

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J41C09000000005

U.O. TECNOLOGIE CENTRO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

IMPIANTI TE

STUDIO DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA ELETTRICO DI TRAZIONE

SCALA:

-

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

I B 0 Q 3 A R 1 8 S D T E 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	Papalini	Dic. 2020	Carones	Dic. 2020	Mazzocchi	Dic. 2020	C. Guidi Buffarini
B	Emissione Esecutiva	<i>A. Papalini</i> Papalini	Ott. 2021	<i>Carones</i> Carones	Ott. 2021	<i>Mazzocchi</i> Mazzocchi	Ott. 2021	<i>C. Guidi Buffarini</i> Ing. Guido Guidi Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Trento n° 17812

File: IB0Q3AR18SDTE0000001B.doc

INDICE

1.	GENERALITA'	4
2.	NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.2	RIFERIMENTI PROGETTUALI	6
3.	PREMESSA	7
3.1	SCHEMA DI LINEA	7
3.2	TIPOLOGIA DI TRAFFICO	8
3.3	MATERIALE ROTABILE	9
4.	SIMULAZIONE DI MARCIA E SCELTA DELLA TRAZIONE	10
4.1	E474 DOPPIA TRAZIONE E SINGOLA TRAZIONE – 2000T – ROVERETO-MATTARELLO	10
4.2	E474 DOPPIA TRAZIONE E SINGOLA TRAZIONE – 2000T – MATTARELLO-RONCAFORD- LINEA ESISTENTE	11
4.3	E474 DOPPIA TRAZIONE E SINGOLA TRAZIONE – 2000T – RONCAFORD-SALORNO	13
4.4	E474 DOPPIA TRAZIONE E SINGOLA TRAZIONE – 2000T – NUOVA CIRCONVALLAZIONE TRENTO	14
4.5	E474 DOPPIA TRAZIONE E SINGOLA TRAZIONE – 1600T – ROVERETO-MATTARELLO	15
4.6	E474 DOPPIA TRAZIONE E SINGOLA TRAZIONE – 1600T – MATTARELLO-RONCAFORD LINEA ESISTENTE	16
4.7	E474 DOPPIA TRAZIONE E SINGOLA TRAZIONE – 1600T – RONCAFORD-SALORNO	18
4.8	E474 DOPPIA TRAZIONE E SINGOLA TRAZIONE – 1600T – NUOVA CIRCONVALLAZIONE TRENTO	19
4.9	ETR 170 – SINGOLA TRAZIONE – ROVERETO-MATTARELLO	21
4.10	ETR 170 – SINGOLA TRAZIONE – MATTARELLO-RONCAFORD LINEA ESISTENTE	21
4.11	ETR 170 – SINGOLA TRAZIONE – RONCAFORD-SALORNO	22
4.12	ETR 600 – SINGOLA TRAZIONE – ROVERETO-MATTARELLO	23
4.13	ETR 600 – SINGOLA TRAZIONE – MATTARELLO-RONCAFORD	23
4.14	ETR 600 – SINGOLA TRAZIONE – RONCAFORD-SALORNO	24
5.	SIMULAZIONI ELETTRICHE	25
5.1	SIMULAZIONI ELETTRICHE – 2000T	25
5.1.1	<i>Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Villalagarina-Murazzi</i>	<i>25</i>
5.1.2	<i>Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Murazzi-Trento Nord – linea storica esistente</i>	<i>27</i>

Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	3 di 51

5.1.3	Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Trento Nord-Salorno.....	30
5.1.4	Nuova Circonvallazione di Trento - Mercè E474: Cadenzamento a 8 minuti.....	31
5.2	SIMULAZIONI ELETTRICHE – 1600T	37
5.2.1	Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Trento Nord-Salorno.....	37
5.2.2	Trento Nord-Salorno E474 1600t 2400A : Cadenzamento a 8 minuti.....	38
6.	INTERVENTI DI UPGRADE - INSERIMENTO DELLA SSE NAVE S. FELICE E RIMOZIONE SSE TRENTO	40
6.1	TRAFFICO MISTO: ORARIO EQUIVALENTE ALL'ORARIO PROGRAMMATO – VILLALAGARINA-MURAZZI	41
6.2	TRAFFICO MISTO: ORARIO EQUIVALENTE ALL'ORARIO PROGRAMMATO – MURAZZI-TRENTO NORD	43
6.3	TRAFFICO MISTO: ORARIO EQUIVALENTE ALL'ORARIO PROGRAMMATO – TRENTO NORD-SALORNO.....	46
6.4	NUOVA CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO - MERCI E474: CADENZAMENTO A 8 MINUTI.....	48
6.5	DIAGRAMMI DI CARICO SSE MURAZZI E NAVE SAN FELICE	50
7.	CONCLUSIONI	51

1. GENERALITA'

L'intervento di quadruplicamento in oggetto si propone di realizzare la Circonvallazione di Trento, che specializza i flussi di traffico merci e viaggiatori e si sviluppa per un'estesa complessiva di circa 14 km.

Nella seguente relazione, si illustrano i risultati degli studi di potenzialità del sistema elettrico di alimentazione in fase di progetto per la Circonvallazione di Trento.

La presente relazione tecnica estende degli studi di potenzialità del sistema di alimentazione elettrica della linea Rovereto-Salorno come tratta di contorno in relazione al traffico di treni merci con massa superiore a 1600 tonnellate.

In particolare, sulla base della documentazione di progetto, verranno effettuate le simulazioni di marcia dei treni ed elettriche della rete esistente e di progetto, utilizzando gli scenari di esercizio forniti come dati di base (traffico misto passeggeri-merci, con treni merci fino a 2000 t). Lo scopo dello studio è di verificare il corretto dimensionamento della rete di alimentazione di progetto.

Nel dettaglio, la documentazione prevede un modello simulato sulla base dello scenario di traffico previsto per l'anno 2032. L'estensione della simulazione sulla tratta Trento Nord Salorno permette di valutare eventuali ricadute connesse ad un possibile ritardo nella realizzazione e attivazione infrastrutturale del Lotto 5 (Trento nord – Bolzano) rispetto all'aumento dei flussi di traffico. Inoltre le suddette analisi permettono di valutare gli effetti di un eventuale fuori servizio del lotto 5 (con tutto il traffico proveniente dalla Circonvallazione di Trento deviato sulla linea storica) sugli impianti per la trazione elettrica esistenti.

I risultati delle simulazioni verranno confrontati con i valori limite previsti dalle normative di riferimento, al fine di verificarne il rispetto.

2. **NORME E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

2.1 **Riferimenti Normativi**

Di seguito è riportato l'elenco delle norme d'interesse per l'analisi del dimensionamento del sistema elettrico, alle quali si rimanda per le informazioni di dettaglio non esplicitamente riportate nella presente relazione:

- **EN 50119** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi Linee aeree di contatto per trazione elettrica
- **EN 50163** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
- **EN 50163/A1** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
- **EN 50388** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Alimentazione elettrica e materiale rotabile - Criteri tecnici per il coordinamento tra l'alimentazione elettrica (sottostazione) e materiale rotabile per ottenere l'interoperabilità

2.2 Riferimenti Progettuali

I modelli per le simulazioni svolte nel presente studio sono stati individuati sulla base dei seguenti riferimenti documentali forniti dalla committenza:

- **Planimetria - Profilo tratta Mezzocorona - Egna_110+770 - 132+350:** profilo plano-altimetrico della linea;
- **Planimetria - Profilo Trento Mezzocorona 022016_92+900 - 114+160:** profilo plano-altimetrico della linea;
- **Profilo Rovereto Trento 05 2017_67+300 - 94+800:** profilo plano-altimetrico della linea;
- **IB0230R18SDTE0000001:** studio preliminare di linea;
- **IB0Q3AR18DXTE0000001:** IMPIANTI TE - Schema di alimentazione TE
- **IB0Q3AR10L5IF0001001C:** Planoprofilo su cartografia - Tavola 1 di 4
- **IB0Q3AR10L5IF0001002C** - Planoprofilo su cartografia - Tavola 2 di 4
- **IB0Q3AR10L5IF0001003C** - Planoprofilo su cartografia - Tavola 3 di 4
- **IB0Q3AR10L5IF0001004C** - Planoprofilo su cartografia - Tavola 4 di 4
- **IB0Q3AR10L5IF0001005C** - Planoprofilo su ortofoto - Tavola 1 di 4
- **IB0Q3AR10L5IF0001006C** - Planoprofilo su ortofoto - Tavola 2 di 4
- **IB0Q3AR10L5IF0001007C** - Planoprofilo su ortofoto - Tavola 3 di 4
- **IB0Q3AR10L5IF0001008C** - Planoprofilo su ortofoto - Tavola 4 di 4;
- **FCL_43.pdf:** informazioni di tratta.
- **RFI-CeSPI:** "Circonvallazione di Trento - studio di traffico finalizzato allo sviluppo dell'analisi di redditività - Settembre 2021

3. PREMESSA

3.1 Schema di Linea

La linea Rovereto – Salorno è una linea a doppio binario lunga circa 48 km. L'itinerario, che viene analizzato come tratta al contorno rispetto alla Circonvallazione, presenta una livelletta massima pari +6,67 ‰ e una livelletta minima pari a -7,75 ‰.

L'elettrificazione è realizzata con catenaria pari a 440 mm² su tutto il tracciato.

Sulla linea attualmente non vige alcuna limitazione in corrente.

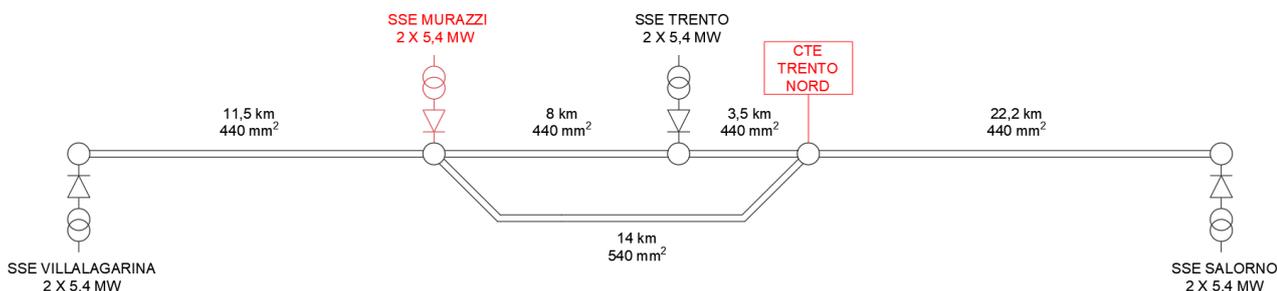
In riferimento allo studio effettuato, sono state effettuate le simulazioni elettriche del quadruplicamento della linea in fase di progetto nota come Circonvallazione di Trento. Questa linea è a doppio binario, con una lunghezza pari a circa 14 km. L'itinerario presenta una livelletta massima pari a +12 ‰ e una livelletta minima pari a -10,5 ‰. Inoltre, gran parte del tracciato si articola in una galleria naturale, lunga circa 10 km, più brevi tratti di galleria artificiale.

L'elettrificazione è realizzata con catenaria pari a 540 mm² su tutto il tracciato.

Sulla linea sono stati studiati ed insistono i seguenti impianti di SSE/CTE:

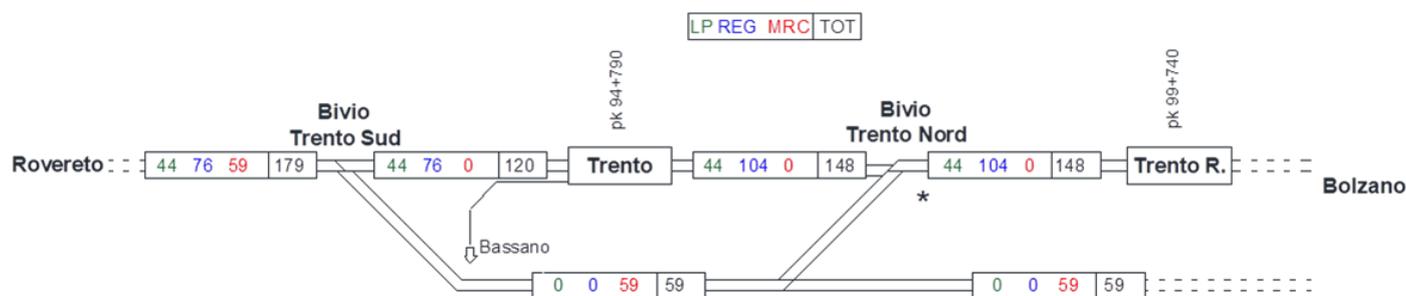
- SSE Villalagarina (2 x 5,4 MW);
- **Nuova SSE Murazzi di progetto (2 x 5,4 MW);**
- SSE Trento (2 x 5,4 MW);
- **Nuova CTE Trento Nord di progetto;**
- SSE Salorno (2 x 5,4 MW).

Lo schema semplificato della linea oggetto della simulazione è riportato di seguito:

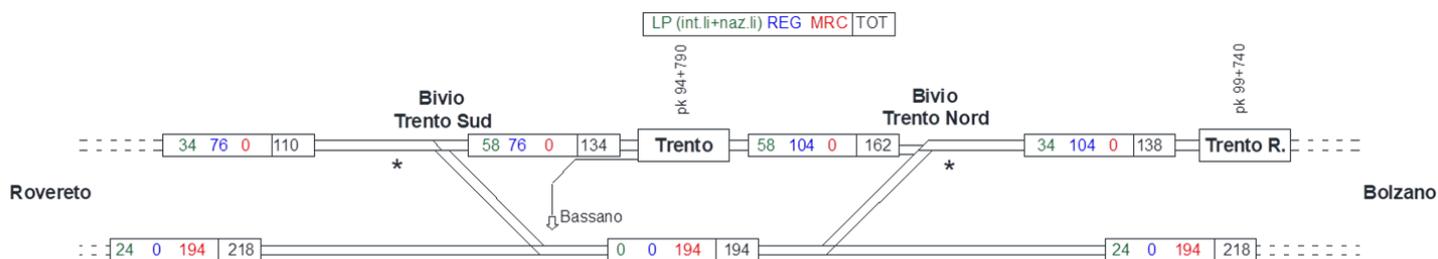


3.2 Tipologia di traffico

Lo scenario di traffico riportato nello studio prodotto da RFI-CeSPI: “Circonvallazione di Trento - studio di traffico finalizzato allo sviluppo dell’analisi di redditività - Settembre 2021” che riguarda l’attivazione del Lotto 3A (Circonvallazione di Trento), Lotto 5 (Bronzolo-Trento Nord) e Lotto 2 (Circonvallazione di Bolzano), con orizzonte temporale stimato al **2032**, è il seguente:



Lo scenario di traffico previsto a **regime (completo quadruplicamento) dell’asse Verona-Monaco**, con prevista realizzazione nel 2040, è invece il seguente:



Per quanto riguarda il modello di esercizio nell’ora di punta per tipologia di materiale, si è fatto riferimento allo scenario 2032. Nella seguente tabella è riportata una ipotesi relativa al traffico di punta delle varie tratte. Come evidenziato in premessa, per la tratta Trento – Salorno esistente, è stato considerato che l’intero flusso sia instradato tutto sulla linea storica. (per valutare gli effetti di un possibile ritardo della realizzazione del lotto 5 e per valutare la risposta del sistema elettrico di trazione esistente in caso di interruzione della circolazione sul lotto 5.

Numero Treni nell'ora di punta				
TRATTE DI RIFERIMENTO	LP	Reg	M	TOT
Rovereto – Bivio Trento Sud	4	6	14	24
Bivio Trento Sud – Trento	4	6	2	12
Trento – Bivio Trento Nord	4	6	2	12
Bivio Trento Nord – Trento Roncafort	4	6	14	24
Trento Roncafort – Mezzocorona	4	6	15	25
<i>Bivio Trento Sud – Bivio Trento Nord (Nuova Circonvallazione)</i>	0	0	13	13

3.3 Materiale Rotabile

Per quanto attiene il materiale rotabile, sono stati presi in considerazione tre tipologie di modello, in base ai treni merci, treni lunga percorrenza (LP) e treni regionali.

Sulla base dell'attuale circolato, uno dei locomotori più frequenti utilizzato per il traino di carri merci pesanti per entrambi i sensi di marcia è il locomotore del tipo E474. Per le simulazioni è stato pertanto utilizzato il modello del locomotore E474, avente una massa pari a 90t e una massa rimorchiata di 2000t - 1600t. Le velocità massime considerate nelle simulazioni sono quelle delle fiancate di linea in Rango A, limitate superiormente a 100 km/h per i treni merci. Per quanto riguarda i treni regionali, è stato utilizzato a scopo simulativo un ETR170 (con una massa trainata pari a 270t), mentre per i treni a lunga percorrenza si è preso in considerazione il modello ETR600.

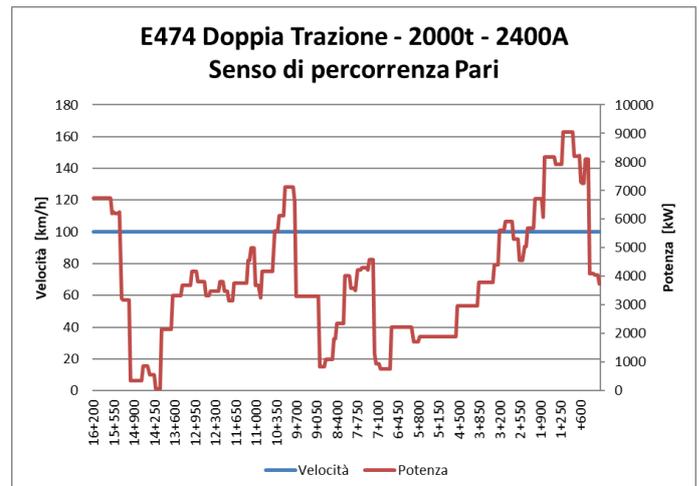
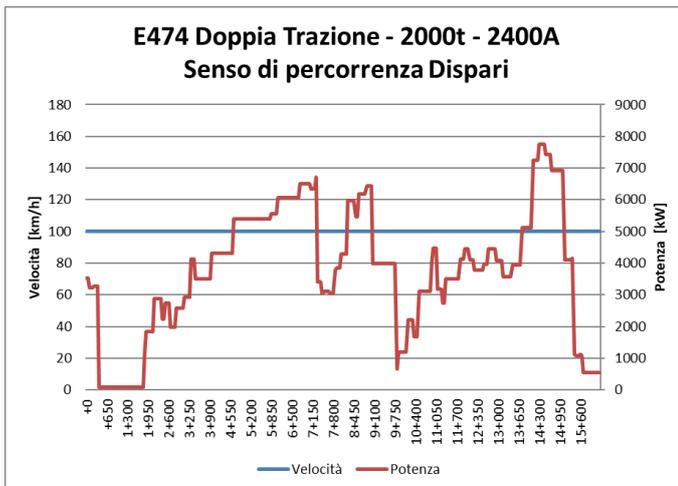
Si evidenzia che i treni presentati sono indicativi: piccole modifiche al materiale rotabile, fermo restando la tipologia dei treni utilizzati, non cambiano in maniera significativa i risultati delle simulazioni

4. SIMULAZIONE DI MARCIA E SCELTA DELLA TRAZIONE

4.1 E474 Doppia Trazione e Singola Trazione – 2000t – Rovereto-Mattarello

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando dapprima due locomotori E474 (E474DT) e successivamente un locomotore E474; in entrambi i casi si considera una massa rimorchiata di 2000t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

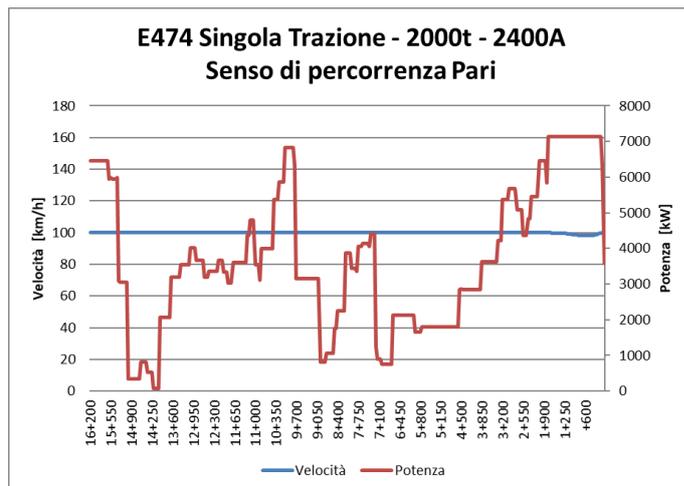
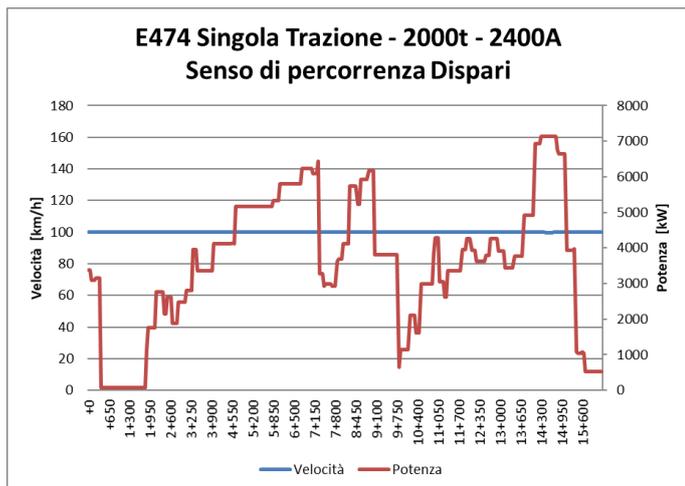
- Profilo di marcia E474 Doppia Trazione
 - o Senso D: 9' 43"; $V_{media} = 100$ km/h;
 - o Senso P: 9' 43"; $V_{media} = 100$ km/h.



Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	11 di 51

- Profilo di marcia E474 Singola Trazione
 - o Senso D: 9' 43"; $V_{media} = 100$ km/h;
 - o Senso P: 9' 43"; $V_{media} = 100$ km/h.



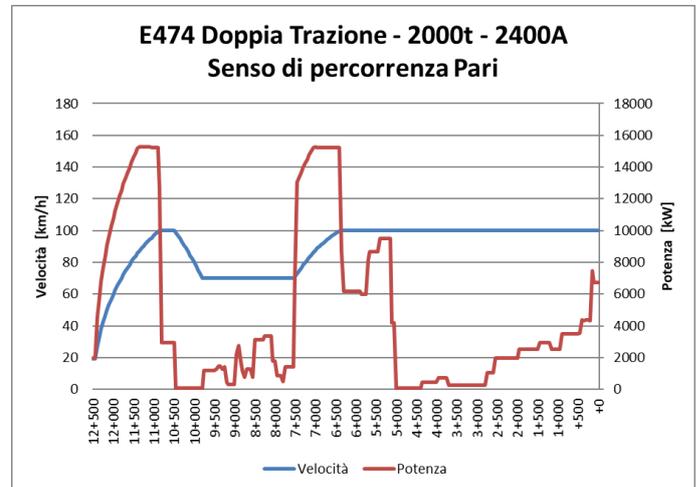
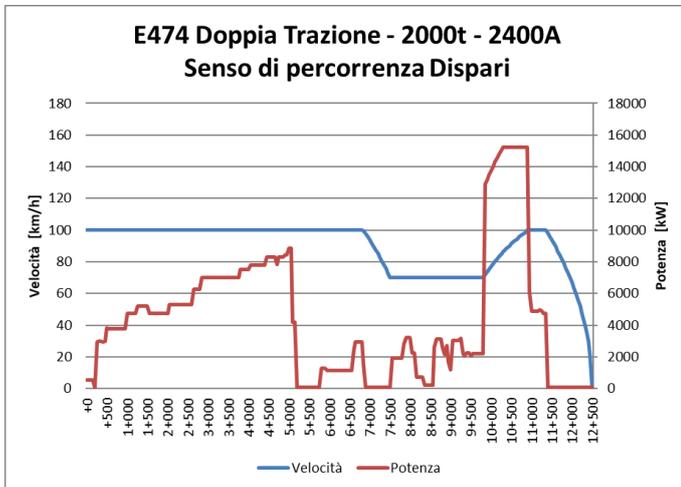
Per quanto riguarda i tempi di percorrenza, si evince che in ambo i sensi di percorrenza, indipendentemente dall'uso di singolo o doppia trazione, viene impiegato un medesimo tempo.

In generale si osserva che con nelle condizioni di cui sopra, sul binario Dispari e Pari, i treni in singola trazione e in doppia trazione riescono a mantenere la velocità di fiancata di 100 km/h lungo tutta la tratta.

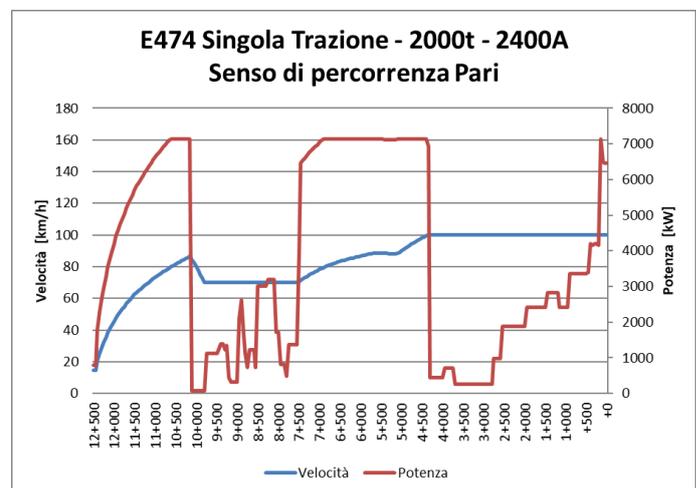
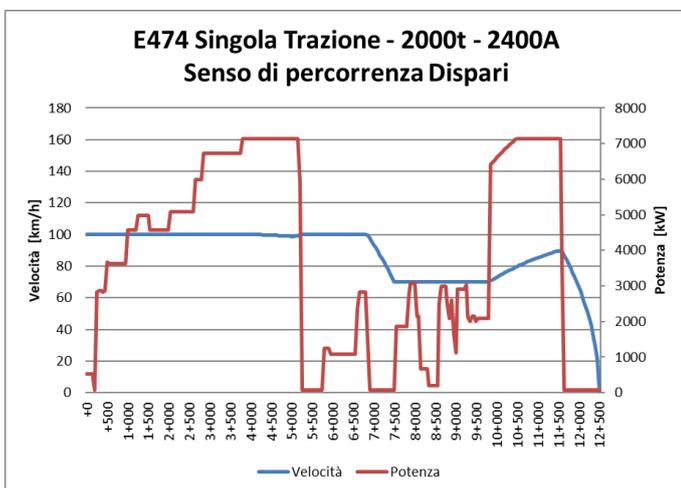
4.2 E474 Doppia Trazione e Singola Trazione – 2000t – Mattarello-Roncaford- linea esistente

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando dapprima due locomotori E474 (E474DT) e successivamente un locomotore E474; in entrambi i casi si considera una massa rimorchiata di 2000t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

- Profilo di marcia E474 Doppia Trazione
 - o Senso D: 8' 56"; $V_{media} = 83,863$ km/h;
 - o Senso P: 9' 6"; $V_{media} = 82,368$ km/h.



- Profilo di marcia E474 Singola Trazione
 - o Senso D: 9' 4"; $V_{media} = 82,589$ km/h;
 - o Senso P: 9' 59"; $V_{media} = 75,018$ km/h.



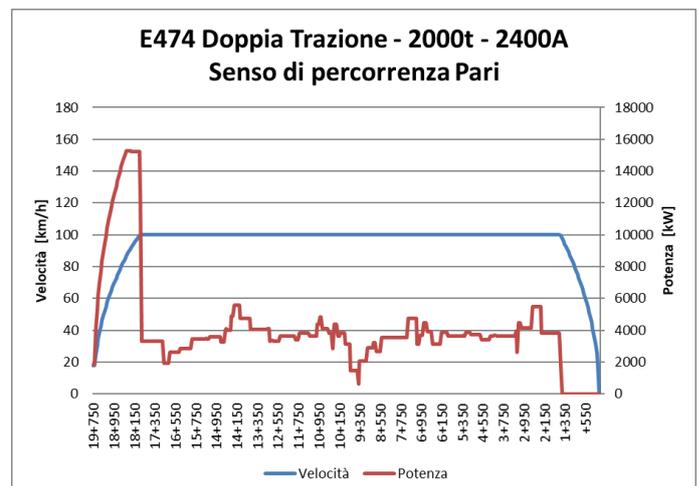
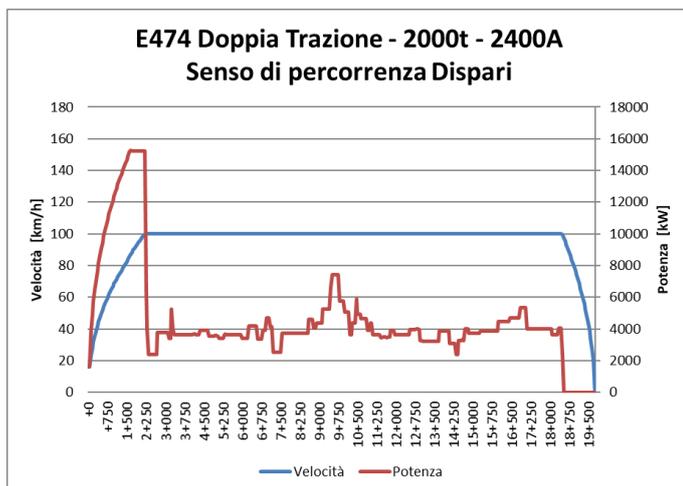
Per quanto riguarda i tempi di percorrenza, si osserva che nel caso di singola trazione con massa rimorchiata pari a 2000t, i tempi di percorrenza si allungano di un tempo inferiore al minuto (+8" sul binario Dispari; +53" sul binario Pari).

In generale si osserva che con nelle condizioni di cui sopra, sul binario Dispari e Pari, i treni in singola trazione e in doppia trazione riescono a mantenere la velocità di fiancata lungo quasi tutta la tratta.

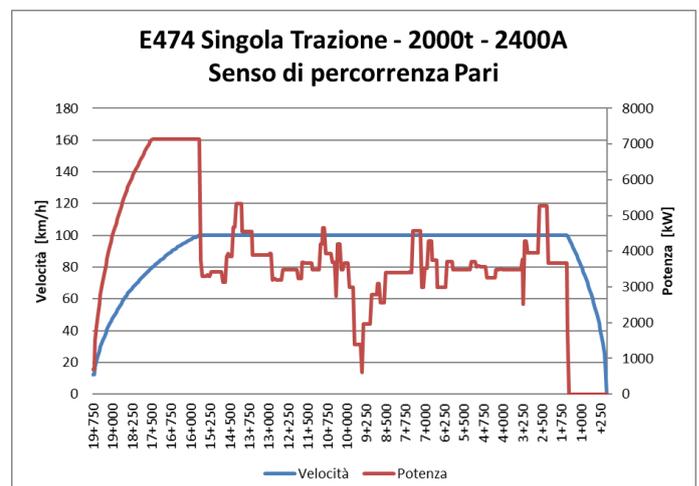
4.3 E474 Doppia Trazione e Singola Trazione – 2000t – Roncaford-Salorno

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando dapprima due locomotori E474 (E474DT) e successivamente un locomotore E474; in entrambi i casi si considera una massa rimorchiata di 2000t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

- Profilo di marcia E474 Doppia Trazione
 - o Senso D: 13' 51"; $V_{media} = 85,539$ km/h;
 - o Senso P: 13' 45"; $V_{media} = 86,152$ km/h.



- Profilo di marcia E474 Singola Trazione
 - o Senso D: 15' 41"; $V_{media} = 75,499$ km/h;
 - o Senso P: 14' 49"; $V_{media} = 79,947$ km/h.



Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	14 di 51

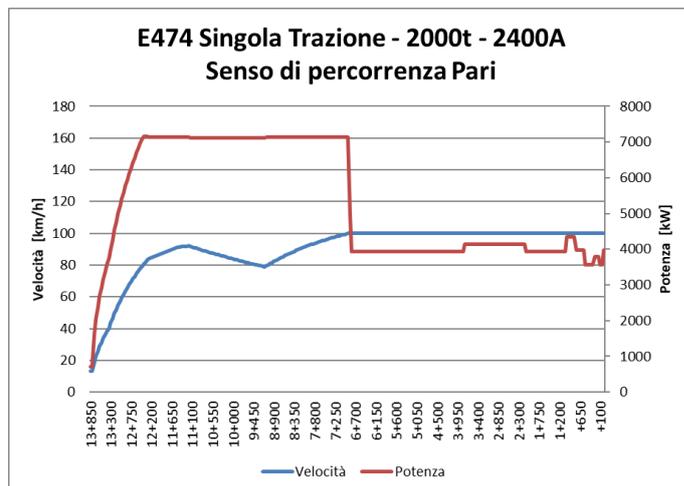
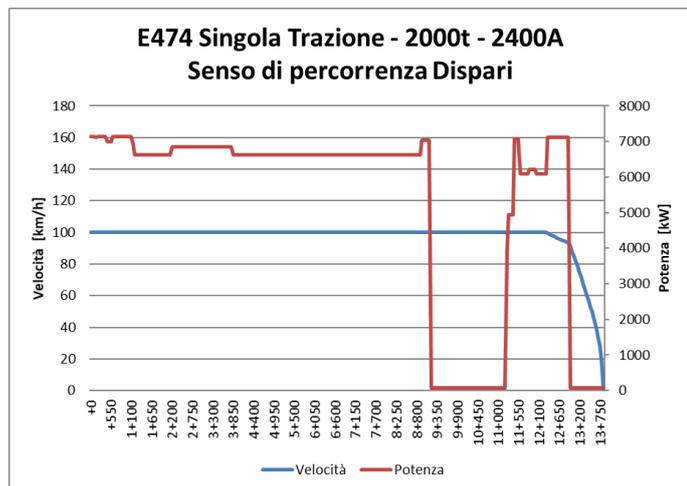
Per quanto riguarda i tempi di percorrenza, si osserva che nel caso di singola trazione con massa rimorchiata pari a 2000t, i tempi di percorrenza si allungano di un tempo superiore al minuto (+1' 50" sul binario Dispari; +1' 4" sul binario Pari).

In generale si osserva che con nelle condizioni di cui sopra, sul binario Dispari e Pari, i treni in singola trazione e in doppia trazione riescono a mantenere la velocità di fiancata lungo tutta la tratta.

4.4 E474 Doppia Trazione e Singola Trazione – 2000t – Nuova Circonvallazione Trento

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando dapprima due locomotori E474 (E474DT) e successivamente un locomotore E474; in entrambi i casi si considera una massa rimorchiata di 2000t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

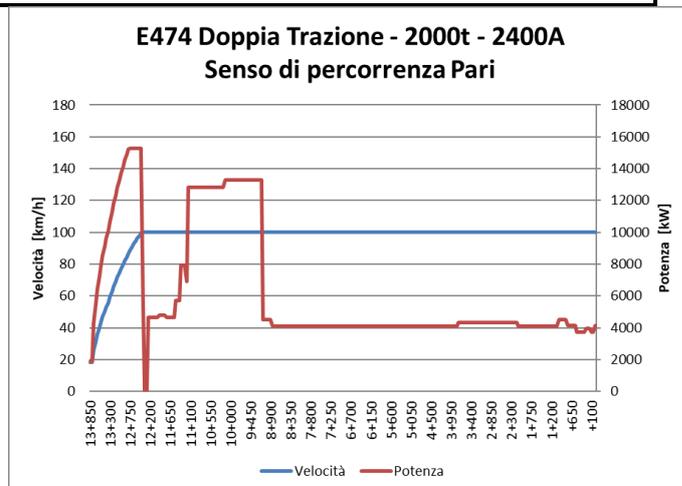
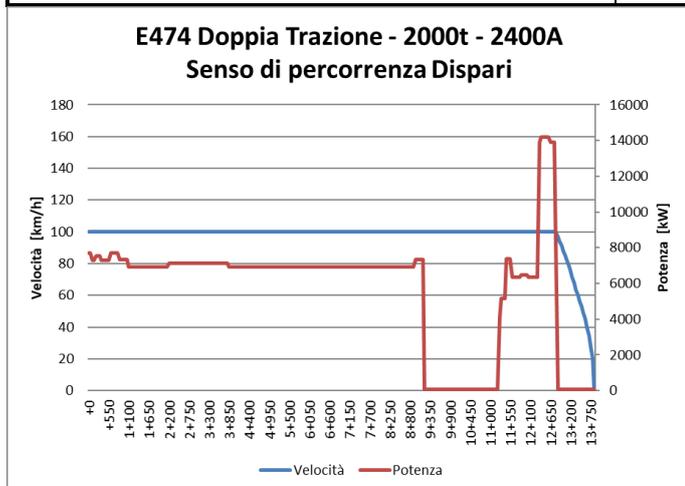
- Profilo di marcia E474 Singola Trazione
 - o Senso D: 9' 1"; $V_{media} = 92,02$ km/h;
 - o Senso P: 9' 12"; $V_{media} = 90,236$ km/h.



- Profilo di marcia E474 Doppia Trazione
 - o Senso D: 9' 2"; $V_{media} = 91,908$ km/h;
 - o Senso P: 10' 17"; $V_{media} = 80,761$ km/h.

Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	15 di 51



Per quanto riguarda i tempi di percorrenza, si osserva che nel caso di singola trazione con massa rimorchiata pari a 2000t, i tempi di percorrenza si allungano di un tempo superiore al minuto (+1" sul binario Dispari; +1' 5" sul binario Pari).

In generale si osserva che con nelle condizioni di cui sopra, sul binario Dispari e Pari, i treni in singola trazione e in doppia trazione riescono a mantenere la velocità di fiancata lungo tutta la tratta.

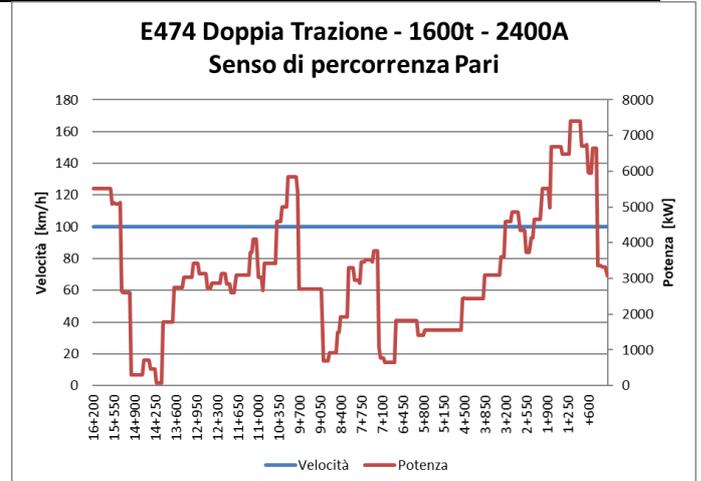
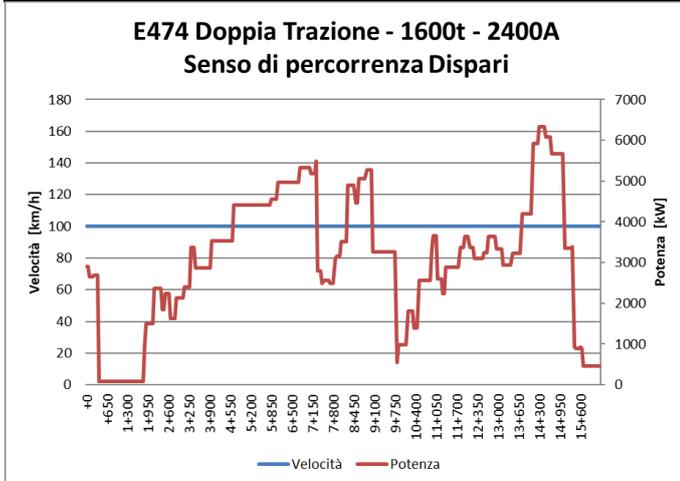
4.5 E474 Doppia Trazione e Singola Trazione – 1600t – Rovereto-Mattarello

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando dapprima due locomotori E474 (E474DT) e successivamente un locomotore E474; in entrambi i casi si considera una massa rimorchiata di 1600t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

- Profilo di marcia E474 Doppia Trazione
 - o Senso D: 9' 43"; $V_{media} = 100$ km/h;
 - o Senso P: 9' 43"; $V_{media} = 100$ km/h.

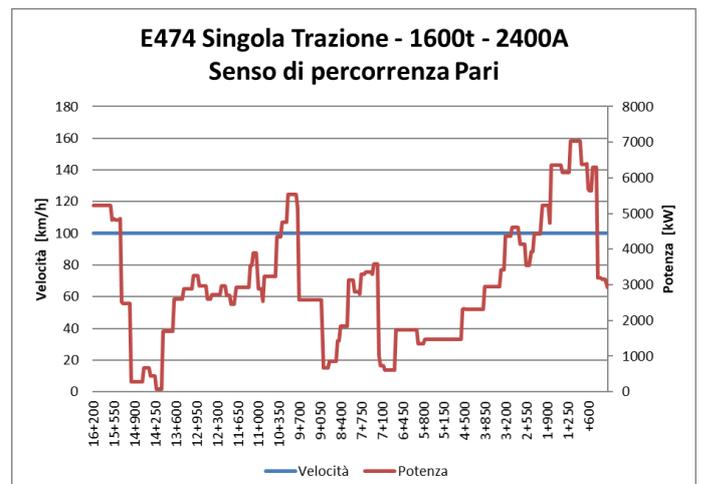
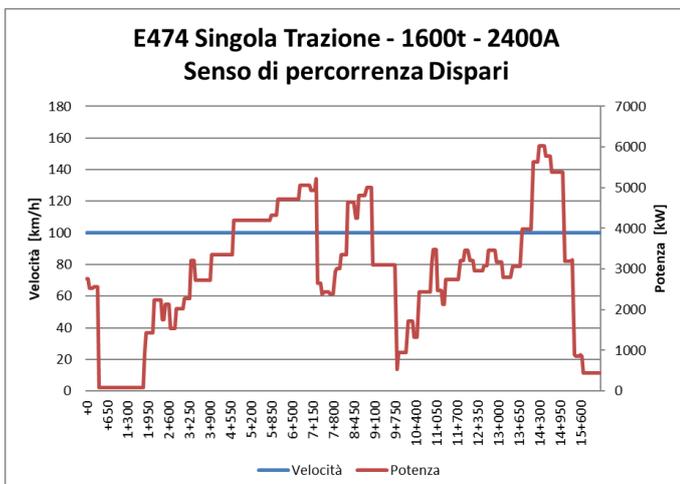
Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	16 di 51



Profilo di marcia E633 Singola Trazione

- o Senso D: 9' 43"; $V_{media} = 100$ km/h;
- o Senso P: 9' 43"; $V_{media} = 100$ km/h.



Per quanto riguarda i tempi di percorrenza, si evince che in ambo i sensi di percorrenza, indipendentemente dall'uso di singolo o doppia trazione, viene impiegato un medesimo tempo.

In generale si osserva che con nelle condizioni di cui sopra, sul binario Dispari e Pari, i treni in singola trazione e in doppia trazione riescono a mantenere la velocità di fiancata di 100 km/h lungo tutta la tratta.

4.6 E474 Doppia Trazione e Singola Trazione – 1600t – Mattarello-Roncaford linea esistente

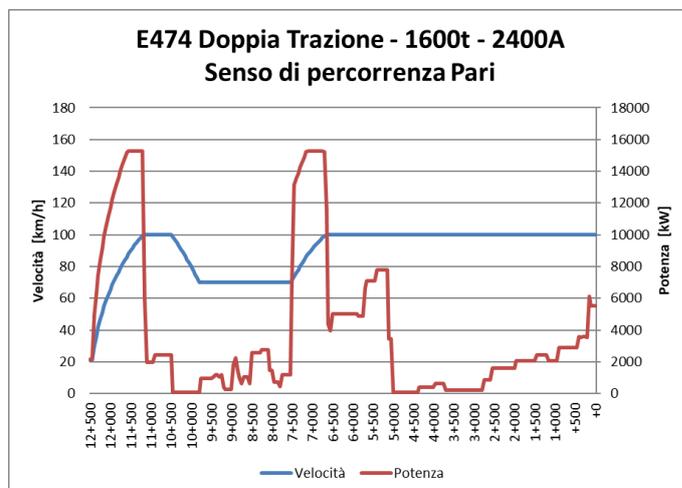
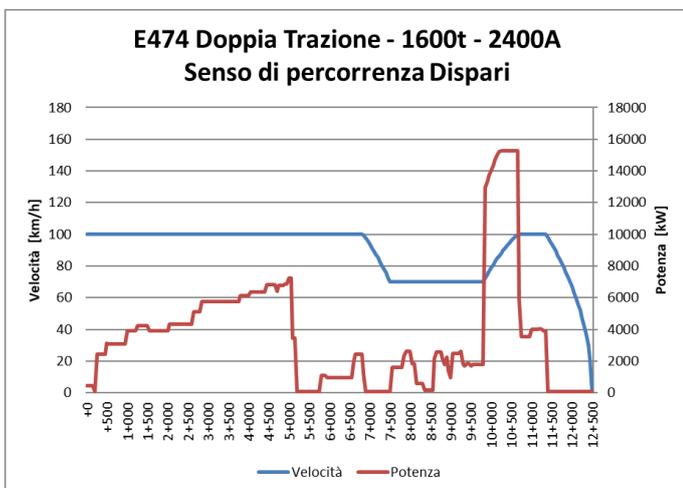
Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando dapprima due locomotori E474 (E474DT) e successivamente un locomotore E474; in entrambi i casi si considera una

Linea Rovereto - Salerno

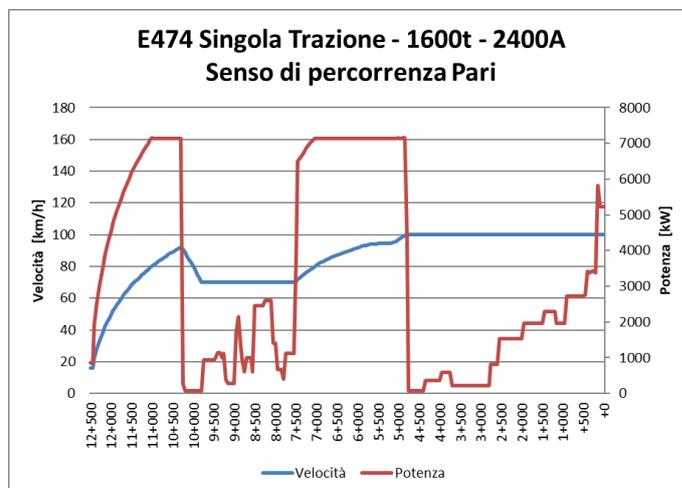
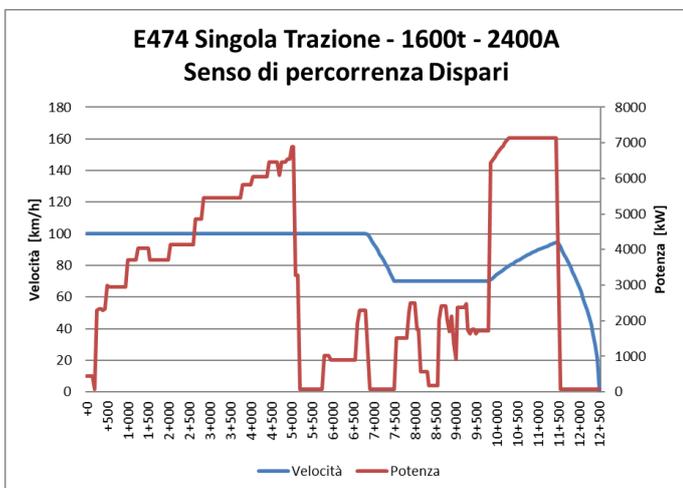
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	17 di 51

massa rimorchiata di 1600t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

- Profilo di marcia E474 Doppia Trazione
 - o Senso D: 8' 55"; $V_{media} = 84,089$ km/h;
 - o Senso P: 8' 56"; $V_{media} = 83,943$ km/h.



- Profilo di marcia E474 Singola Trazione
 - o Senso D: 9' 1"; $V_{media} = 83,047$ km/h;
 - o Senso P: 9' 39"; $V_{media} = 77,683$ km/h.



Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	18 di 51

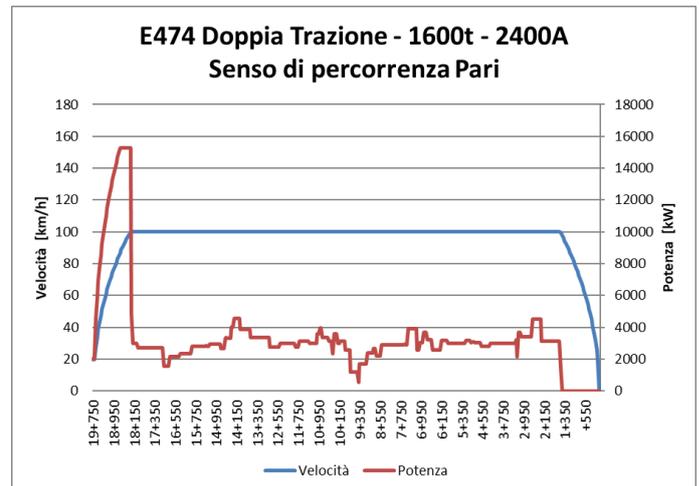
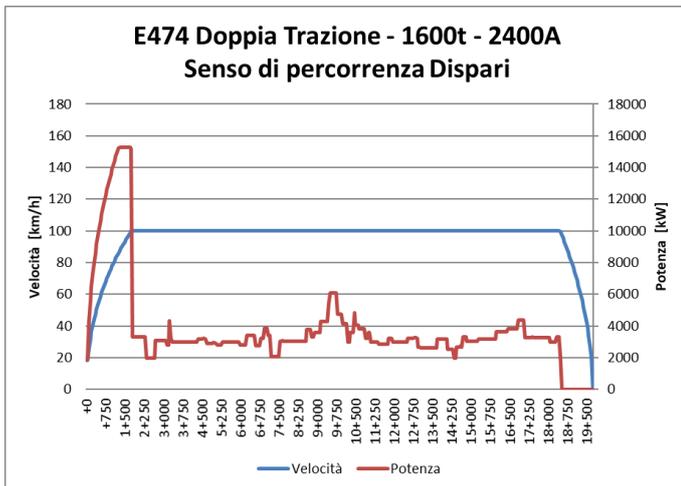
Per quanto riguarda i tempi di percorrenza, si osserva che nel caso di singola trazione con massa rimorchiata pari a 2000t, i tempi di percorrenza si allungano di un tempo inferiore al minuto (+6" sul binario Dispari; +43" sul binario Pari).

In generale si osserva che con nelle condizioni di cui sopra, sul binario Dispari e Pari, i treni in singola trazione e in doppia trazione riescono a mantenere la velocità di fiancata lungo quasi tutta la tratta.

4.7 E474 Doppia Trazione e Singola Trazione – 1600t – Roncaford-Salorno

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando dapprima due locomotori E474 (E474DT) e successivamente un locomotore E474; in entrambi i casi si considera una massa rimorchiata di 1600t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

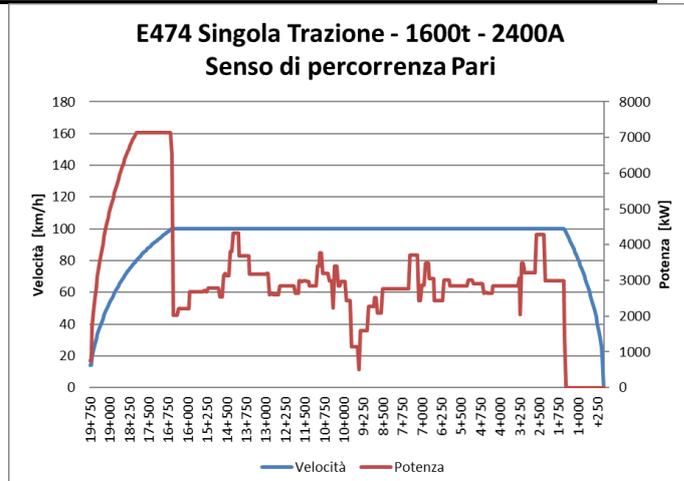
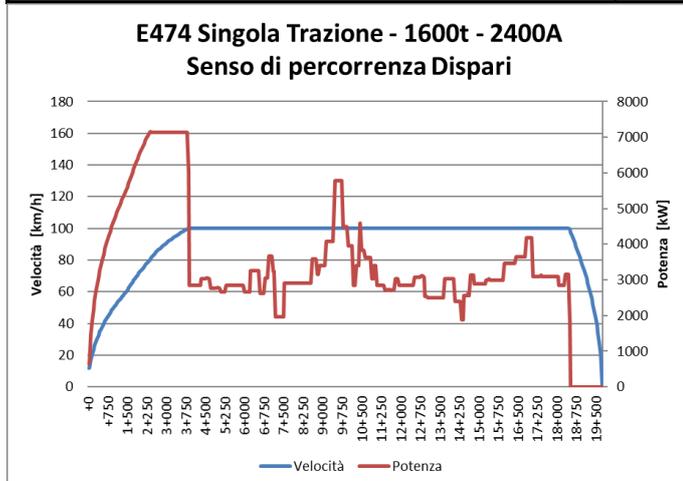
- Profilo di marcia E474 Doppia Trazione
 - o Senso D: 13' 34"; $V_{media} = 87,307$ km/h;
 - o Senso P: 13' 33"; $V_{media} = 87,389$ km/h.



- Profilo di marcia E474 Singola Trazione
 - o Senso D: 14' 51"; $V_{media} = 79,723$ km/h;
 - o Senso P: 14' 22"; $V_{media} = 82,397$ km/h.

Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	19 di 51



Per quanto riguarda i tempi di percorrenza, si osserva che nel caso di singola trazione con massa rimorchiata pari a 2000t, i tempi di percorrenza si allungano di un tempo superiore al minuto (+1' 17" sul binario Dispari; +49" sul binario Pari).

In generale si osserva che con nelle condizioni di cui sopra, sul binario Dispari e Pari, i treni in singola trazione e in doppia trazione riescono a mantenere la velocità di fiancata lungo tutta la tratta.

4.8 E474 Doppia Trazione e Singola Trazione – 1600t – Nuova Circonvallazione Trento

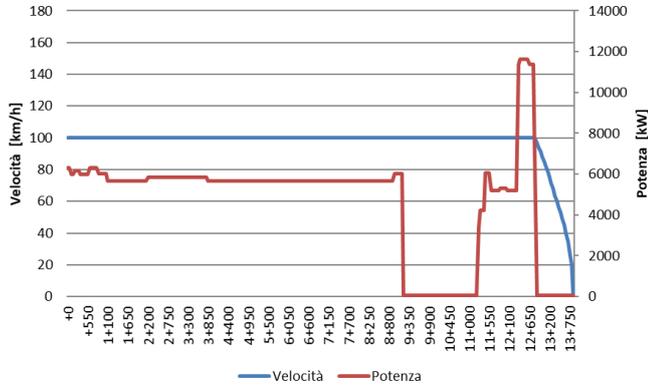
Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando dapprima due locomotori E474 (E474DT) e successivamente un locomotore E474; in entrambi i casi si considera una massa rimorchiata di 1600t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

- Profilo di marcia E633 Doppia Trazione
 - o Senso D: 9' 1"; $V_{media} = 92,02$ km/h;
 - o Senso P: 9' 3"; $V_{media} = 91,766$ km/h.

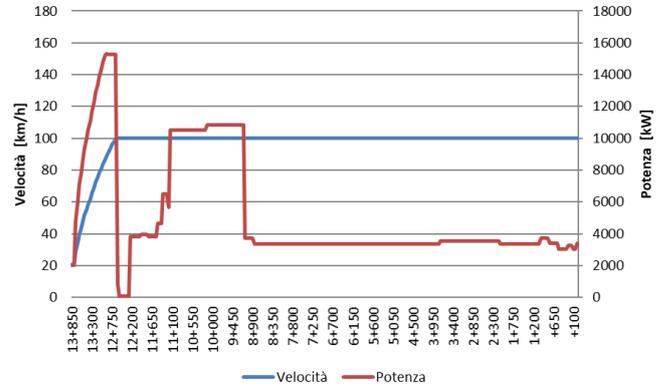
Linea Rovereto - Salerno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	20 di 51

**E474 Doppia Trazione - 1600t - 2400A
Senso di percorrenza Dispari**

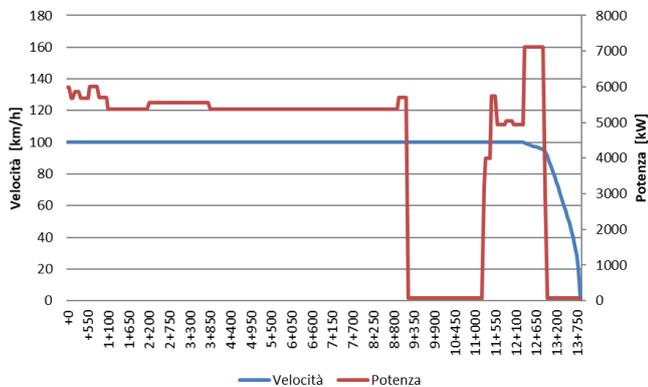


**E474 Doppia Trazione - 1600t - 2400A
Senso di percorrenza Pari**

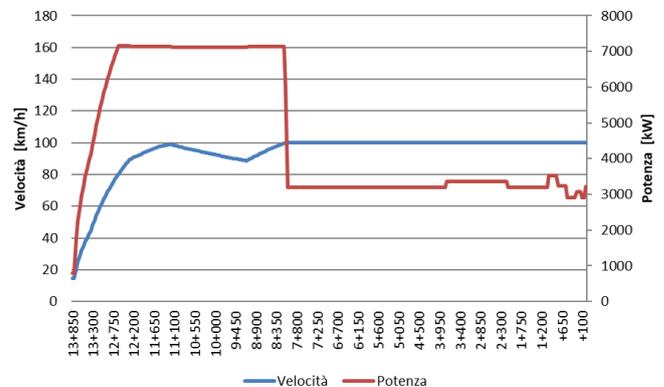


- Profilo di marcia E474 Singola Trazione
 - o Senso D: 9' 2"; $V_{media} = 91,947$ km/h;
 - o Senso P: 9' 46"; $V_{media} = 84,993$ km/h.

**E474 Singola Trazione - 1600t - 2400A
Senso di percorrenza Dispari**



**E474 Singola Trazione - 1600t - 2400A
Senso di percorrenza Pari**



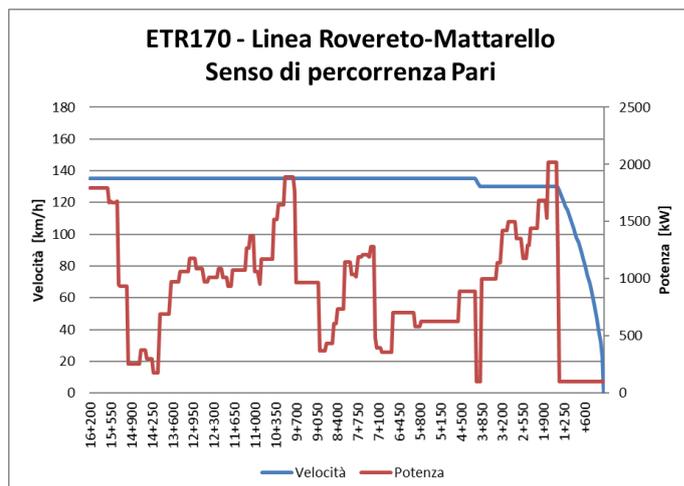
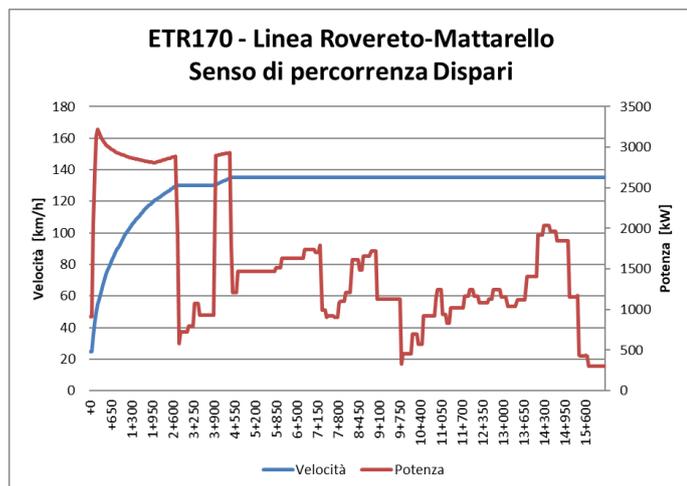
Per quanto riguarda i tempi di percorrenza, si osserva che nel caso di singola trazione con massa rimorchiata pari a 2000t, i tempi di percorrenza si allungano di un tempo inferiore al minuto (+1" sul binario Dispari; +43" sul binario Pari).

In generale si osserva che con nelle condizioni di cui sopra, sul binario Dispari e Pari, i treni in singola trazione e in doppia trazione riescono a mantenere la velocità di fiancata lungo tutta la tratta.

4.9 ETR 170 – Singola Trazione – Rovereto-Mattarello

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando un locomotore ETR170; si considera una massa rimorchiata di 270t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

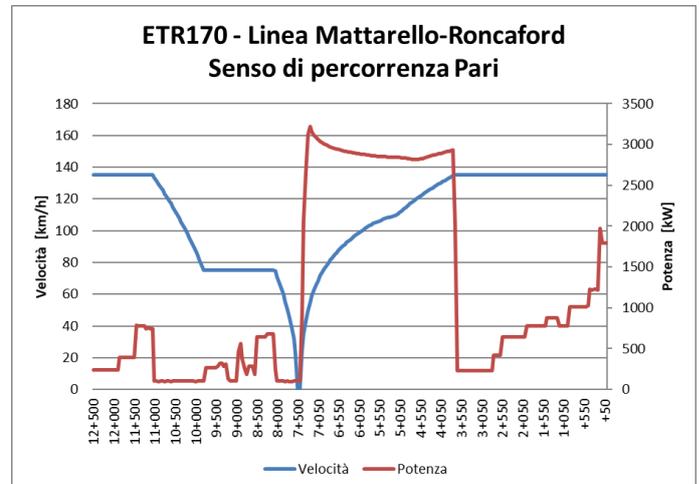
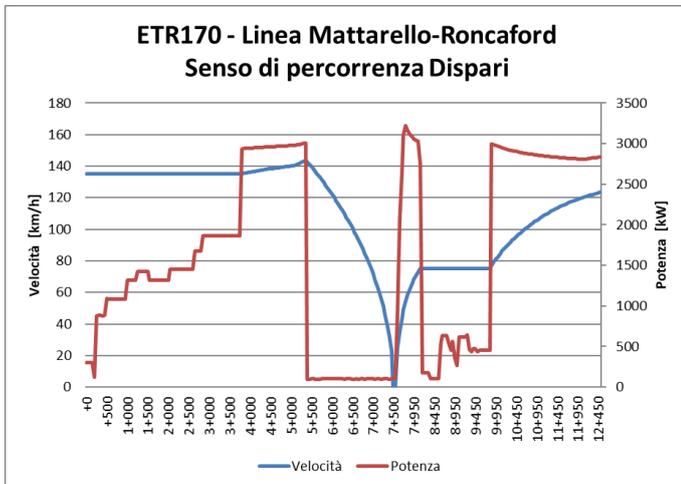
- Profilo di marcia ETR170 – Singola Trazione
 - o Senso D: 8' 2"; $V_{media} = 120,865$ km/h;
 - o Senso P: 7' 59"; $V_{media} = 121,693$ km/h.



4.10 ETR 170 – Singola Trazione – Mattarello-Roncaford linea esistente

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando un locomotore ETR170; si considera una massa rimorchiata di 270t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia prevede una fermata intermedia nella stazione di Trento.

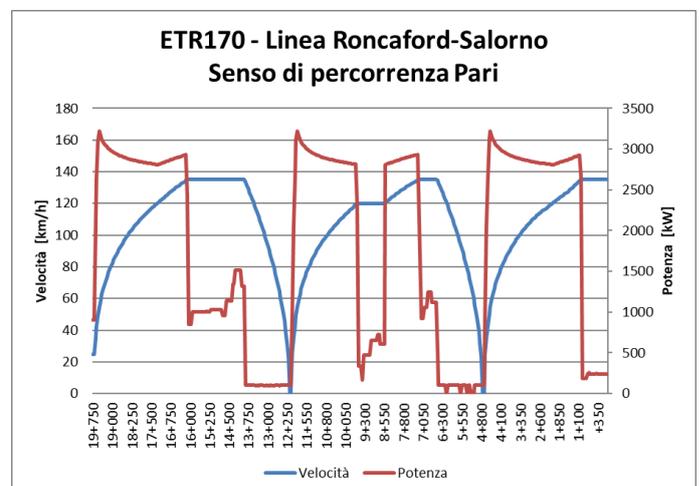
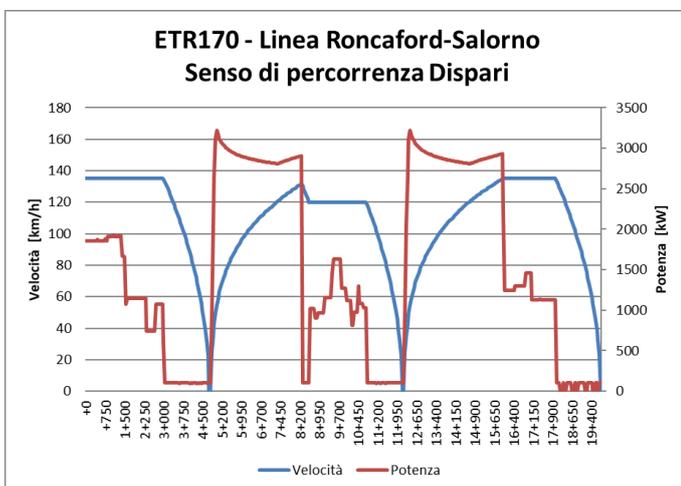
- Profilo di marcia ETR170 – Singola Trazione
 - o Senso D: 9' 52"; $V_{media} = 75,929$ km/h;
 - o Senso P: 9' 56"; $V_{media} = 75,445$ km/h.



4.11 ETR 170 – Singola Trazione – Roncaford-Salerno

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando un locomotore ETR170; si considera una massa rimorchiata di 270t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia prevede due fermate intermedie nelle stazioni di Lavis e Mezzocorona.

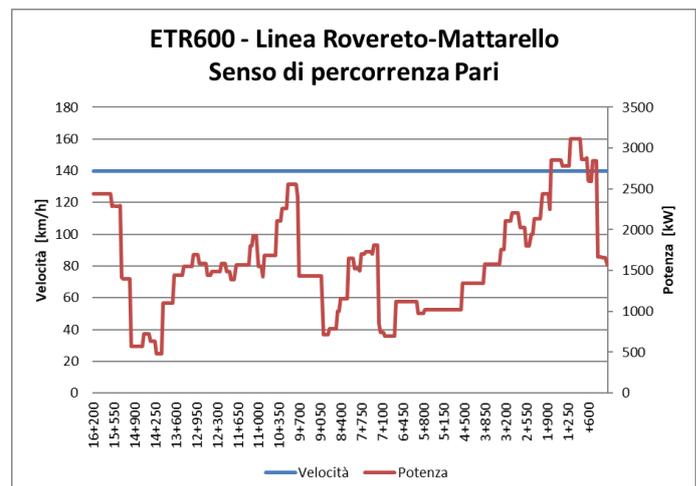
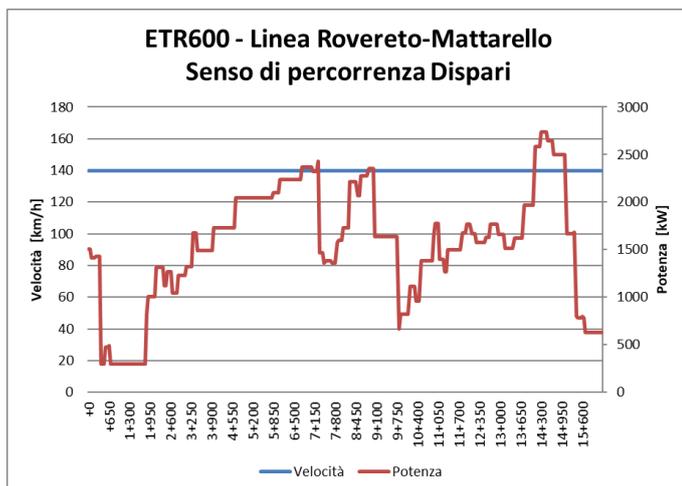
- Profilo di marcia ETR170 – Singola Trazione
 - o Senso D: 17' 4"; $V_{media} = 69,403$ km/h;
 - o Senso P: 17' 8"; $V_{media} = 69,103$ km/h.



4.12 ETR 600 – Singola Trazione – Rovereto-Mattarello

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando un locomotore ETR600; si considera un unico convoglio da 455t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

- Profilo di marcia ETR600 – Singola Trazione
 - o Senso D: 6' 56"; $V_{media} = 140$ km/h;
 - o Senso P: 6' 56"; $V_{media} = 140$ km/h.



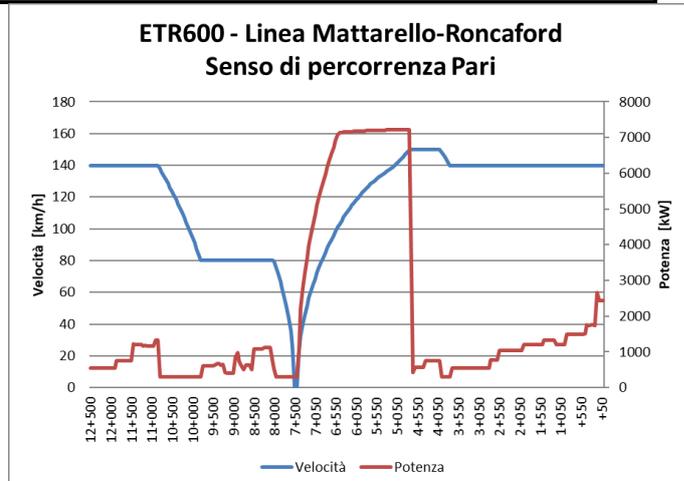
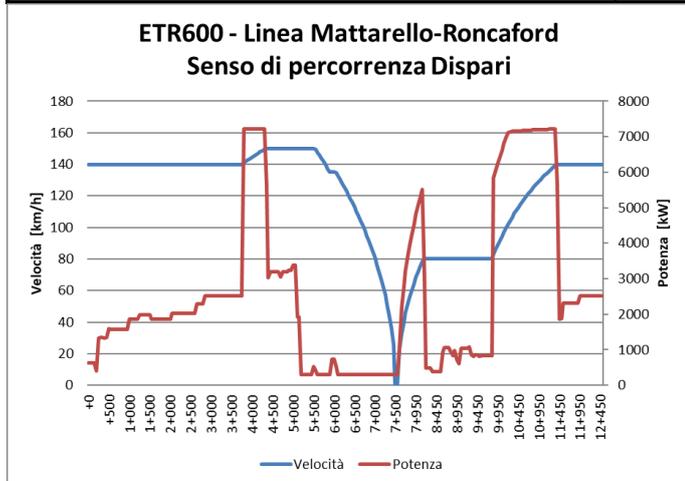
4.13 ETR 600 – Singola Trazione – Mattarello-Roncaford

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando un locomotore ETR600; si considera un unico convoglio da 455t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia prevede una fermata intermedia nella stazione di Trento.

- Profilo di marcia ETR600 – Singola Trazione
 - o Senso D: 9' 19"; $V_{media} = 80,422$ km/h;
 - o Senso P: 9' 23"; $V_{media} = 79,916$ km/h.

Linea Rovereto - Salerno

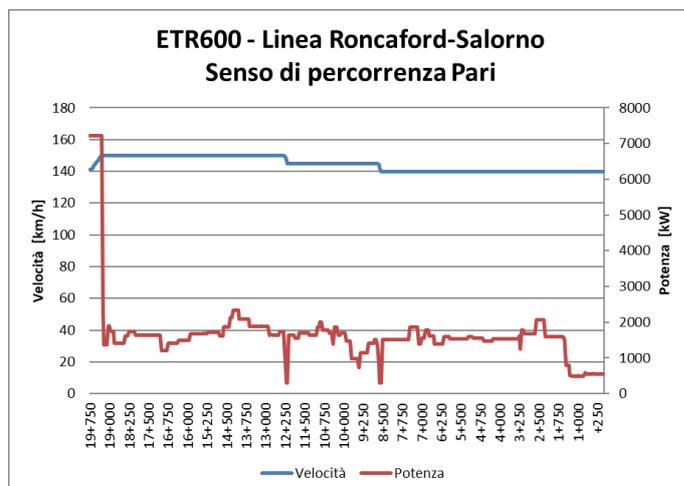
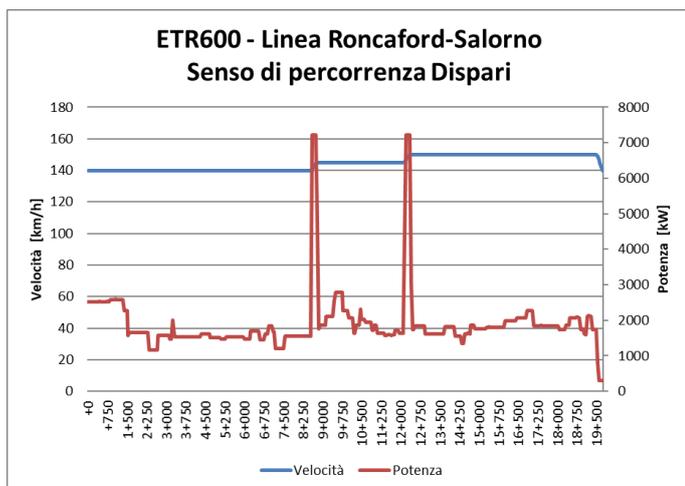
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	24 di 51



4.14 ETR 600 – Singola Trazione – Roncaford-Salerno

Si riporta di seguito il profilo di marcia nei sensi Dispari e Pari, ottenuto utilizzando un locomotore ETR600; si considera un unico convoglio da 455t e senza limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio). La marcia non prevede fermate intermedie

- Profilo di marcia ETR600 – Singola Trazione
 - o Senso D: 8' 11"; $V_{media} = 144,512$ km/h;
 - o Senso P: 8' 12"; $V_{media} = 144,483$ km/h.



5. SIMULAZIONI ELETTRICHE

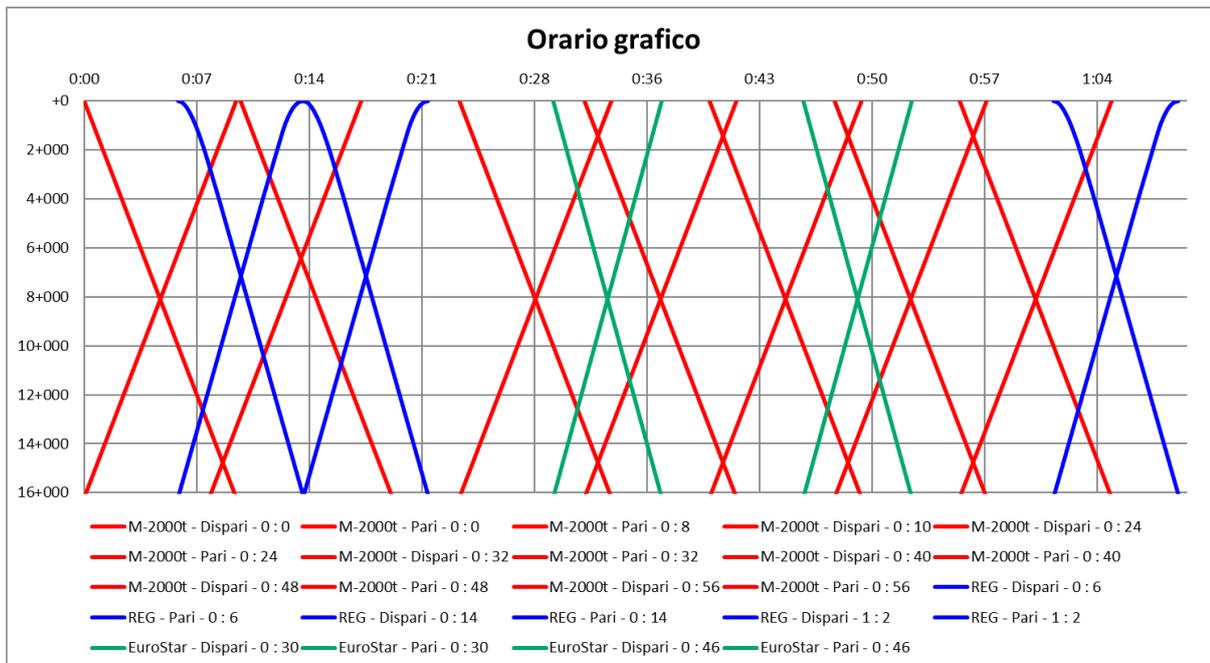
Le simulazioni riportate sono state svolte considerando treni merci a singola trazione in ambo i sensi di percorrenza. Si fa riferimento allo schema elettrico riportato nel paragrafo 3.1, avendo effettuato una ricostruzione dell'orario con riferimento al paragrafo 3.2

5.1 SIMULAZIONI ELETTRICHE – 2000t

5.1.1 Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Villalagarina-Murazzi

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Locomotore per treni regionali ETR170 con massa rimorchiata di 270t;
- Locomotore per treni EuroStar ETR600;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario equivalente a Orario di Punta come da modello di esercizio.



Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	26 di 51

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 3159 P 3195 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2867 P 2831 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
SSE Villalagarina	3	2100	3000	978
	4	2100	3000	2158
	Y ₁	-	-	1436
	Y ₂	-	-	2565
Nuova SSE Murazzi	X ₁	-	-	1366
	X ₂	-	-	1649
	X ₃	-	-	2065
	X ₄	-	-	1192

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **16,75 °C** e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore Y₂ della SSE Villalagarina.

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
SSE Villalagarina	3	Corda	1,77
		Filo	1,73
	4	Corda	8,32
		Filo	8,07
	Y ₁	Corda	15,5
		Filo	14,83
Y ₂	Corda	16,75	
	Filo	16,09	
Nuova SSE Murazzi	X ₁	Corda	7,08
		Filo	6,93
	X ₂	Corda	7,1
		Filo	6,85
	X ₃	Corda	10,45
		Filo	10,11
	X ₄	Corda	3,51
		Filo	3,39

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
SSE Villalagarina	3,098	4,522	12,528	2 x 5,4
Nuova SSE Murazzi	1,948	3,019	11,264	2 x 5,4

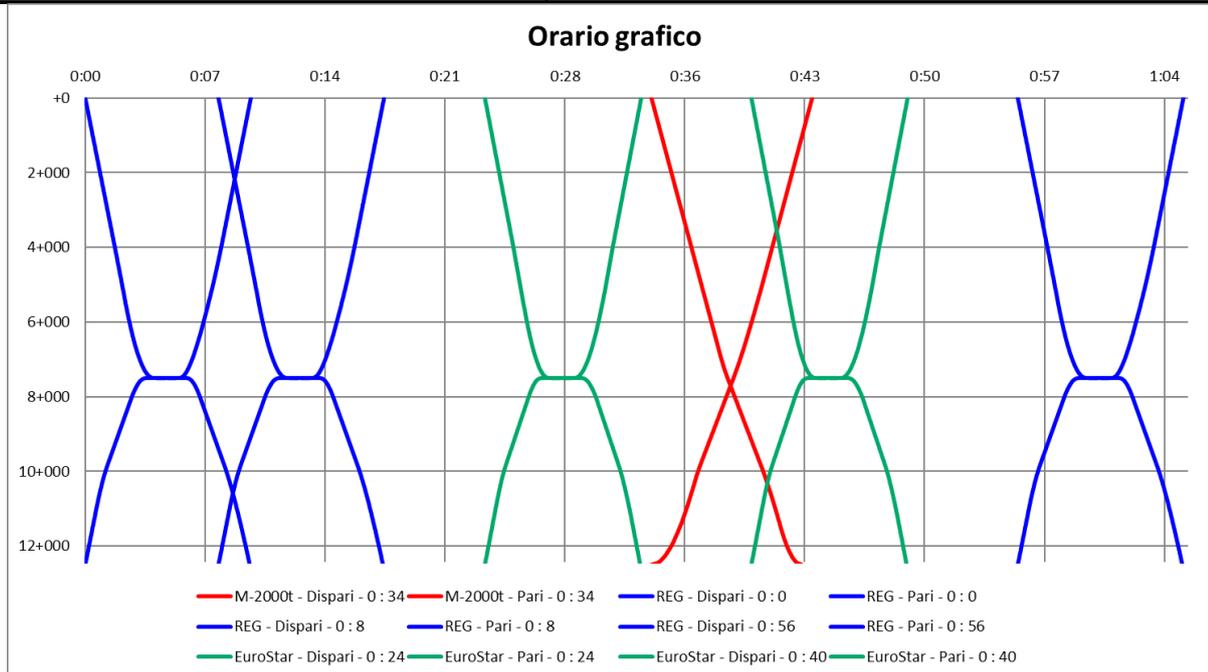
In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. In alcuni casi, le potenze di picco sono di poco superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano pertanto compatibili con le potenze installate.

In conclusione, il sistema di elettrificazione proposto consente il regolare esercizio della tratta.

5.1.2 Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Murazzi-Trento Nord – linea storica esistente

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Locomotore per treni regionali ETR170 con massa rimorchiata di 270t, con fermata intermedia presso Stazione di Trento;
- Locomotore per treni EuroStar ETR600, con fermata intermedia presso Stazione di Trento;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario equivalente a Orario di Punta fornito dalla Committenza.



Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 3231 P 3249 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2870 P 2855 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
Nuova SSE Murazzi	X ₁	-	-	-
	X ₂	-	-	-
	X ₃	-	-	1135
	X ₄	-	-	1341
SSE Trento	Y ₁	-	-	1726
	Y ₂	-	-	2012
	Y ₃	-	-	1498
	Y ₄	-	-	1343
Nuoca CTE Trento Nord	Z ₁	-	-	1448
	Z ₂	-	-	1172
	Z ₃	-	-	2201
	Z ₄	-	-	1851

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **17 °C** e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore Y₂ della SSE Trento.

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
Nuova SSE Murazzi	X ₁	Corda	-
		Filo	-
	X ₂	Corda	-
		Filo	-
	X ₃	Corda	4,44
		Filo	4,41
	X ₄	Corda	1,84
		Filo	1,81
SSE Trento	Y ₁	Corda	7,63
		Filo	7,53
	Y ₂	Corda	17
		Filo	16,6
	Y ₃	Corda	6,89
		Filo	6,75
	Y ₄	Corda	4,41
		Filo	4,29
Nuova CTE Trento Nord	Z ₁	Corda	4,58
		Filo	4,5
	Z ₂	Corda	4,1
		Filo	4,07
	Z ₃	Corda	0,89
		Filo	0,92
	Z ₄	Corda	3,39
		Filo	3,42

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
Nuova SSE Murazzi	0,138	0,531	3,795	2 x 5,4
SSE Trento	1,864	3,451	14,767	2 x 5,4
SSE Trento tramite Nuova CTE Trento Nord	0,043	0,228	2,006	-

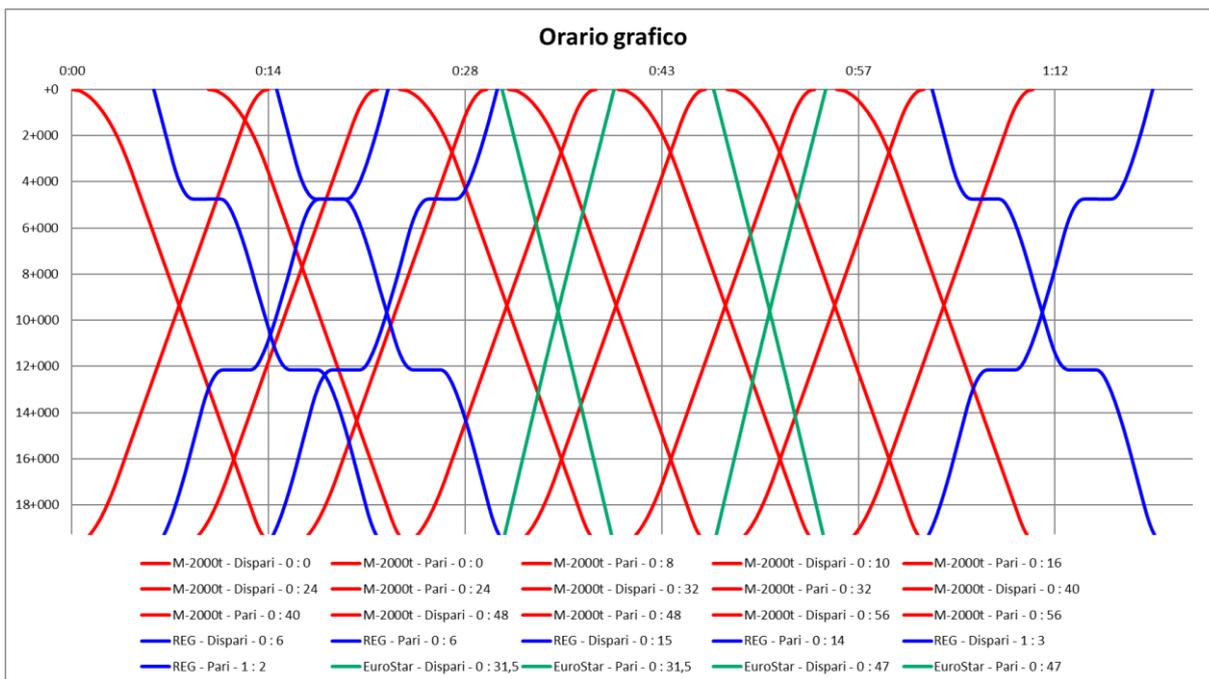
In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. In alcuni casi, le potenze di picco sono di poco superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano pertanto compatibili con le potenze installate.

In conclusione, il sistema di elettrificazione proposto consente il regolare esercizio della tratta.

5.1.3 Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Trento Nord-Salorno

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Locomotore per treni regionali ETR170 con massa rimorchiata di 270t, con fermate intermedie presso le Stazioni di Lavis e Mezzocorona;
- Locomotore per treni EuroStar ETR600;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario equivalente a Orario di Punta fornito dalla Committenza.



Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 2482 P 2603 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 1497 P 1681 → Verifica c.d.t. → **NEGATIVO**

Si evidenziano, in questo scenario di esercizio, delle importanti criticità legate alle cadute di tensione.

5.1.4 Nuova Circonvallazione di Trento - Merci E474: Cadenzamento a 8 minuti

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario con Cadenzamento merci pari a 8 minuti.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 2894 P 2934 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2632 P 2633 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
Nuova SSE Murazzi	X ₁	-	-	-
	X ₂	-	-	-
	X ₃	-	-	2378
	X ₄	-	-	1857
Nuova CTE Trento Nord	Y ₁	-	-	1829
	Y ₂	-	-	1909
	Y ₃	-	-	-
	Y ₄	-	-	-

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **32,2 °C** e si verifica sul filo in uscita dall'alimentatore X₃ della Nuova SSE Murazzi.

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
Nuova SSE Murazzi	X ₁	Corda	-
		Filo	-
	X ₂	Corda	-
		Filo	-
	X ₃	Corda	27,91
		Filo	32,2
	X ₄	Corda	15,06
		Filo	17,41
Nuova CTE Trento Nord	Y ₁	Corda	8,11
		Filo	9,27
	Y ₂	Corda	16,42
		Filo	18,84
	Y ₃	Corda	-
		Filo	-
	Y ₄	Corda	-
		Filo	-

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
Nuova SSE Murazzi	8,382	10,746	13,770	2 x 5,4
SSE Trento tramite Nuova CTE Trento Nord	5,138	7,219	10,743	-

In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. In alcuni casi, le potenze di picco sono di poco superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano pertanto compatibili con le potenze installate.

In conclusione, il sistema di elettrificazione proposto consente il regolare esercizio della tratta.

5.1.5 Trento Nord-Salorno E474 2000t 2400A : Cadenzamento a 8 minuti

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario con Cadenzamento merci pari a 8 minuti.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 2608 P 2709→ Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 1939 P 1993→ Verifica c.d.t. → **NEGATIVO**

Si evidenziano, anche in questo scenario di esercizio, delle importanti criticità legate alle cadute di tensione.

5.1.6 Trento Nord-Salorno E474 2000t 2000A : Cadenzamento a 8 minuti

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Limitazione in corrente pari a 2000A per l'intero convoglio;
- Orario con Cadenzamento merci pari a 8 minuti.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 2664 P 2730→ Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2143 P 2197→ Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
Nuova CTE Trento Nord	X ₁	-	-	-
	X ₂	-	-	-
	X ₃	-	-	1831
	X ₄	-	-	1821
SSE Salorno	Y ₁	-	-	2470
	Y ₂	-	-	2615
	1	2500	3000	-
	2	2500	3000	-

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto sono al limite, in quanto la sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **59,83°C** e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore Y₂ della SSE Salorno.

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
Nuova CTE Trento Nord	X ₁	Corda	-
		Filo	-
	X ₂	Corda	-
		Filo	-
	X ₃	Corda	31,51
		Filo	29,84
	X ₄	Corda	13,14
		Filo	12,58
SSE Salorno	Y ₁	Corda	34,45
		Filo	32,74
	Y ₂	Corda	59,83
		Filo	56,78
	1	Corda	-
		Filo	-
	2	Corda	-
		Filo	-

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
SSE Trento tramite Nuova CTE Trento Nord	5,552	8,628	11,393	-
SSE Salorno	9,936	14,003	17,560	2 x 5,4

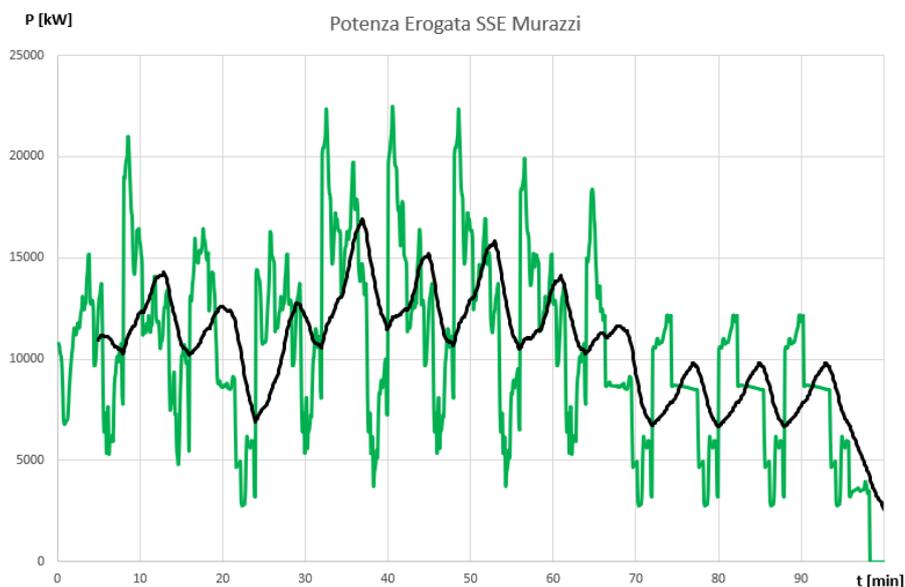
In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE non sono inferiori alle potenze nominali di SSE. Le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano compatibili con le potenze installate, seppur al limite (trattandosi di un orario di punta).

Si evidenziano delle criticità in caso di perdita di un gruppo a Salorno. In questo scenario, il gruppo rimasto in servizio sarebbe soggetto a sovraccarichi oltre i limiti ammessi dal gruppo stesso.

In conclusione, il sistema di elettrificazione proposto consente il regolare esercizio della tratta, seppur al limite.

5.1.7 Diagrammi di carico SSE Murazzi

Nella seguente figura è riportato il diagramma di carico della SSE di Murazzi complessivo. In particolare sono indicati i valori totali delle potenze nel tempo considerando tutti gli scenari di carico di cui ai paragrafi 5.1.1, 5.1.2 e 5.1.4.



Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	36 di 51

Come evidenziato nella figura, si rende necessaria l'installazione in SSE di n. 3 gruppi da 5,4 MW. Si segnala infatti che una SSE con due gruppi, non avrebbe una potenzialità sufficiente ad alimentare la rete elettrica per al trazione ferroviaria in caso di fuori servizio di un gruppo.

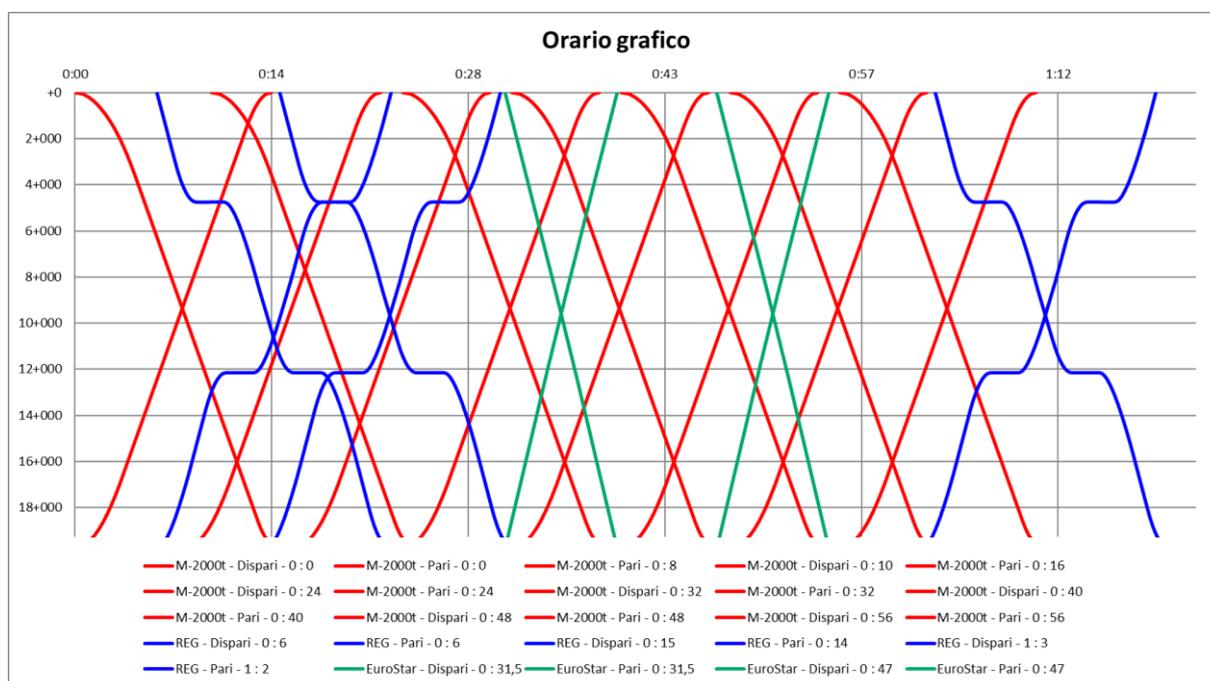
5.2 SIMULAZIONI ELETTRICHE – 1600t

In questo paragrafo sono effettuate le verifiche relative alla tratta in cui sono state individuate criticità, ossia per la tratta Trento Nord – Salorno. In questo scenario sono riportate le verifiche di potenzialità del sistema considerando dei convogli merci più leggeri.

5.2.1 Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Trento Nord-Salorno

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 1600t;
- Locomotore per treni regionali ETR170 con massa rimorchiata di 270t, con fermate intermedie presso le Stazioni di Lavis e Mezzocorona;
- Locomotore per treni EuroStar ETR600;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario equivalente a Orario di Punta fornito dalla Committenza.



Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 2660 P 2793 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 1620 P 1763 → Verifica c.d.t. → **NEGATIVO**

Si evidenziano, anche in questo scenario di esercizio, delle importanti criticità legate alle cadute di tensione.

5.2.2 Trento Nord-Salorno E474 1600t 2400A : Cadenzamento a 8 minuti

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 1600t;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario con Cadenzamento merci pari a 8 minuti.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 2778 P 2901 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2172 P 2305 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
Nuova CTE Trento Nord	X ₁	-	-	-
	X ₂	-	-	-
	X ₃	-	-	1998
	X ₄	-	-	1350
SSE Salorno	Y ₁	-	-	2158
	Y ₂	-	-	2811
	1	2500	3000	-
	2	2500	3000	-

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano al massimo nell'intervallo compreso tra i due limiti normativi. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **48,07°C** e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore Y₂ della SSE Salorno.

Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	39 di 51

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
Nuova CTE Trento Nord	X ₁	Corda	-
		Filo	-
	X ₂	Corda	-
		Filo	-
	X ₃	Corda	28,69
		Filo	27,38
	X ₄	Corda	6,51
		Filo	6,23
SSE Salorno	Y ₁	Corda	22,49
		Filo	21,38
	Y ₂	Corda	48,07
		Filo	45,85
	1	Corda	-
		Filo	-
	2	Corda	-
		Filo	-

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

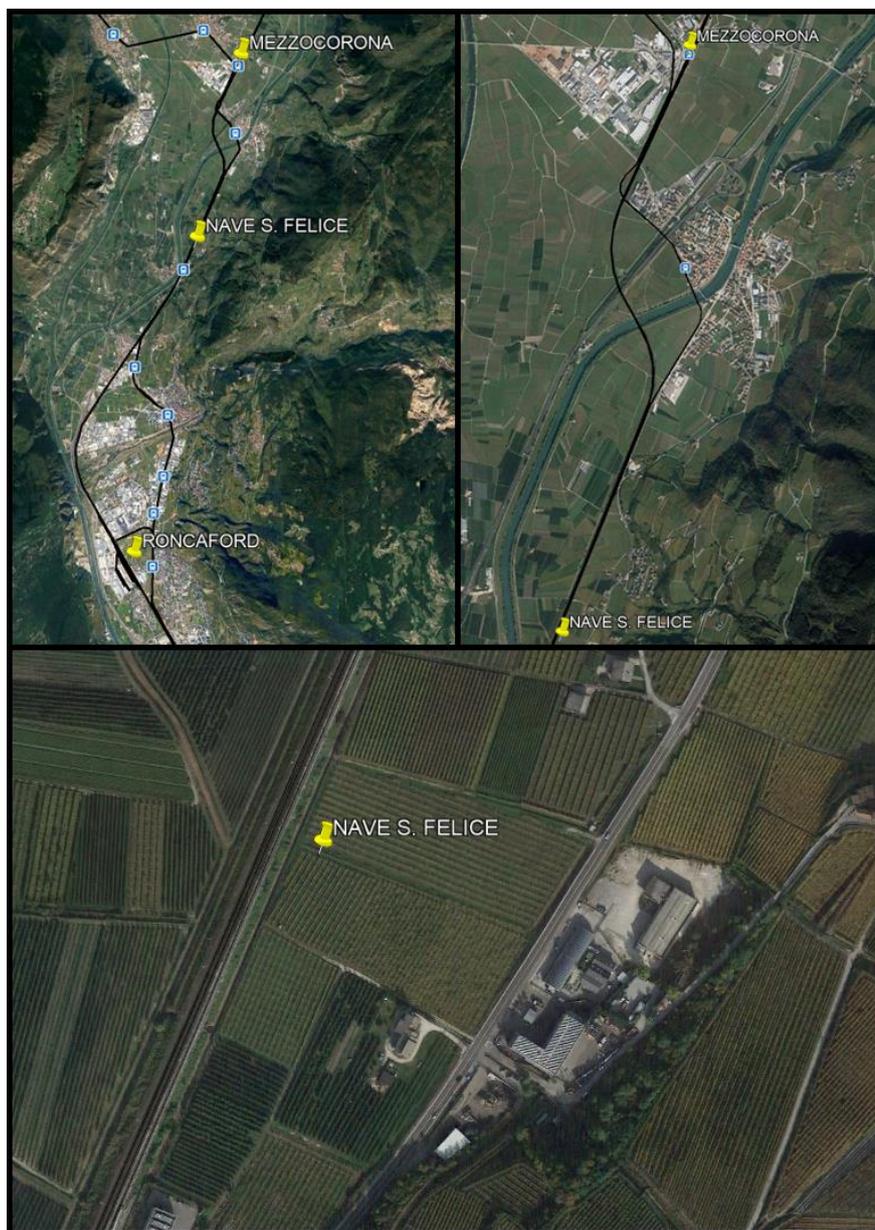
Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
SSE Trento tramite Nuova CTE Trento Nord	4,622	7,525	10,648	-
SSE Salorno	8,329	11,826	17,409	2 x 5,4

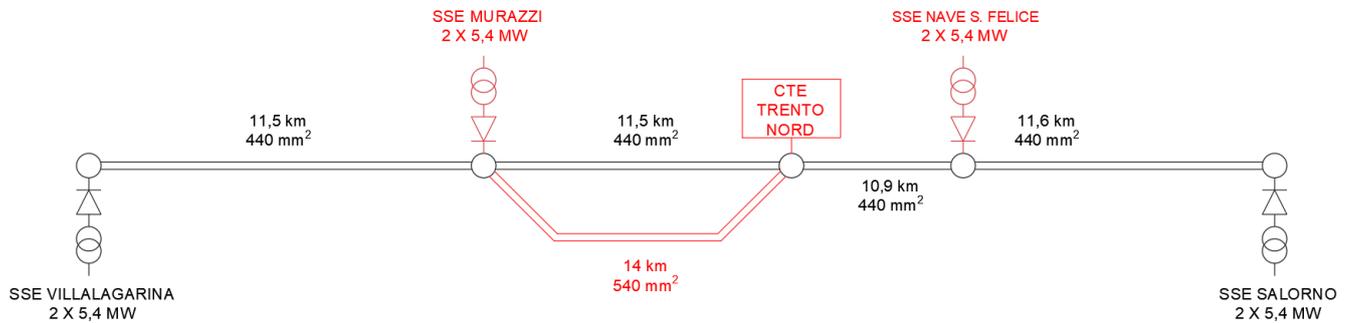
In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE non sono inferiori alle potenze nominali di SSE, ma di poco superiori. Le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano compatibili con le potenze installate, seppur al limite (trattandosi di un orario di punta).

In conclusione, il sistema di elettrificazione proposto consente il regolare esercizio della tratta, seppur al limite.

6. INTERVENTI DI UPGRADE - INSERIMENTO DELLA SSE NAVE S. FELICE E RIMOZIONE SSE TRENTO

Lo scenario di intervento vede la dismissione della SSE di Trento per avere l'inserimento nuova SSE Nave S. Felice, posta in direzione di Salorno. La dismissione della SSE Trento, è comunque da prevedersi nelle fasi successive per permettere l'interramento della stazione di Trento. In questo scenario, la funzione della SSE prevista in demolizione, è sopperita dall'azione della CTE Trento Nord, la quale riceve un importante contributo sia da Murazzi (anche grazie alla nuova linea Circonvallazione) che dalla nuova SSE ipotizzata. Le immagini del posizionamento ipotizzato per la Nuova SSE sono riportate nella figura sottostante:

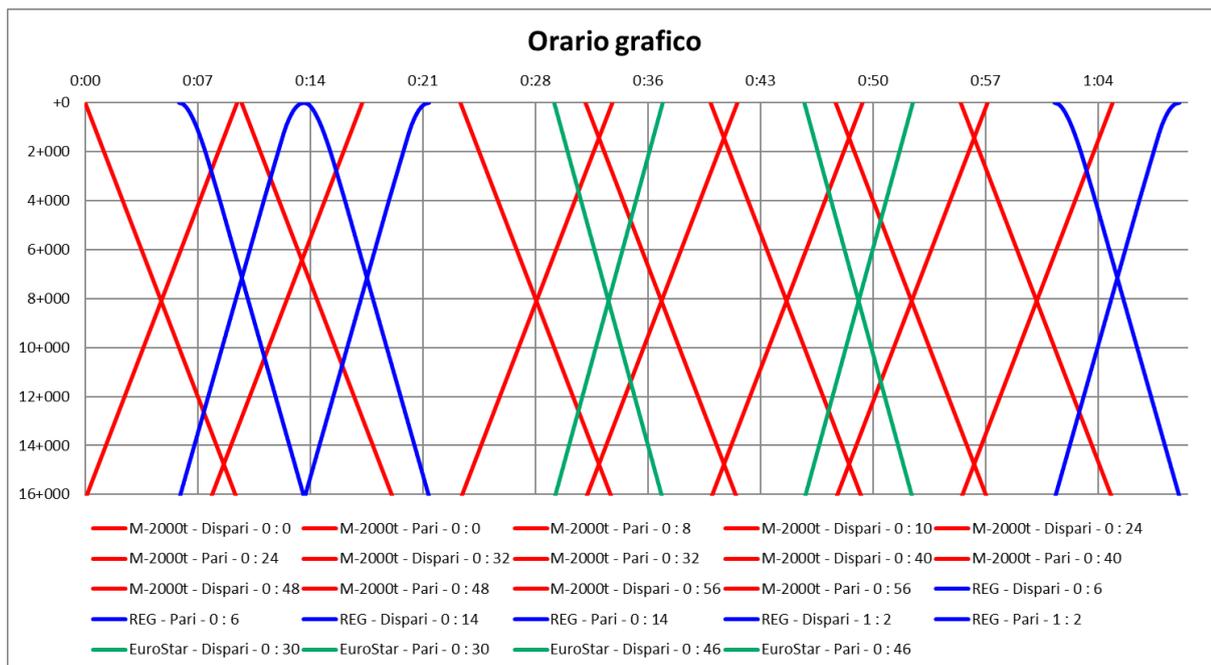




6.1 Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Villalagarina-Murazzi

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Locomotore per treni regionali ETR170 con massa rimorchiata di 270t;
- Locomotore per treni EuroStar ETR600;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario equivalente a Orario di Punta fornito dalla Committenza.



Linea Rovereto - Salorno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A R 18	SD	TE0000 001	B	42 di 51

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 3170 P 3172 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2885 P 2779 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
SSE Villalagarina	3	2100	3000	1780
	4	2100	3000	1889
	Y ₁	-	-	1570
	Y ₂	-	-	2036
Nuova SSE Murazzi	X ₁	-	-	2191
	X ₂	-	-	1412
	X ₃	-	-	2535
	X ₄	-	-	1372

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **18,04 °C** e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore Y₁ della SSE Villalagarina.

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
SSE Villalagarina	3	Corda	4,21
		Filo	4,11
	4	Corda	11,73
		Filo	11,32
	Y ₁	Corda	18,04
		Filo	17,28
	Y ₂	Corda	11,57
		Filo	11,08
Nuova SSE Murazzi	X ₁	Corda	8,69
		Filo	8,33
	X ₂	Corda	7,03
		Filo	6,78
	X ₃	Corda	8,15
		Filo	7,91
	X ₄	Corda	3,46
		Filo	3,35

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
SSE Villalagarina	3,362	4,907	13,982	2 x 5,4
Nuova SSE Murazzi	1,910	3,120	13,610	2 x 5,4

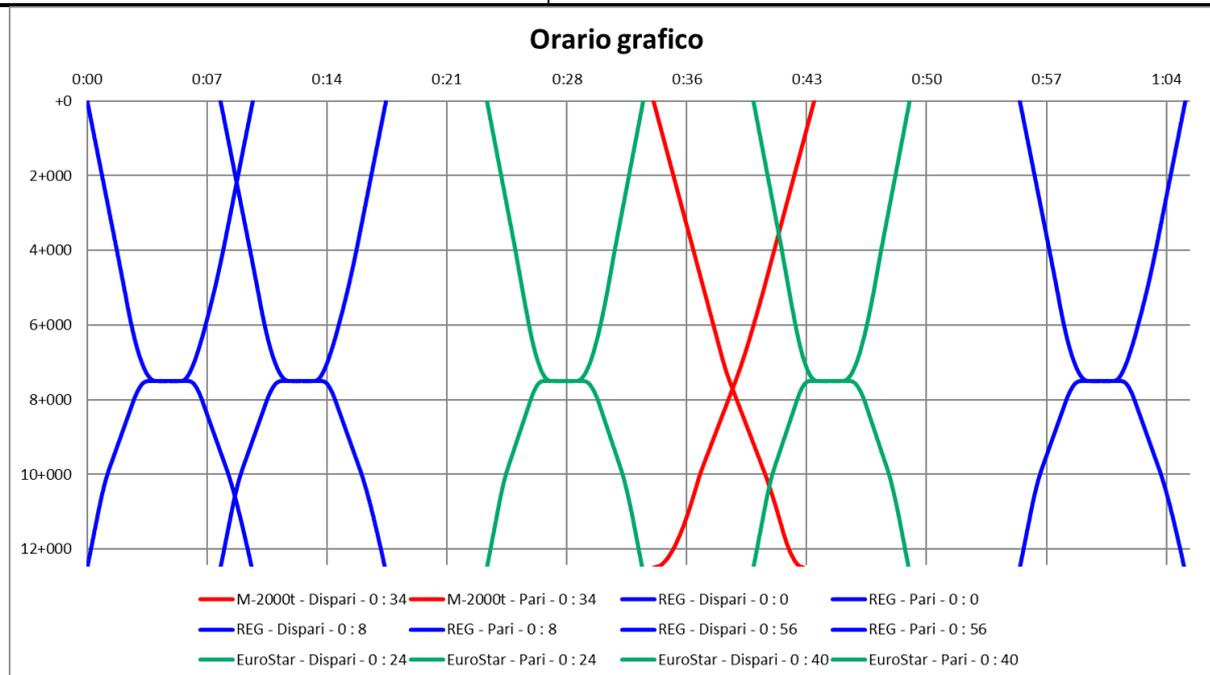
In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. In alcuni casi, le potenze di picco sono di poco superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano pertanto compatibili con le potenze installate.

In conclusione, il sistema di elettrificazione proposto consente il regolare esercizio della tratta.

6.2 Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Murazzi-Trento Nord

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Locomotore per treni regionali ETR170 con massa rimorchiata di 270t, con fermata intermedia presso Stazione di Trento;
- Locomotore per treni EuroStar ETR600, con fermata intermedia presso Stazione di Trento;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario equivalente a Orario di Punta fornito dalla Committenza.



Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 3017 P 2987 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2537 P 2508 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
Nuova SSE Murazzi	X ₁	-	-	-
	X ₂	-	-	-
	X ₃	-	-	1900
	X ₄	-	-	1687
Nuova CTE Trento Nord	Y ₁	-	-	1216
	Y ₂	-	-	1557
	Y ₃	-	-	2153
	Y ₄	-	-	2043

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo

limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **12,58 °C** e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore Y₃ della Nuova CTE Trento Nord.

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
Nuova SSE Murazzi	X ₁	Corda	-
		Filo	-
	X ₂	Corda	-
		Filo	-
	X ₃	Corda	12,32
		Filo	12,21
	X ₄	Corda	7,68
		Filo	7,43
Nuova CTE Trento Nord	Y ₁	Corda	2,58
		Filo	2,53
	Y ₂	Corda	8,97
		Filo	8,69
	Y ₃	Corda	12,58
		Filo	12,53
	Y ₄	Corda	8,97
		Filo	8,69

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
Nuova SSE Murazzi	0,837	1,716	8,837	2 x 5,4
Nuova SSE Nave S. Felice tramite Nuova CTE Trento Nord	1,188	2,238	11,295	-

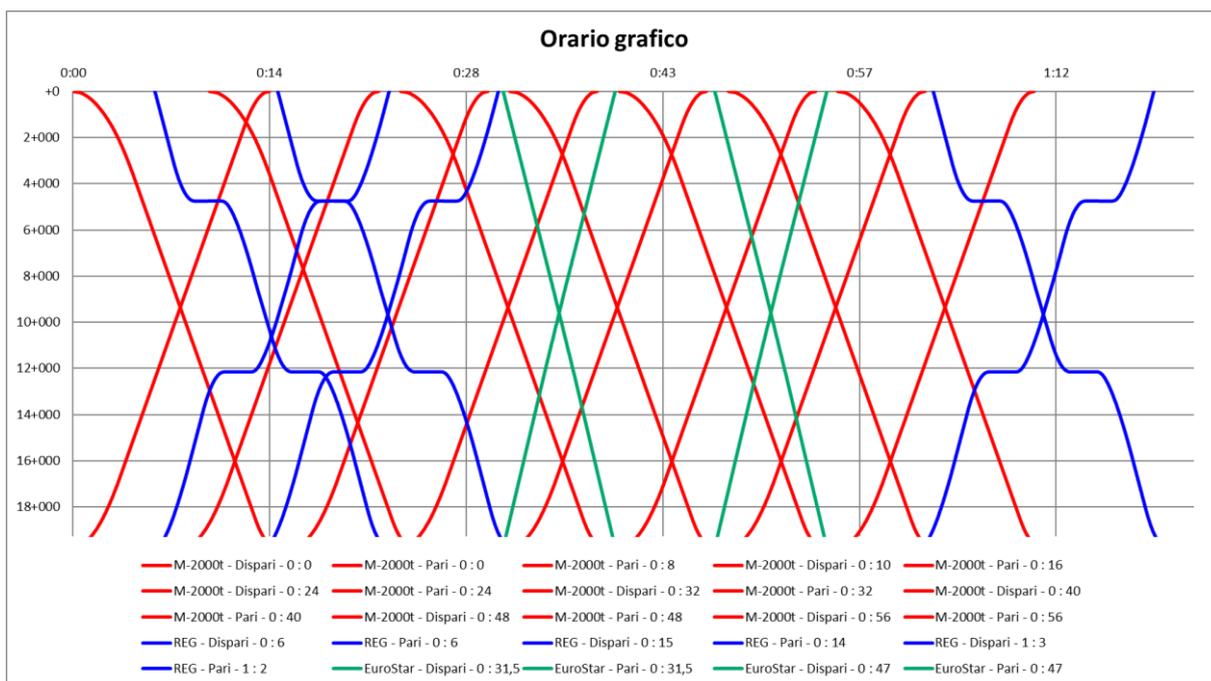
In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. In alcuni casi, le potenze di picco sono di poco superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano pertanto compatibili con le potenze installate.

In conclusione, il sistema di elettrificazione proposto consente il regolare esercizio della tratta.

6.3 Traffico Misto: Orario equivalente all'orario programmato – Trento Nord-Salorno

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Locomotore per treni regionali ETR170 con massa rimorchiata di 270t, con fermate intermedie presso le Stazioni di Lavis e Mezzocorona;
- Locomotore per treni EuroStar ETR600;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario equivalente a Orario di Punta fornito dalla Committenza.



Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 2990 P 3065 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2396 P 2465 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

Linea Rovereto - Salorno

 COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IB0Q 3A R 18 SD TE0000 001 B 47 di 51

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
Nuova SSE Nave S. Felice	X ₁	-	-	1771
	X ₂	-	-	1823
	X ₃	-	-	3565
	X ₄	-	-	1692
SSE Salorno	Y ₁	-	-	2412
	Y ₂	-	-	2667
	1	2500	3000	-
	2	2500	3000	-

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano al massimo nell'intervallo compreso tra i due limiti normativi. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **42,5°C** e si verifica sulla corda in uscita dall'alimentatore Y₂ della SSE Salorno.

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
Nuova SSE Nave S. Felice	X ₁	Corda	16,49
		Filo	15,73
	X ₂	Corda	13,56
		Filo	13,18
	X ₃	Corda	12,62
		Filo	12,41
	X ₄	Corda	11,52
		Filo	11,18
SSE Salorno	Y ₁	Corda	18,73
		Filo	18,07
	Y ₂	Corda	42,5
		Filo	40,61
	1	Corda	-
		Filo	-
	2	Corda	-
		Filo	-

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
Nuova SSE Nave S. Felice	3,750	5,138	15,847	2 x 5,4
SSE Salorno	3,932	5,285	14,836	2 x 5,4

In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE non sono inferiori alle potenze nominali di SSE, ma di poco superiori. Le potenze di picco sono superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano compatibili con le potenze installate, seppur al limite (trattandosi di un orario di punta).

In conclusione, il sistema di elettrificazione proposto consente il regolare esercizio della tratta.

6.4 Nuova Circonvallazione di Trento - Mercì E474: Cadenzamento a 8 minuti

La simulazione è stata svolta considerando:

- Locomotori per treni merci E474 con massa rimorchiata di 2000t;
- Assenza di limitazioni in corrente (ovvero con una limitazione di 2400A per l'intero convoglio);
- Orario con Cadenzamento merci pari a 8 minuti.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

- Tensione Media Utile(V): D 2745 P 2808 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Tensione minima(V): D 2507 P 2510 → Verifica c.d.t. → **POSITIVO**
- Verifica tarature attesa → **POSITIVO**

SSE	Int. N°	AE [A]	AI [A]	I _{max} [A]
Nuova SSE Murazzi	X ₁	-	-	-
	X ₂	-	-	-
	X ₃	-	-	2392
	X ₄	-	-	1829
Nuova CTE Trento Nord	Y ₁	-	-	1936
	Y ₂	-	-	2034
	Y ₃	-	-	-
	Y ₄	-	-	-

Per quel che riguarda le sovratemperature la Norma CEI EN 50119 riporta come limite di temperatura per il rame quello di 80°C per il regime permanente e 120°C per un tempo massimo di 30 minuti (a pantografo fermo). I valori di temperatura sulla linea di contatto rientrano sempre al di sotto del primo

limite normativo. La sovratemperatura massima registrata è pari, infatti, a **30,18 °C** e si verifica sul filo in uscita dall'alimentatore X₃ della Nuova SSE Murazzi.

IMPIANTO	Alimentatore	Conduttore	Sovratemperatura(°C)
Nuova SSE Murazzi	X ₁	Corda	-
		Filo	-
	X ₂	Corda	-
		Filo	-
	X ₃	Corda	26,17
		Filo	30,18
	X ₄	Corda	13,38
		Filo	15,43
Nuova CTE Trento Nord	Y ₁	Corda	9,91
		Filo	11,36
	Y ₂	Corda	19,5
		Filo	22,41
	Y ₃	Corda	-
		Filo	-
	Y ₄	Corda	-
		Filo	-

I risultati in riferimento alle potenze assorbite in sottostazione sono riportati nella tabella di seguito:

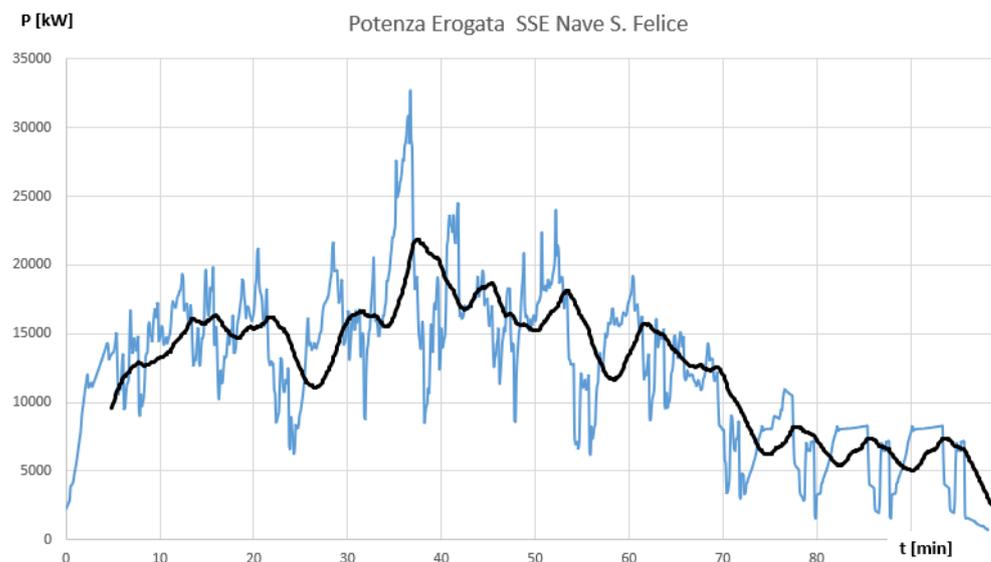
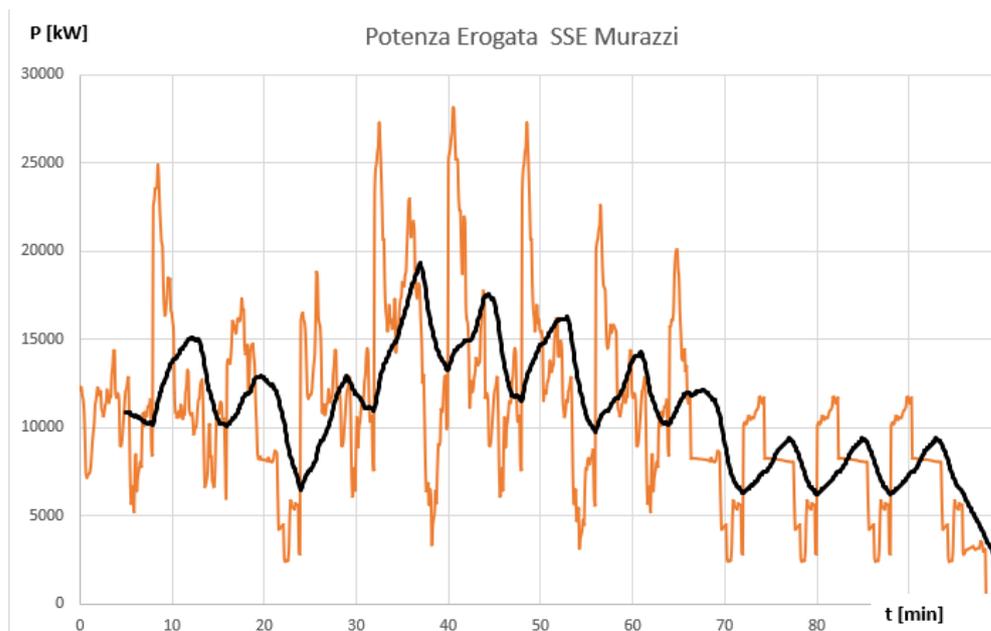
Impianto	Potenza media quadratica (MW)	Massima potenza media a 5 minuti (MW)	Potenza Massima (MW)	Gruppi installati (MW)
Nuova SSE Murazzi	7,465	9,727	12,937	2 x 5,4
SSE Nave S. Felice tramite Nuova CTE Trento Nord	5,674	7,967	11.391	-

In questo scenario le potenze medie quadratiche e le potenze massime medie a 5' assorbite in SSE sono sempre inferiori alle potenze nominali di SSE. In alcuni casi, le potenze di picco sono di poco superiori alle potenze nominali di SSE, ma sempre inferiori al limite di sovraccaricabilità a 2h. I valori ottenuti risultano pertanto compatibili con le potenze installate.

In conclusione, il traffico ipotizzato risulta realizzabile.

6.5 Diagrammi di carico SSE Murazzi e Nave San Felice

Nella seguente figura è riportato il diagramma di carico delle SSE di Murazzi e Nave San Felice complessivi. In particolare sono indicati i valori totali delle potenze nel tempo considerando tutti gli scenari di carico di cui al presente capitolo 6.



Come evidenziato nella figura, si rende necessaria l'installazione nelle due SSE di n. 3 gruppi da 5,4 MW. Si segnala infatti che una SSE con due gruppi, non avrebbe una potenzialità sufficiente ad alimentare la rete elettrica per la trazione ferroviaria in caso di fuori servizio di un gruppo.

7. CONCLUSIONI

Lo studio effettuato analizza il progetto e la realizzazione della Circonvallazione di Trento, analizzandone le potenzialità del sistema elettrico. Tale studio si concentra non soltanto sul tratto di linea specifico dalla progettazione, ma prende in studio anche la linea storica come contorno, al fine di verificare che non vi siano criticità nell'interno della tratta in progetto.

Le simulazioni di marcia mostrano che, in caso di esercizio con treni da 2000t, che i treni merci in singola e doppia trazione non presentano grandi differenze nei tempi di percorrenza, avendo, nel caso di treni merci a singola trazione un perditempo massimo rispetto alla doppia trazione inferiore ai due minuti. È stato quindi deciso di effettuare le simulazioni considerando treni merci a singola trazione.

Le simulazioni condotte mostrano che gli impianti di progetto (Nuova SSE di Murazzi 132 kV equipaggiata con n. 3 gruppi da 5,4 MW e nuova cabina TE di Trento Nord) permettono una corretta alimentazione della nuova circonvallazione di Trento, garantendo il corretto esercizio del futuro modello di traffico nel rispetto della Normativa vigente.

Per la tratta Trento – Salorno esistente, è stata effettuata una ulteriore valutazione, considerando l'intero flusso instradato tutto sulla linea storica, al fine di valutare gli effetti di un possibile ritardo della realizzazione del lotto 5 e per valutare la risposta del sistema elettrico di trazione esistente in caso di interruzione della circolazione sul lotto 5. Tale ulteriore studio ha evidenziato alcuni limiti di potenzialità della linea storica tra Trento Nord e Salorno a seguito del suddetto scenario. In particolare, nella tratta esistente a nord di Trento, si manifesterebbero importanti cadute di tensione.

E' stato valutato che la realizzare una nuova SSE in prossimità la località di Nave San Felice, sostitutiva della SSE di Trento (il cui intervento di dismissione comunque ricade nell'ambito dell'interramento della stazione di Trento) permette di effettuare l'esercizio di tutto il traffico del lotto 5 (Trento Nord – Bolzano) instradato interamente sulla linea ferroviaria esistente.