37 - Recovery margins 00:01:35 - Total time 00:23:12
Average speed 87,9 kph - Total Energy 1184 kWh - Operating Speed 81,9 kph

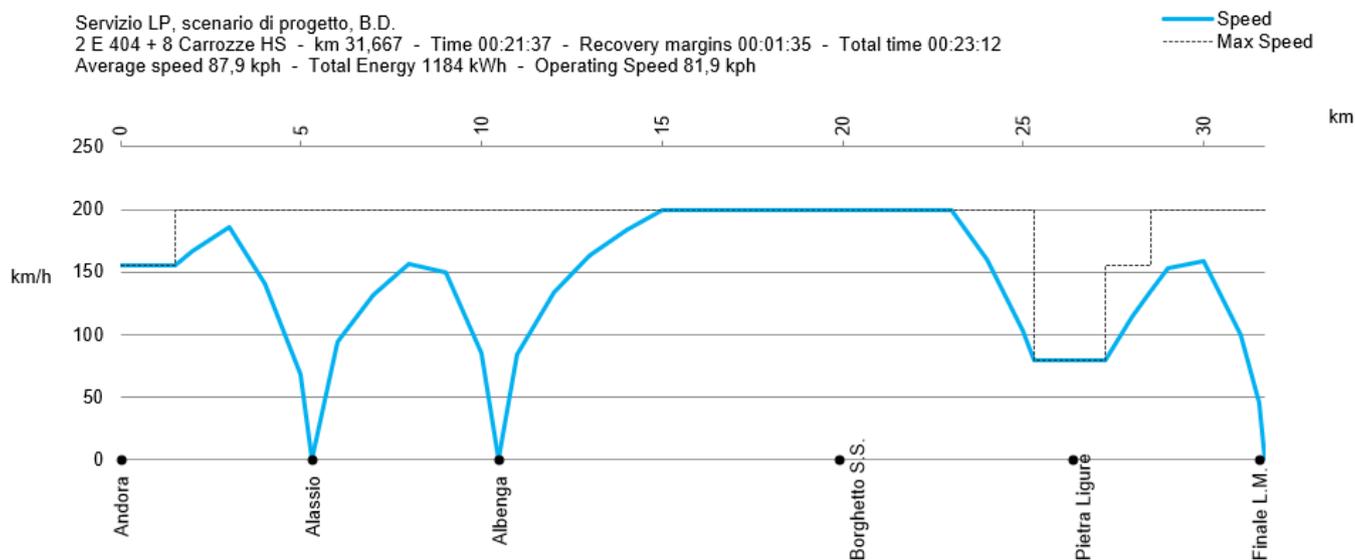


Figura 20 – Simulazione di marcia servizio LP, B.D., scenario di progetto

In questo caso, si ottiene un **tempo base di marcia pari a 20'10"** per la marcia in senso pari, e di **23'12"** per il senso dispari.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A

▪ **Servizio Mercì**

La simulazione effettuata per il servizio merci nello scenario di progetto, assume la stessa tipologia di convogli, la velocità di tracciato definita in Tabella 10 e Tabella 11 e fa riferimento ad una velocità di rango A, con un valore massimo che non supera i 120 km/h.

Di seguito sono riportate le curve spazio – tempo ottenute, rispettivamente per la marcia in senso pari (B.P.) e in senso dispari (B.D.), che forniscono un **tempo base di marcia pari a 19'19" nel primo caso (B.P.) e a 19'05" nel secondo (B.D.)**.

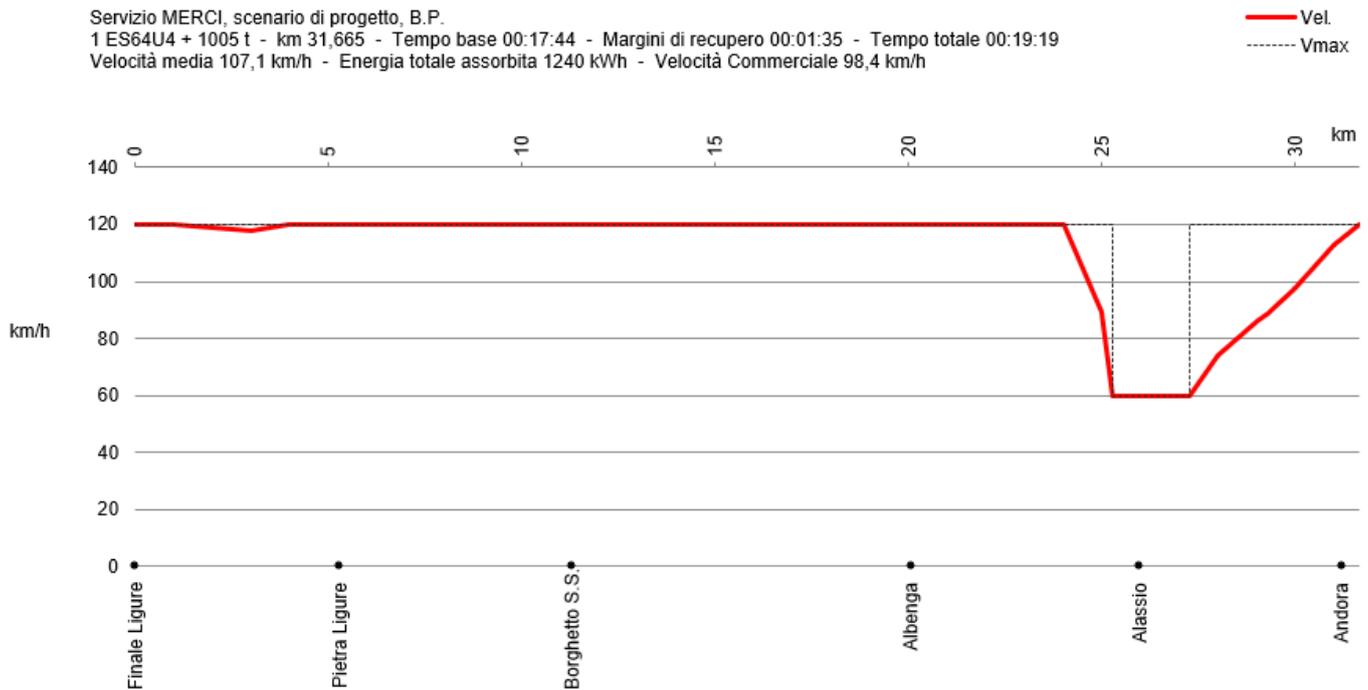
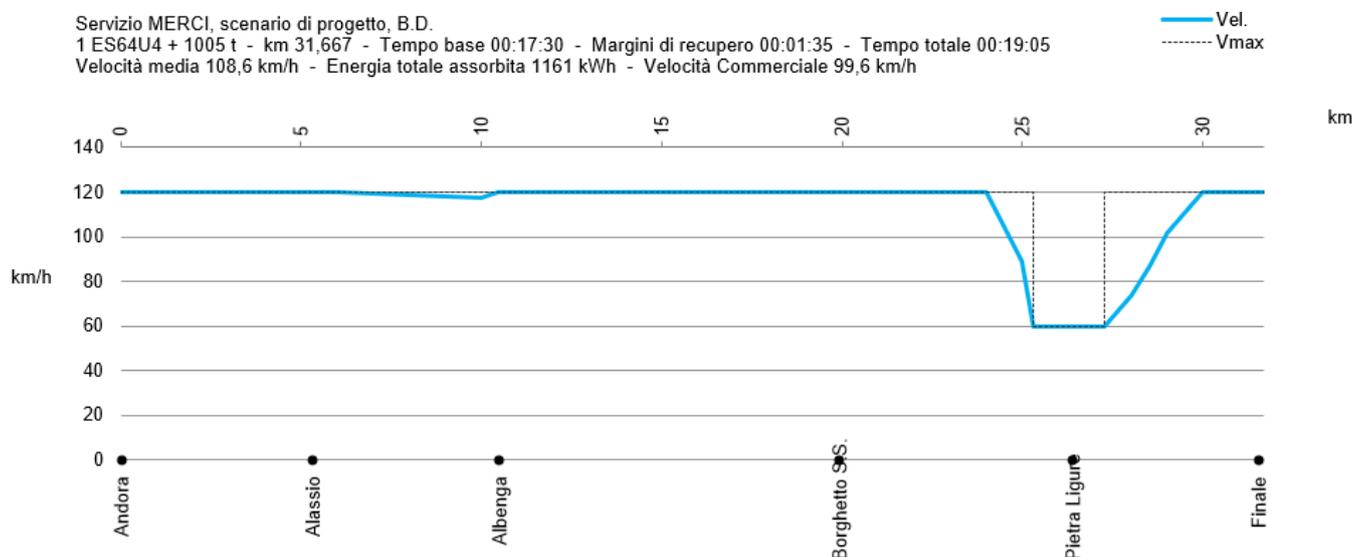


Figura 21 – Simulazione di marcia servizio MERCI, B.P., scenario di progetto

Servizio MERCI, scenario di progetto, B.D.

1 ES64U4 + 1005 t - km 31,667 - Tempo base 00:17:30 - Margini di recupero 00:01:35 - Tempo totale 00:19:05

Velocità media 108,6 km/h - Energia totale assorbita 1161 kWh - Velocità Commerciale 99,6 km/h


Figura 22 – Simulazione di marcia servizio MERCI, B.D., scenario di progetto

6.3 Confronto dei tempi di percorrenza tra Scenario Attuale e Scenario di Progetto

Sulla base dei risultati ottenuti dalle simulazioni dei tempi di percorrenza nei diversi scenari, per i diversi servizi (Regionale, Lunga Percorrenza, Merci) e per i due sensi di percorrenza, sono state realizzate le tabelle che seguono, che riportano le variazioni di tempo rispetto alla situazione attuale, rispettivamente per il senso pari (Tabella 12) e per il senso dispari di percorrenza (Tabella 13).

Tabella 12 – Confronto tempi di percorrenza tra scenario attuale e di progetto, senso pari (B.P.)

SENSO PARI (B.P.)			
Tipologia di servizio	Scenario attuale	Scenario di progetto	Δt
REG	34'22"	25'06"	9'16"
ES*	24'40"	20'10"	4'30"
MERCI	20'41"	19'19"	1'22"

Tabella 13 – Confronto tempi di percorrenza tra scenario attuale e di progetto, senso dispari (B.D.)

SENSO DISPARI (B.D.)			
Tipologia di servizio	Scenario attuale	Scenario di progetto	Δt
REG	34'18"	24'50"	9'28"
ES*	24'42"	23'12"	1'30"
MERCI	20'35"	19'05"	1'30"

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES0001 001	REV. A	FOGLIO 26 di XX

Nello scenario di progetto, gli interventi di raddoppio previsti comportano una diminuzione degli attuali tempi di percorrenza, con un risparmio medio di tempo pari a **5'03"** per i treni che percorrono la linea in **senso pari** e **4'09"** per le percorrenze in **senso dispari**.

6.4 Analisi di capacità della linea

Al fine di poter eseguire un confronto tra le prestazioni della linea nei due scenari attuale e di progetto, è stata eseguita un'analisi di capacità applicando la procedura di calcolo riportata nella normativa interna di RFI "Determinazione della capacità di infrastruttura ferroviaria: linee" (cod. RFI COM NI ORG 001 A).

Secondo tale disposizione, la capacità commerciale per i binari utilizzati con flussi unidirezionali e bidirezionali è fornita dalla seguente espressione:

$$C_{comm. giornaliera} = C_{teorica giornaliera} / k$$

Il parametro k può assumere, orientativamente, i seguenti valori:

- $k = 1,2$ in presenza di un solo livello significativo di velocità commerciale;
- $k = 1,4 - 1,5$ in presenza, rispettivamente, di due - tre livelli di velocità commerciale;
- $k = 1,8 - 1,9$ in presenza, rispettivamente, di quattro - cinque livelli di velocità commerciale.

La capacità teorica giornaliera, a sua volta, è così calcolata:

- binari utilizzati con **flussi bidirezionali**:

$$C_{teorica giornaliera} = h \cdot 60 / (T_d + z) \quad (1)$$

- binari utilizzati con **flussi unidirezionali**:

$$C_{teorica giornaliera} = N \cdot (h \cdot 60 / D_n) \quad (2)$$

In cui:

- h = numero di ore in esercizio;
- N = numero di binari;
- D_n = tempo di distanziamento in linea indicato come "normale" nello Scenario Tecnico;
- T_d = tempo necessario a percorrere la sezione rilevante;

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Esercizio</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 16 RG</p>	<p>DOCUMENTO ES0001 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 27 di XX</p>

- z = tempo di incrocio da Scenario Tecnico.

6.4.1 Analisi di confronto

La capacità della linea nella tratta compresa tra Andora e Finale L.M., nello scenario di progetto, è stata calcolata applicando il metodo RFI, in particolare la formula (2) per flussi bidirezionali nella tratta compresa tra Andora e Finale Ligure M.. Sono state considerate 19 ore di servizio giornaliero e un distanziamento in linea di 8 minuti (valore massimo). Considerando quattro livelli di velocità commerciale ($k = 1,8$), si ricava che la capacità della linea nello scenario di progetto a doppio binario è di **158 treni/giorno**.

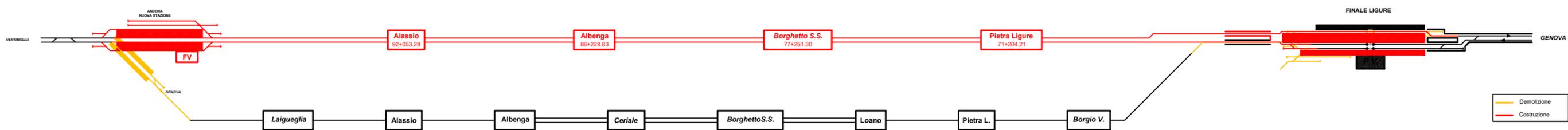
7 ALLEGATI

Layout funzionale della configurazione attuale e di progetto, cod. IV01.00.D.16.RG.ES0001.001.A_ALL01

CONFIGURAZIONE ATTUALE



STATO SOVRAPPOSTO



CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

