

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA  
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

**RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO**

SCALA:

-

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

N M 2 5    0 3    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	A.Ferracci <i>A. Ferracci</i>	30/04/2020	A.Vitali <i>A. Vitali</i>	30/04/2020	M.Berlingieri <i>M. Berlingieri</i>	30/4/2020	P. Rivoli 30/04/2020 



**PROGETTO DEFINITIVO  
RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA  
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D 16 RG	ES 00 01 001	A	2 di 25

## Sommario

1	INTRODUZIONE .....	3
2	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA ATTUALE .....	5
3	MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE .....	9
4	CALCOLO CAPACITA' COMMERCIALE ATTUALE .....	11
5	MODELLO DI ESERCIZIO DURANTE LE LAVORAZIONI .....	13
6	SPECIFICHE DEL PROGETTO .....	15
7	MODELLO DI ESERCIZIO FUTURO .....	16
8	CALCOLO CAPACITA' COMMERCIALE FUTURA .....	18
9	SIMULAZIONE DI MARCIA DEI TRENI .....	20

## 1 INTRODUZIONE

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportata la pianificazione di “Riqualificazione Milano – Codogno – Cremona - Mantova”. Tale voce, oltre a citare gli interventi di raddoppio conclusi nel 2015 tra la località Cavatigozzi e Cremona, riporta anche l’intervento di raddoppio, proposto in maniera selettiva, sull’intera relazione.

Recentemente sulla linea sono stati firmati impegni e convenzioni attuative che hanno interessato la Regione Lombardia e Rete Ferroviaria Italiana. L’obiettivo commerciale, alla base di questi interventi, è creare le condizioni per l’incremento della regolarità sulla relazione regionale Milano – Mantova ed un suo successivo potenziamento, nonché raggiungere la frequenza di un treno/h per direzione.

Successivi approfondimenti svolti dalle strutture territoriali di RFI congiuntamente alla Regione Lombardia, hanno messo in evidenza la necessità di approfondire la tratta prioritaria di raddoppio, anche alla luce del modello di esercizio che sarà adottato dalla Regione stessa.

La linea ha inoltre un notevole interesse merci legato, non solo alla presenza degli impianti industriali raccordati, ma anche al fatto che tale linea fa parte del corridoio alternativo al Mediterraneo.

In quest’ottica, il presente Progetto Definitivo, compendia gli interventi necessari, nell’ambito della linea Codogno – Cremona – Mantova, all’attivazione prioritaria della tratta Piadena – Mantova, 1<sup>a</sup> fase funzionale del raddoppio della linea in oggetto.

L’opera si sviluppa nella bassa pianura lombarda, ad una quota compresa tra i 60 e i 20 metri s.l.m. andando da ovest verso est; lo sviluppo della tratta è di circa 34km tra le località di Piadena (km 55+286 LS) e Mantova (km 89+557 LS).

La 1<sup>a</sup> fase del progetto prevede i seguenti interventi:

- Raddoppio tratta Piadena – Bozzolo: raddoppio con tratti in variante tramite la realizzazione di un nuovo binario ad interasse di circa 22.50 m dall'attuale, da eseguirsi in presenza di esercizio ferroviario;
- Raddoppio tratta Bozzolo – Mantova: raddoppio in stretto affiancamento da eseguirsi in interruzione prolungata di esercizio ferroviario.

Il progetto prevede, nell'ambito della realizzazione nuova della sede ferroviaria a doppio binario, dei relativi impianti ed apparati tecnologici e di trazione elettrica, inoltre la riqualificazione delle Stazioni e dei PRG di Piadena, Bozzolo e Marcaria, della Fermata di Castellucchio e del PRG di Mantova. È prevista, ancora, la soppressione di tutti i PL di linea tramite realizzazione di opportune nuove opere sostitutive.

L'intervento, nel suo complesso, grazie all'incremento delle prestazioni della linea, si caratterizza come un potenziamento dei collegamenti regionali e merci attualmente programmati.

## 2 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA ATTUALE

La tratta oggetto di intervento ha un'estensione di circa 34.2 km a singolo binario.

Lungo la tratta in esame sono presenti 29 PL;

Si riportano di seguito le attuali caratteristiche infrastrutturali e tecnologiche della linea oggetto di intervento:

- Piadena – Mantova
  - Semplice Binario
  - Trazione Elettrica a 3KV (c.c.)
  - Esercizio con DCO dal Posto Centrale di Milano Greco Pirelli
  - Stazioni: Bozzolo, Marcaria, Castellucchio e Mantova
  - Fermate intermedie: S. Michele in Bosco e Ospitaletto Mantovano
  - Regime di circolazione: Blocco Elettrico Conta Assi
  - Modulo di linea: 530/575 m
  - Peso assiale: D4L (con limitazione a 55 km/h sulla tratta Cremona-Mantova)
  - Codifica per Trasporto Combinato: P/C45

Le caratteristiche suddette sono sintetizzate nelle immagini che seguono.

Segue linea PAVIA-MANTOVA

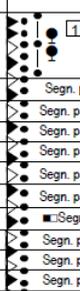
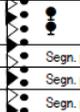
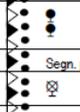
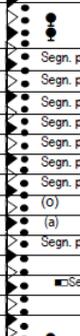
Grado di prestazione	Ascesa %	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITA' DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE P.L.	Numero e capacità binari								
1	0	55,286	0,199	(da Brescia) <b>PIADENA</b> (per Parma)	9		Vari 225-305								
		56,087	0,801	P.L.			Segn. part. Piadena								
		56,686	0,601	P.L.p.			Segn. part. Piadena								
		57,301	0,715	P.L.p.			Segn. part. Piadena								
		57,632	0,331	P.L.p.			Segn. part. Piadena								
		59,092	1,460	P.L.p.			Segn. part. Piadena								
		59,551	0,459	P.L.p.			Segn. part. Piadena								
		60,586	1,035	P.L.A.			Segn. Km 60,515-Disp.Com.Km 56,200								
		61,769	1,183	P.L.p.			Segn. part. Piadena								
		62,235	0,466	P.L.A.			Segn. part. Piadena								
		62,890	0,655	P.L.			Segn. prot. Bozzolo								
		2	0	63,795			0,905	<b>Bozzolo</b>	10		2 510-510				
				63,960			0,165	P.L.			Segn. part. Bozzolo				
				65,637			1,677	P.L.A.			Segn. part. Bozzolo				
				68,070			2,433	P.L.			Segn. prot. Marcaria				
				0			0	69,160			1,090	<b>Marcaria</b>	11		2 530-530
								69,443			0,283	P.L.			Segn. part. Marcaria
								72,292			2,849	<i>S. Michele in Bosco</i>			
								74,910			2,618	<i>Ospitaletto Mantovano</i>			
				4			0	74,932			0,022	P.L.A.	Segn. part. Marcaria		
75,662	0,730				P.L.A.	Segn. part. Marcaria									
76,980	1,318	P.L.A.	Segn. part. Marcaria												
78,463	1,483	P.L.	Segn. prot. Castellucchio												
4	0	78,659	0,196		<b>Castellucchio</b>	12			1 680						
		79,634	0,975		P.L.				Segn. part. Castellucchio						
		80,574	0,940		P.L.A.				Segn. part. Castellucchio						
		81,561	0,987		P.L.A.				Segn. part. Castellucchio						
		82,013	0,452		P.L.A.				Segn. part. Castellucchio						
		82,853	0,840		P.L.A.				Segn. part. Castellucchio						
		83,902	1,049	P.L.A.	Segn. part. Castellucchio										
		84,591	0,689	P.L.A.	Segn. part. Castellucchio										
		84,955	0,364	S.S.E.	(o)										
		85,734	0,779	R.T.B.	(a)										
85,744	0,010	P.L.A.	Segn. part. Castellucchio												
86,972	1,228	C.C.													
86,982	0,010	P.L.A.	Segn. Km 86,915-Disp.Com.Km 83,795												
87,520	0,538	Limite Giurisdizione Milano (da Modena-Monselice )													
89,557	2,037	<b>MANTOVA</b> (per Verona)		Vari 460-604											

Figura 1 – Caratteristiche attuali della linea Piadena – Mantova, senso dispari (da FL 34)

### SEZIONE 7.1.3 FL - FIANCATA PRINCIPALE MANTOVA - PAVIA

Trazione elettrica a corrente continua da Mantova a Casalpusterlengo e in stazione di Pavia.

Esercizio con Dirigente Centrale da Codogno a Casalpusterlengo (sede Mi. Greco)

Esercizio con D.C.O. da Mantova a Codogno e da Casalpusterlengo a Pavia (sede Mi. Greco)

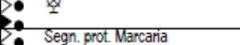
Grado di prestazione	Ascesa %	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITA' DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE P.L.	Numero e capacità binari			
1	5	89,557	—	(da Verona) <b>MANTOVA</b> (per Modena - Monselice)	13		Vari 460-604			
		87,520	2,037	Limite Giurisdizione Milano						
		86,982	0,538	P.L.A.						
		86,972	0,01	C.C.						
		85,744	1,228	P.L.A.						
		84,955	0,789	S.S.E.						
		84,591	0,364	P.L.A.						
		83,902	0,689	P.L.A.						
		82,853	1,049	P.L.A.						
		82,013	0,84	P.L.A.						
		81,561	0,452	P.L.A.						
		80,574	0,987	P.L.A.						
		79,634	0,940	P.L.						
		0	78,659	0,975			<b>Castellucchio</b>	12		1 680
				78,463			0,196			P.L.
				76,980			1,483			P.L.A.
				75,662			1,318			P.L.A.
74,932	0,730			P.L.A.						
1	74,910	0,022	<i>Ospitaletto Mantovano</i>							
		2	72,292		2,618	<i>S. Michele in Bosco</i>				
69,443	2,749			P.L.						
2	69,160	0,283	<b>Marcaria</b>	11		2 530-530				
		68,070	1,090			P.L.				
		65,637	2,433			P.L.A.				
		63,960	1,677			P.L.				
		3	63,795			0,165	<b>Bozzolo</b>	10		2 510-510
62,890	0,905			P.L.						
62,235	0,655			P.L.A.						
61,769	0,466			P.L.p.						
60,586	1,183			P.L.A.						
59,551	1,035			P.L.p.						
59,092	0,459			P.L.p.						
57,632	1,460			P.L.p.						
57,301	0,331			P.L.p.						
56,686	0,615			P.L.p.						
56,087	0,599	P.L.								
2	55,286	0,801	(da Parma) <b>PIADENA</b> (per Brescia)	9		Vari 230-320				

Figura 2 – Caratteristiche attuali della linea Piadena – Mantova, senso pari (da FL 34)

segue linea PAVIA - MANTOVA

Grado di frenatura	Velocità max Km/h			Prog. Chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max Km/h BIN. DESTRA			Grado di frenatura					
	A	B	C			A	B	C						
III	100	105	110	158,96	CODOGNO									
				0,00										
				5,44		Maleo								
				7,71		Pizzighettone								
				I		125	135	140	8,76	Ponte d'Adda				
									P.L.A. ■ Km 13,245 P.L.A. ■ Km 14,547					
									16,59	Acquanegra				
									22,15	Cava Tigozzi	125	135	140	I
									27,33	CREMONA				
									34,83	Villetta				
				40,95	Gazzo									
				48,58	Torre de Picenardi									
				55,28	Piadena									
				P.L.A. ■ Km 60,586										
				63,79	Bozzolo									
				69,16	Marcaria									
				72,29	S.Michele									
				74,91	Ospitaletto									
				78,65	Castellucchio									
	100	105	110	C.C. Km 86,972 P.L.A. ■ Km 86,982										
				89,55	MANTOVA									

SEZIONE 7.1.2 FL - FIANCATA DI LINEA  
MANTOVA- PAVIA

Grado di frenatura	Velocità max Km/h			Prog. Chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max Km/h BIN. DESTRA			Grado di frenatura
	A	B	C			A	B	C	
I	100	105	110	89,55	MANTOVA				
				C.C. Km 86,972					
				78,65	Castellucchio				
				74,91	Ospitaletto				
				72,29	S. Michele				
				69,16	Marcaria				
				P.L.A. ■ Km 65,637					
				63,79	Bozzolo				
				55,28	PIADENA				
				48,58	Torre de Picenardi				
40,95	Gazzo								
34,83	Villetta								
27,33	CREMONA	125	135	140	I				
22,15	Cava Tigozzi								
16,59	Acquanegra								
8,76	Ponte d'Adda								
7,71	Pizzighettone								
5,44	Maleo								
I <sub>a3</sub>	100	105	110	0,00					
I <sub>a</sub>	140	150	160	158,96	CODOGNO				

(senso Dispari)

(senso Pari)

Figura 3 – Profilo delle velocità di rango attuali della linea Piadena - Mantova, (da FL 34)

### 3 MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE

Il traffico attualmente circolante sulla tratta Piadena – Mantova è composto da servizi di tipo regionale, regionale express e merci.

Nella tabella seguente è riportato il modello di esercizio attuale della linea. I dati sono stati ricavati a seguito di alcune estrazioni da P.I.C. (Piattaforma Integrata Circolazione), in base alle circolazioni programmate in un giorno feriale medio.

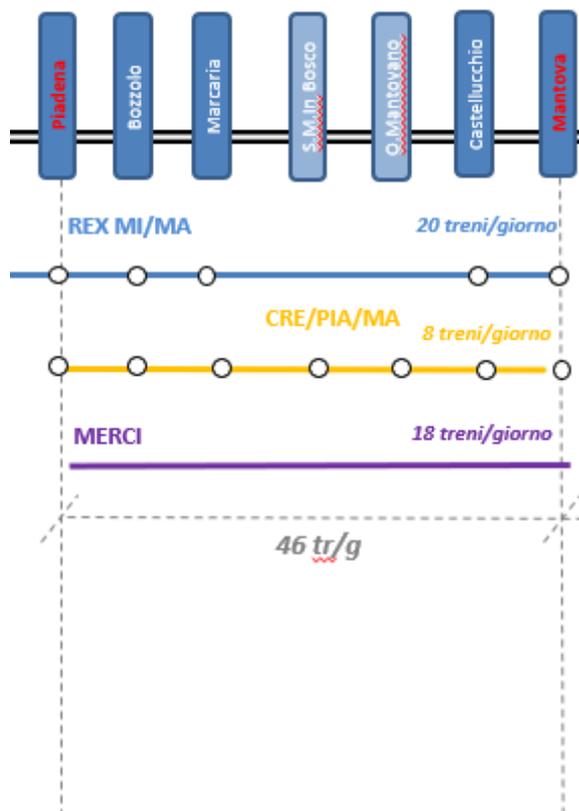
I servizi regionali express Milano - Mantova sono effettuati con locomotive E464 (1 motrice e 6 carrozze).

I servizi regionali su tutta la tratta sono effettuati con diverse tipologie di treni come : ALe 582 (1M + 2R), ALe 582 (1M + 3R), ALn 668 (1001-1120) (2M) C, ATR 125

Il parco dei treni merci circolanti è piuttosto composito: le prestazioni variano tra 480 – 1500 tonn con un numero di carri variabili tra i 14 e i 24, lunghezze inferiori ai 500m e sono trainati da diverse tipologie di locomotive del tipo: E483, E405, E193, E652, E189 .

<b>Tratta Piadena - Mantova</b>	
<b>Relazioni</b>	<b>Scenario Attuale (treni/giorno)</b>
Milano Centrale - Mantova	20
Cremona/Piadena - Mantova	8
Traffico Merci ed ulteriori traffici di servizio	18
<i>Totale</i>	<i>46</i>

**Tabella 1** – *Modello di esercizio attuale della linea Piadena – Mantova (estrazioni a campione anno 2019)*



**Figura 4** – Modello di esercizio attuale tratta Piadena – Mantova

## 4 CALCOLO CAPACITA' COMMERCIALE ATTUALE

Per il calcolo della potenzialità della linea è stata utilizzata la formula in base alla norma interna di RFI - cod. RFI COM NI ORG 001 A.

In tale norma la capacità commerciale per binari utilizzati con flussi unidirezionali e bidirezionali è fornita dalla seguente espressione:

$$C_{comm.giornaliera} = \frac{C_{teoricagiornaliera}}{k}$$

Per il parametro k può essere assunto orientativamente il valore:

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

La capacità teorica giornaliera può essere così calcolata:

1. binari utilizzati con flussi unidirezionali

$$C_{teoricagiornaliera} = N \cdot \left( \frac{h * 60}{D_n} \right)$$

2. binari utilizzati con flussi bidirezionali

$$C_{teoricagiornaliera} = \frac{h * 60}{(T_d + z)}$$

Dove:

h = numero ore in esercizio;

N = numero di binari;

D<sub>n</sub> = tempo di distanziamento in linea indicato come “normale” nello Scenario Tecnico;

Td = tempo necessario a percorrere la sezione rilevante;

Z = tempo di incrocio da Scenario tecnico.

Il tempo "Td" è stato ricavato simulando la marcia dei convogli merci e individuando la sezione più critica. In particolare è risultato che:

- per la tratta Piadena – Mantova la sezione critica è risultata Mantova – Castellucchio (senso pari)

Ai fini del calcolo di capacità sono stati considerati tre livelli di velocità (velocità ranghi A, B e C). Nel profilo di velocità della linea essendo limitate le differenze di velocità tra i ranghi B e C il valore K impiegato per il calcolo della velocità commerciale è stato 1,4.

Il tempo di incrocio da scenario tecnico è stato assunto di 4'.

Il numero di ore di esercizio è stato ricavato dall'analisi del traffico attraverso la piattaforma PIC ed anche in coerenza con gli intervalli d'orario della linea è stato assunto pari a 20 ore.

Il valore ricavato dalla formula per il calcolo della capacità commerciale e i treni/giorno previsti dall'attuale modello di esercizio è riepilogato nella tabella sottostante.

Scenario attuale	Piadena - Mantova
<i>Capacità commerciale giornaliera (flussi bidirezionali)</i>	47
<i>Treni giorno modello di esercizio attuale (passeggeri +merci)</i>	46

**Tabella 2 – Capacità teorica attuale della Tratta Piadena - Mantova**

Dai dati illustrati si nota come per le tratta in oggetto i carichi attuali della linea sono prossimi alla capacità teorica della linea.

## 5 MODELLO DI ESERCIZIO DURANTE LE LAVORAZIONI

Il modello di esercizio durante lo svolgimento dei lavori sulla tratta è stato indicato da RFI in sede di definizione dei dati di base.

Come espresso in premessa durante le lavorazioni si avrà il seguente scenario:

- Tratta Piadena (i) – Bozzolo (i): lavorazioni in presenza di esercizio ferroviario.
- Tratta Bozzolo (e) – Mantova (e): lavorazioni in interruzione prolungata di esercizio ferroviario.

In questo contesto l'offerta ferroviaria sulla tratta Piadena – Mantova si articolerà nel modo seguente:

### Servizio viaggiatori.

- Tratta Piadena – Bozzolo: offerta attuale invariata con attestamento dei servizi viaggiatori nella stazione di Bozzolo ed accesso ai raccordati di Piadena e Bozzolo sempre garantito;
- Tratta Bozzolo – Mantova: Servizio sostitutivo Bus.

### Servizi merci.

Per i servizi merci si prevede un incremento dei servizi merci del 15% sulla tratta rispetto al traffico attuale.

In relazione alla chiusura all'esercizio della tratta Bozzolo – Mantova dovranno essere contemplate alcune ricadute sull'offerta dei servizi merci e delle eventuali misure da intraprendere.

In particolare la direttrice maggiormente interessata per i servizi in transito (tutta o in parte) è quella Est/Ovest, Trieste – Bivio Aurisina – Porto Gruaro – Venezia – Padova – Vicenza – Verona – Mantova – Piadena – Cremona – Cava Tigozzi/Acqua Negra Cremonese.

Per questi casi potrà essere valutata la possibilità di instradare i treni su itinerari alternativi.



**PROGETTO DEFINITIVO  
RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA  
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D 16 RG	ES 00 01 001	A	14 di 25

Questa possibilità potrà essere eventualmente perseguita rendendo compatibili i servizi in relazione alle caratteristiche infrastrutturali e tecnologiche delle linee interessate dai nuovi itinerari, in particolare :

- elettrificazione della linea;
- masse massime assiali ammesse;
- codifica traffico combinato;
- modulo della linea;
- capacità residua delle linee e dei nodi interessati dai nuovi itinerari
- compatibilità della marcia in relazione alle composizioni utilizzate.

## 6 SPECIFICHE DEL PROGETTO

A regime la linea sarà caratterizzata da:

- Doppio Binario tra Piadena e Mantova;
- Trazione Elettrica;
- Stazioni: Piadena, Marcaria e Bozzolo e Mantova
- Fermate intermedie: Castellucchio;
- Gestione della circolazione dal Posto Centrale di Milano Greco Pirelli;
- Modulo di linea: 750 m;
- Peso assiale: D4;
- Sagoma P/C 80
- Velocità di progetto massima: 160 km/h in rango C;
- Soppressione di tutti i PL Pubblici e Privati;
- modulo per servizio viaggiatori, per i marciapiedi, secondo lo standard dei servizi regionali. In tutte le località (250 m H 55)
- Traffico passeggeri regionale e merci con nuovo cadenzamento.
- Sistema di distanziamento con BAcf+eRSC 3/3
- Realizzazione dell'attrezzaggio ERTMS-L2 sovrapposto su Linea Storica su tutta la tratta Piadena-Mantova con nuovo Posto centrale RBC e postazioni operatore ubicate nel Posto Centrale di Milano Greco Pirelli;

Il progetto prevede pertanto, come si evince dalla descrizione precedente, la trasformazione in fermata delle attuali stazioni: Castellucchio nonché la soppressione degli impianti di San Michele in Bosco e Ospitaletto Mantovano.

## 7 MODELLO DI ESERCIZIO FUTURO

Il modello di esercizio di progetto conferma il dato di base fornito da RFI in occasione dello sviluppo del PFTE. La struttura del modello tiene conto del progetto di raddoppio sulla tratta più ampia Codogno – Cremona - Piadena – Mantova (lotti 1 – 2 – 3). Il nuovo modello di esercizio, in generale, grazie all'incremento delle prestazioni della linea, si caratterizza per un potenziamento dei collegamenti regionali e dei servizi merci attualmente programmati.

Va precisato che, come da indicazioni RFI, il modello del traffico merci è stato sviluppato sulla base dell'andamento delle richieste di mercato e sono possibili delle variazioni.

Tabella 3 – *Modello di esercizio futuro della linea Piadena - Mantova*

### Tratta Piadena – Mantova

Relazione	Veicoli	Treni al giorno feriale medio complessivi nelle due direzioni		
		Ore 6 → 22	Ore 22 →6	Totale
Milano Centrale – Mantova	Materiale tipo Coradia ETR 245 in doppia composizione (2x5 pezzi)	32	4	36
Cremona – Piadena – Mantova	Materiale tipo Coradia ETR 245 (5 pezzi)	8	0	8
Merchi tipo Corridoio*	Lungh. 750 m 2000 tonn	6	3	9
Altri merci*	Lungh. 550 m 1500 tonn	9	5	14

Per un totale complessivo di **67 treni/giorno**

\* Per il traffico merci, i valori sono stime sulla base dell'andamento delle richieste del mercato e sono possibili variazioni anche rilevanti.

I servizi regionali express saranno effettuati con treni del tipo ETR245 in doppia composizione (2x5 pezzi).

I servizi regionali saranno effettuati con treni del tipo ETR245 (5 pezzi).

I treni merci saranno di due tipi 750m per 2000 t e 550 m per 1500 t.

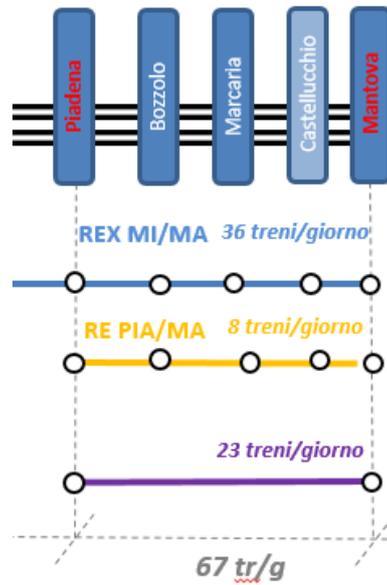


Figura – Modello di esercizio futuro della linea Piadena - Mantova

## 8 CALCOLO CAPACITA' COMMERCIALE FUTURA

Per il calcolo della potenzialità della linea è stata utilizzata la formula in base alla norma interna di RFI - cod. RFI COM NI ORG 001 A.

In tale norma la capacità commerciale per binari utilizzati con flussi unidirezionali e bidirezionali è fornita dalla seguente espressione:

$$C_{comm.giornaliera} = \frac{C_{teoricagiornaliera}}{k}$$

Per il parametro k può essere assunto orientativamente il valore:

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

La capacità teorica è così calcolata:

1. binari utilizzati con flussi unidirezionali

$$C_{teoricagiornaliera} = N \cdot \left( \frac{h * 60}{D_n} \right)$$

2. binari utilizzati con flussi bidirezionali

$$C_{teoricagiornaliera} = \frac{h * 60}{(T_d + z)}$$

Dove:

h = numero ore in esercizio;

N = numero di binari;

Dn = tempo di distanziamento in linea indicato come “normale” nello Scenario Tecnico;

Td = tempo necessario a percorrere la sezione rilevante;

Z = tempo di incrocio da Scenario tecnico.

Il tempo "Dn" è stato individuato in 6'.

Ai fini del calcolo di capacità sono stati considerati tre livelli di velocità (velocità ranghi A,B,C), pertanto il valore K impiegato per il calcolo della velocità commerciale è stato 1,5.

Il numero di ore di esercizio è stato assunto uguale a quello dello scenario attuale (20 ore).

Si evince che la nuova capacità commerciale, in seguito al raddoppio è pari al valore indicato nella tabella sottostante.

<b>Scenario raddoppio</b>		<b>Piadena - Mantova</b>
<i>Capacità commerciale giornaliera</i>		320
<i>Treni giorno modello di esercizio futuro (passeggeri +merci)</i>		67

Tabella 4 – Capacità futura della linea

I nuovi valori della capacità risultano essere compatibili con l'incremento di traffico futuro ipotizzato sulla tratta.

E' utile tuttavia ribadire che il modello di esercizio futuro, indicato come dato di base, contempla l'intero progetto di raddoppio sui 3 lotti della linea Codogno – Cremona – Piadena – Mantova. Pertanto la sua attuazione è legata al completamento degli interventi sui tre lotti e quindi un incremento della capacità su una tratta molto più ampia.

La realizzazione del solo Lotto 3 sebbene consenta un incremento del traffico sulla tratta, non potrà vedere la piena attuazione del modello di esercizio poiché condizionata in maniera significativa dalla capacità anche delle tratte precedenti.

## 9 SIMULAZIONE DI MARCIA DEI TRENI

Con riferimento alle modifiche del profilo plano-altimetrico della linea, sono state effettuate delle simulazioni di marcia treno al fine di analizzare le prestazioni della linea nel suo nuovo assetto.

Per quanto concerne il trasporto passeggeri, sono state effettuate delle simulazioni nei due sensi di marcia, considerando i seguenti treni.

### Scenario attuale.

Servizio regionale express Milano – Mantova: E464 (1 motrice e 6 carrozze)

Servizi regionali su tutta la linea: ALe 582 (1M + 2R)

### Scenario futuro con raddoppio.

I servizi regionali express saranno effettuati con treni del tipo ETR245 in doppia composizione (2x5 pezzi).

I servizi regionali saranno effettuati con treni del tipo ETR245 (5 pezzi).

Relativamente ai servizi passeggeri, le località e i tempi di fermata, sono stati riprodotti quelli prevalenti rispetto alla totalità delle corse osservate. Tali caratteristiche sono state mantenute anche per lo scenario di raddoppio per rendere confrontabili i due scenari.

Nelle figure che seguono si riportano i diagrammi spazio – velocità ottenuti dalla simulazione di marcia nel verso dispari e pari di circolazione per gli scenari attuale e futuro con raddoppio.

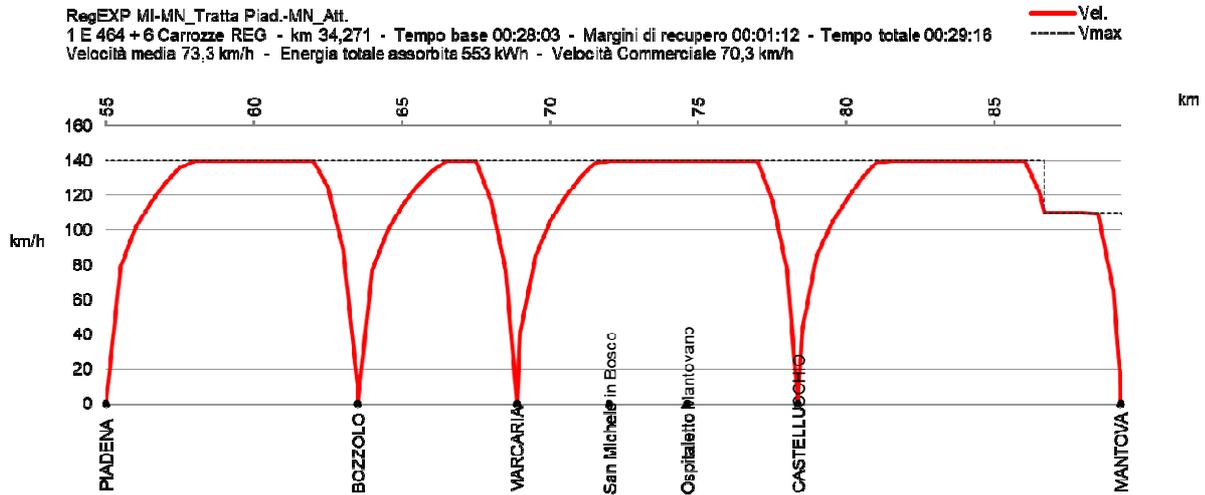


Figura – SCENARIO ATTUALE - Servizio Reg EXP: Milano-Mantova - Tratta: Piadena - Mantova

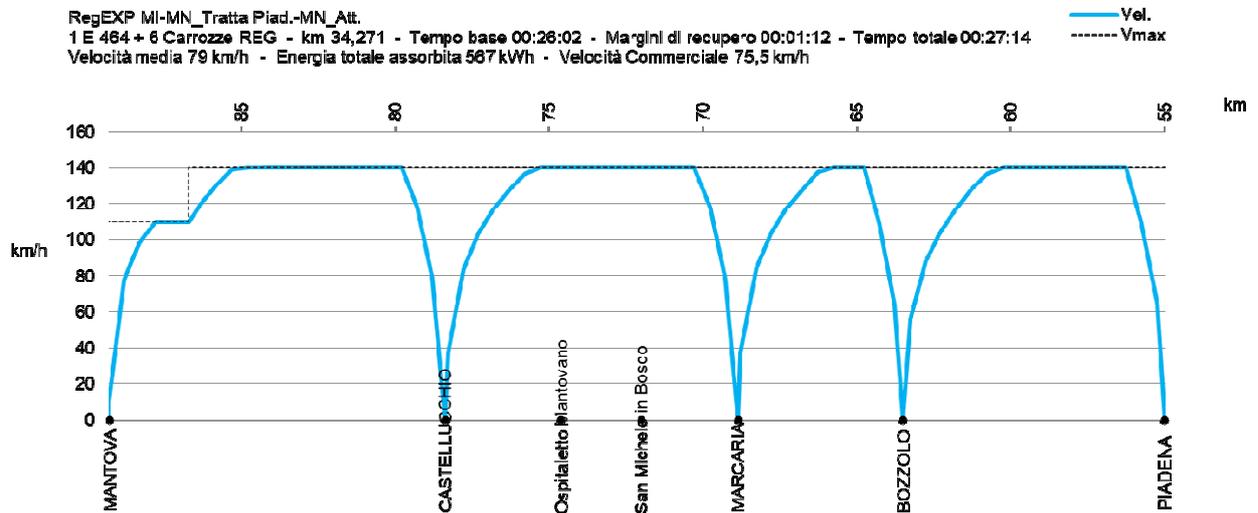


Figura – SCENARIO ATTUALE - Servizio Reg EXP: Milano-Mantova - Tratta: Mantova - Piadena

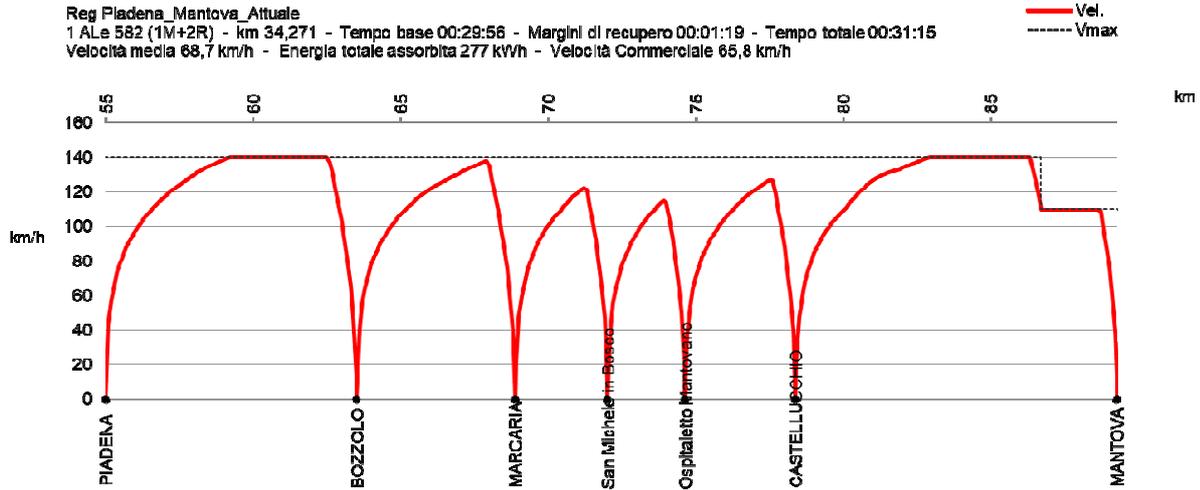


Figura – SCENARIO ATTUALE - Servizio: Reg Piadena - Mantova

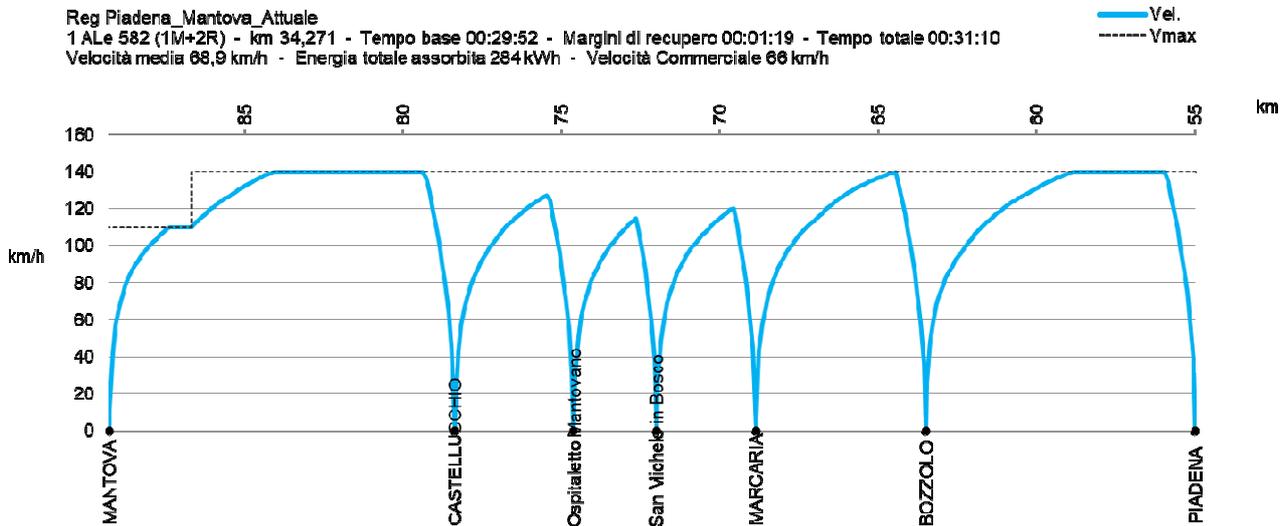


Figura – SCENARIO ATTUALE - Servizio: Reg Mantova - Piadena

Regio Exp - Tratta Pia - MN\_Progetto  
2 ETR 245 (5 casse) - km 34,286 - Tempo base 00:25:10 - Margini di recupero 00:01:09 - Tempo totale 00:26:19  
Velocità media 81,7 km/h - Energia totale assorbita 743 kWh - Velocità Commerciale 78,2 km/h

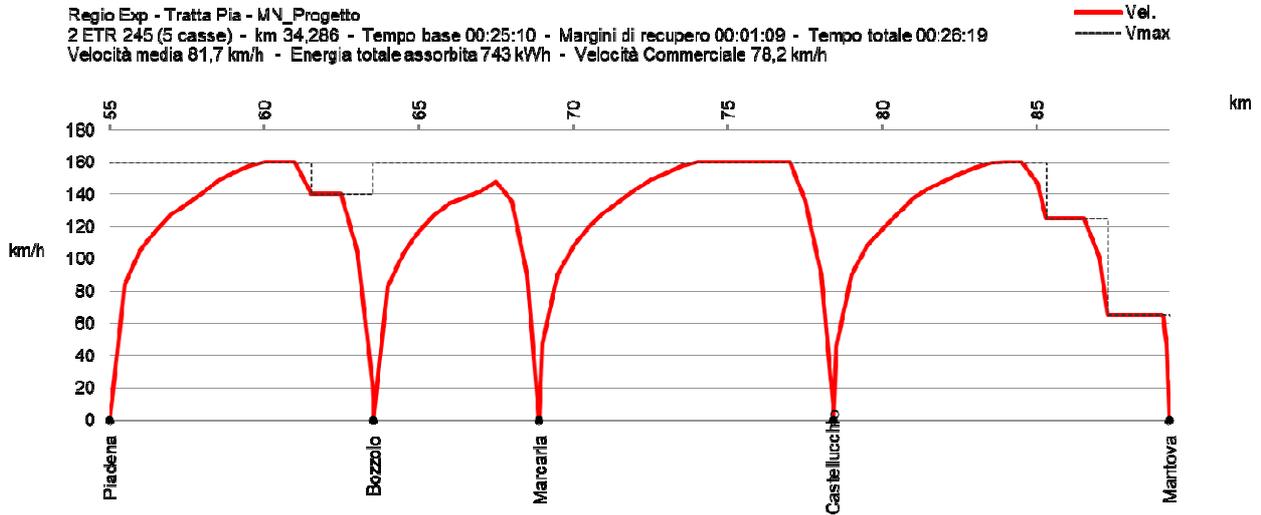


Figura – SCENARIO RADDOPPIO - Servizio Reg EXP: Milano-Mantova - Tratta: Piadena - Mantova

RegExp tratta Mn-Pia\_Progetto  
2 ETR 245 (5 casse) - km 34,286 - Tempo base 00:25:00 - Margini di recupero 00:01:08 - Tempo totale 00:26:08  
Velocità media 82,3 km/h - Energia totale assorbita 776 kWh - Velocità Commerciale 78,7 km/h

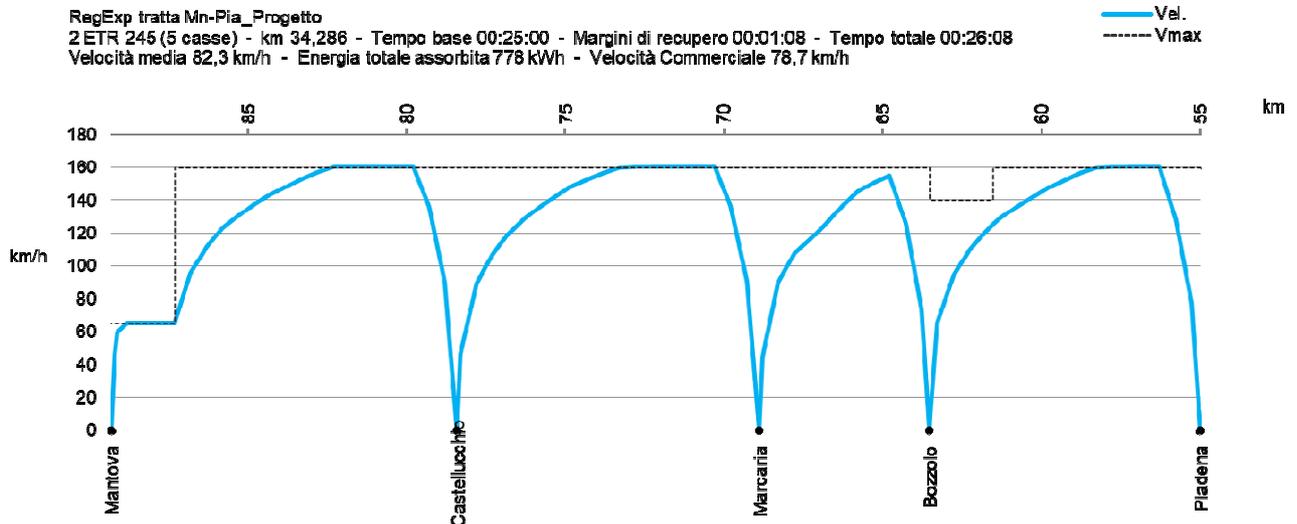


Figura – SCENARIO RADDOPPIO - Servizio Reg EXP: Milano-Mantova - Tratta: -Mantova - Piadena

Regio-Tratta Pia-MN\_Progetto  
1 ETR 245 (5 casse) - km 34,286 - Tempo base 00:26:10 - Margini di recupero 00:01:09 - Tempo totale 00:27:19  
Velocità media 78,6 km/h - Energia totale assorbita 370 kWh - Velocità Commerciale 75,3 km/h

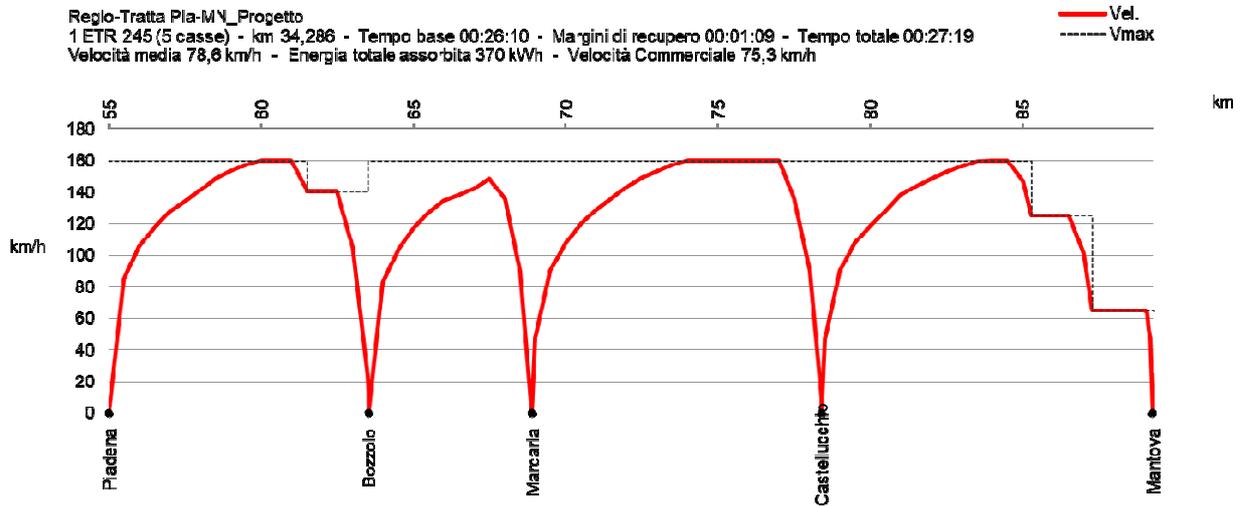


Figura – SCENARIO RADDOPPIO - Servizio: Regionale Piadena - Mantova

Regio-Tratta Pia-MN\_Progetto  
1 ETR 245 (5 casse) - km 34,286 - Tempo base 00:25:59 - Margini di recupero 00:01:08 - Tempo totale 00:27:08  
Velocità media 79,2 km/h - Energia totale assorbita 388 kWh - Velocità Commerciale 75,8 km/h

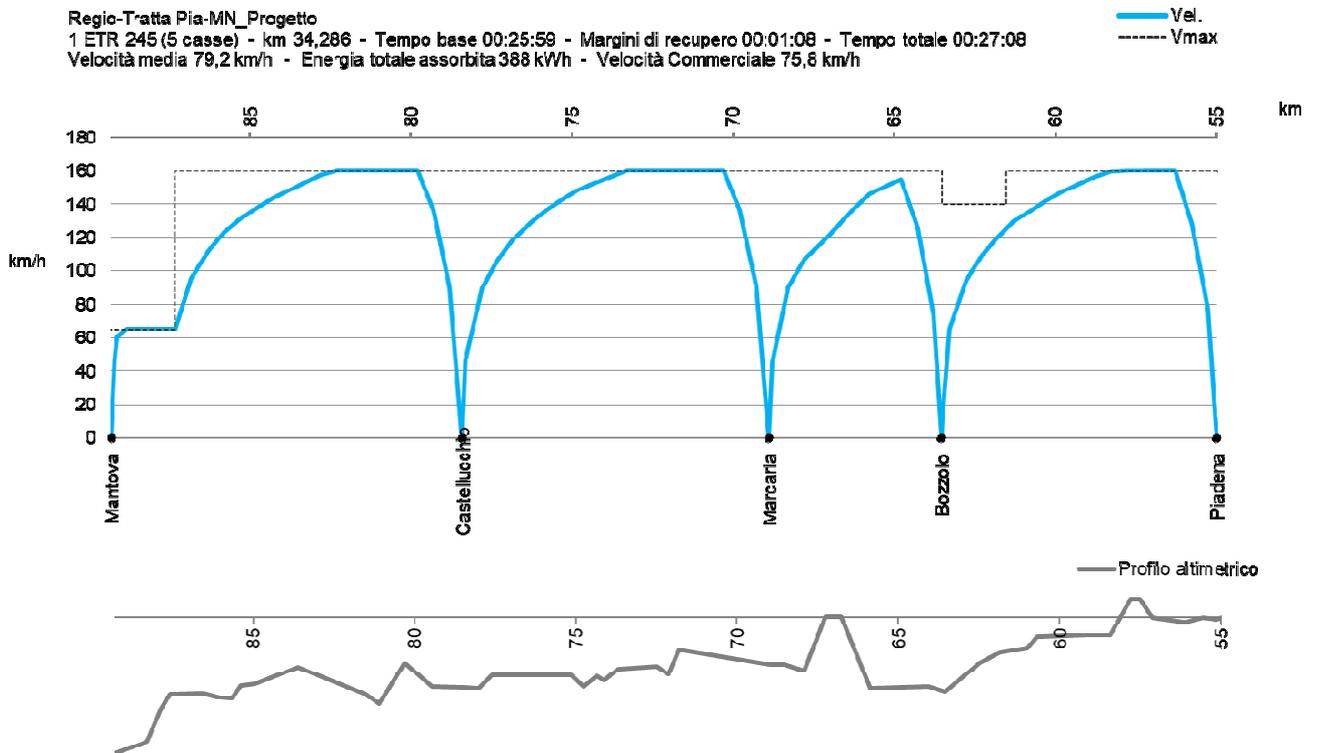


Figura – SCENARIO RADDOPPIO - Servizio: Regionale Mantova - Piadena



**PROGETTO DEFINITIVO  
RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA  
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03	D 16 RG	ES 00 01 001	A	25 di 25

Dal confronto degli scenario attuale con quello di progetto con tratta Piadena – Mantova raddoppiata si evidenziano i seguenti risparmi sui tempi di percorrenza.

Servizio regionale express Milano – Mantova – Tratta Piadena/Mantova

Nello scenario attuale il tempo di percorrenza del servizio sulla tratta è di 29'16" nel senso dispari e 27'14" nel senso pari. Nello scenario futuro con il raddoppio della linea il tempo di percorrenza è di 26'19" nel senso dispari e 26'08" nel senso pari. Pertanto per questo servizio per la sola tratta oggetto di studio il risparmio di tempo è pari a circa 2'57" nel senso dispari e di circa 1'06" nel senso pari.

Servizio regionale tratta Piadena - Mantova

Nello scenario attuale il tempo di percorrenza è di 31'15" nel senso dispari e 31'10" nel senso pari. Nello scenario futuro con il raddoppio il tempo di percorrenza è di 27'19" nel senso dispari e 27'08" nel senso pari. Pertanto per questo servizio e per la sola tratta oggetto di studio il risparmio di tempo è pari a 3'56" nel senso dispari e di 4'02" nel senso pari. E' opportuno ricordare che per questo servizio non viene più effettuato servizio viaggiatori nelle fermate S. Michele in Bosco e Ospitaletto Mantovano che sono state eliminate nell'ambito del presente progetto.