

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1C BUONABITACOLO – PRAIA ELABORATI GENERALI

Studio di dimensionamento sul sistema elettrico

SCALA:

-

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

RC2A C1 R 18 SD SE0000 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	S. Acunzo	12/2021	N. Carones	12/2021	I. D'Amore	12/2021	G. Guidi Buffarini 07/2023
B	Emissione esecutiva	S. Acunzo 	07/2023	N. Carones 	07/2023	I. D'Amore 	07/2023	 ITALFERR S.p.A. U. Qualità e Centro Ing. Guido Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17812

File: RC2AC1R18SDSE000002B.doc

n. Elab.: X

1. Generalità.....	3
2. Norme e documenti di riferimento	6
2.1 Riferimenti normativi	6
2.2 Riferimenti progettuali	7
3. Dati di base	8
3.1 Caratteristiche del tracciato.....	8
3.2 Ipotesi di traffico.....	8
3.3 Caratteristiche del materiale rotabile.....	9
4. Architettura del sistema elettrico.....	10
5. Risultati delle simulazioni di marcia.....	13
6. Verifica del sistema elettrico di alimentazione	15
6.1 Sistema di alimentazione a 2x25 kV cA	15
6.2 Risultati delle simulazioni di sistema	16
6.2.1 SERVIZIO NORMALE – SIMULAZIONE 1A	16
6.2.2 Servizio DEGRADATO – SIMULAZIONE 1A	18
6.2.3 SERVIZIO NORMALE – SIMULAZIONE 1B	23
6.2.4 Servizio DEGRADATO – SIMULAZIONE 1B	25
7. Conclusioni.....	27

1. Generalità

La presente relazione tecnica illustra i risultati dell'analisi di dimensionamento delle installazioni fisse di trazione elettrica destinate all'alimentazione della nuova Linea ferroviaria AV Salerno - Reggio Calabria.

La nuova Linea AV Salerno – Reggio Calabria è suddivisa nei seguenti lotti funzionali:

- Lotto 0: Salerno – Battipaglia
- Lotto 1: Battipaglia – Praia:
- Lotto 1a: Battipaglia – Romagnano
- Lotto 1b: Romagnano – Buonabitacolo
- Lotto 1c: Buonabitacolo – Praia
- Lotto 2: Praia – Tarsia
- Lotto 3: Tarsia – Cosenza + Raddoppio Paola/S. Lucido-Cosenza (interconnessione con LS)
- Lotto 4: Cosenza – Lamezia Terme
- Lotto 5: Lamezia Terme – Gioia Tauro
- Lotto 6: Gioia Tauro – Reggio Calabria



Figura 1 - Nuova linea AV Salerno - Reggio Calabria : suddivisione in lotti funzionali

All'interno del perimetro dei lotti funzionali sopra elencati, è stata individuata come prioritaria la tratta rispondente al lotto funzionale 1A. Pertanto in una prima fase saranno previste tutte le opere per la realizzazione del nuovo tracciato pari a circa 34 km. La linea si presenta a doppio binario con linea di contatto di sezione equivalente 540 mmq, e con sistema di alimentazione in continua a 3 kV. Con la realizzazione dei successivi lotti funzionali 1B e 1C fino a Praia (oggetto della presente progettazione) la linea di contatto sarà a 270 mmq, con la migrazione al sistema di alimentazione in alternata 2 x 25 kV ca. Affinché la fase di transizione sia il più agevole possibile tutte le predisposizioni possibili per l'arrivo del 2x25 kV saranno realizzate già nella fase 1A.

Sulla base del carico elettrico, costituito dal traffico ferroviario, è stata dimensionata/analizzata l'architettura del sistema di alimentazione finalizzata al potenziamento della stessa. A seguito dell'ottimizzazione della configurazione elettrica viene

presentata l'analisi che prevede:

- la condizione di normale servizio di tutte le sottostazioni elettriche di trazione (SSE);
- la condizione di completo degrado ciclico delle SSE.

L'idoneità del sistema elettrico è stata analizzata con particolare riferimento ai valori di tensione (media, utile e minima) al pantografo e alla compatibilità del carico elettrico sulle apparecchiature degli impianti fissi di trazione.

Lo studio di dimensionamento è stato realizzato tramite programmi dedicati che eseguono le simulazioni di marcia dei treni fornendo le seguenti prestazioni del sistema:

- Qualità della tensione al pantografo;
- Carico elettrico riferito alla linea;
- Carico elettrico delle apparecchiature di sottostazione.

2. Norme e documenti di riferimento

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel 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:

2014/1301/UE STI - 2018/868/UE - 2019/776/UE

Regolamento UE N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «**Energia**» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dalla Rettifica del 20 Gennaio 2015, dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 della Commissione del 13 giugno 2018, dalla Rettifica del 16 maggio 2019 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019

- 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;

- EN 50318** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane
Sistemi di captazione della corrente
Convalida della simulazione dell'interazione dinamica tra pantografo e
linea aerea di contatto;
- EN 50367** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane
Sistemi di captazione della corrente
Criteri tecnici per l'interazione tra pantografo e linea aerea (per ottenere il
libero accesso);
- EN 50367/A1** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane
Sistemi di captazione della corrente
Criteri tecnici per l'interazione tra pantografo e linea aerea (per ottenere il
libero accesso);
Edizione 2017;

2.2 RIFERIMENTI PROGETTUALI

Di seguito si riportano i documenti di progetto alla base della seguente analisi:

Modelli di Esercizio	RC2AC1R16RGES0001001A
Ferrovie dello Stato S.p.A.	RFI – Direzione Territoriale Produzione Bari Schema di alimentazione TE;
Ferrovie dello Stato S.p.A.	RFI – Direzione Territoriale Produzione Reggio Calabria Schema di alimentazione TE;
Ferrovie dello Stato S.p.A.	RFI – Direzione Territoriale Produzione Napoli Schema di alimentazione TE;

3. Dati di base

3.1 CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO

Alla base del presente studio vi è l'implementazione del profilo plano-altimetrico della linea completo delle informazioni relative alle velocità massime di tracciato e dei tratti in galleria.

3.2 IPOTESI DI TRAFFICO

Il dimensionamento degli impianti fissi di trazione elettrica è fondato sul Modello di Esercizio che costituisce il carico elettrico alla base della simulazione.

Le ipotesi di traffico simulate in questo lotto funzionale risultano essere le seguenti:

- Simulazione 1A : Treni AV ETR1000 in doppia composizione cadenzati ogni 5 minuti in servizio normale e 7.5 minuti in caso di fuori servizio di una SSE. Questo scenario è rappresentativo dell'ora di punta in regime diurno.
- Simulazione 1B : Treni Merci in doppia composizione da 2500t in doppia composizione cadenzati ogni 10 minuti sia in servizio normale che degradato. Questo scenario è rappresentativo dell'ora di punta in regime notturno.

Il materiale rotabile da considerare risulta essere :

- AV: ETR1000 in doppia composizione
- MERCI : E402B + 2500t in doppia trazione

3.3 CARATTERISTICHE DEL MATERIALE ROTABILE

Il traffico ferroviario implementato nel programma di calcolo, previsto a seguito dell'ammodernamento della Linea, è costituito da due differenti tipologie di materiale rotabile.

Nella Tabella 1 sono riportate le caratteristiche del materiale rotabile impiegato:

Caratteristiche del materiale rotabile impiegato		
Categoria treno	AV	Merci
Tipo di treno	ETR1000D	E402B DT + 2500t
Velocità d'impostazione	360 km/h	220 km/h
Tensione nominale linea	25000 V	25000 V
Potenza servizi Ausiliari	800kW	200 kW
Massa Complessiva	910t	174 t+2500t
Rendimento Locomotiva	0,85	0,85
Coefficiente d'inerzia masse rotanti	1,05	1,05
Decelerazione costante in piano	0,5 m/s ²	0,4 m/s ²

Tabella 1- Caratteristiche del materiale rotabile già in doppia composizione

4. Architettura del sistema elettrico

Sulla base dei risultati preliminari delle simulazioni effettuate, è stata ricavata l'architettura elettrica tramite l'ottimizzazione delle configurazioni di sistema. In particolare l'architettura finale, dovrà prevedere i seguenti impianti:

- POC (pk 5+150 km);
- PPS1 (pk 7+066 km) 1 x15 MVA;
- SSE Serre 2 x 60 MVA (pk 10+000 km);
- PPS3 (pk 21+650 km) 1 x15 MVA;
- PPD4 (pk 35+010 km) 2 x15 MVA;
- PPS5 (pk 45+000 km) 1 x15 MVA;
- SSE Athena Lucana 2 x 60 MVA (pk 56+813 km);
- PPS6 (pk 68+730 km) 1 x15 MVA;
- PPD7 (pk 82+229 km) 2 x15 MVA;
- PPS8 (pk 93+595 km) 1 x15 MVA;
- SSE Lauria 2 x 60 MVA (pk 106+595 km);
- PPS9 (pk 118+554 km) 1 x15 MVA;
- POC (pk 121+722 km).

Tali impianti sono rappresentati anche nello schema nella Seguevole figura.

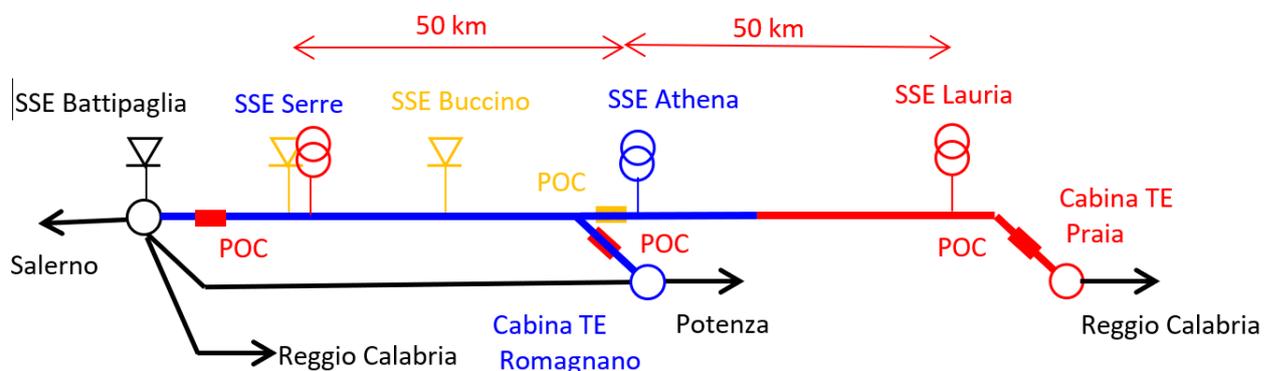


Figura 2 - Schema elettrico di alimentazione semplificato

Le caratteristiche elettriche delle apparecchiature presenti in sottostazione sono elencate di seguito:

	Trasformatore Gruppo da 60 MVA	Autotrasformatore Gruppo da 15 MVA
Potenza nominale [MVA]	60	15
Caratteristiche di sovraccarico "Potenza"	150% Pn per 15' 200% Pn per 5'	150% Pn per 15' 200% Pn per 5'
Tensione nominale a vuoto [V]	27500	27500
Tensione di c.to – c.to A-B/a-b [%]	10	1.33
Perdite nel rame % della potenza nominale	0.2	0.2

Tabella 2 - Caratteristiche elettriche apparecchiature di SSE

PARAMETRI CONDUTTORI	
Resistività del suolo (ohm*m)	200
interasse tra i binari [m]	4,5
scartamento binario [m]	1,435
altezza del filo di contatto [m]	5,3
altezza media della fune portante [m]	6,55
Feeder 25kV - altezza[m]	8
Feeder 25kV - distanza dall'asse del binario [m]	2,51
Trefolo di ritorno Principale (alto) - altezza[m]	5,5
Trefolo di ritorno Principale (alto) - distanza dall'asse del binario [m]	3,5
Trefolo di ritorno Aggiuntivo (interrato) - altezza[m]	-1,25
Trefolo di ritorno Aggiuntivo (interrato) - distanza dall'asse del binario [m]	2,16
Filo di Contatto	Filo Cu 150mmq
Corda Portante	Corda Cu 120mmq
Feeder	Corda Al / Ac 307 mmq
Trefolo di Ritorno Principale	Corda Lega Al 155mmq
Trefolo di Ritorno Aggiuntivo	Corda Cu 95mmq
Rotaia	Rotaia da 60

Tabella 3 - Caratteristiche dei conduttori / suolo

In Figura 2 è riportato lo schema di alimentazione semplificato implementato nel software di simulazione

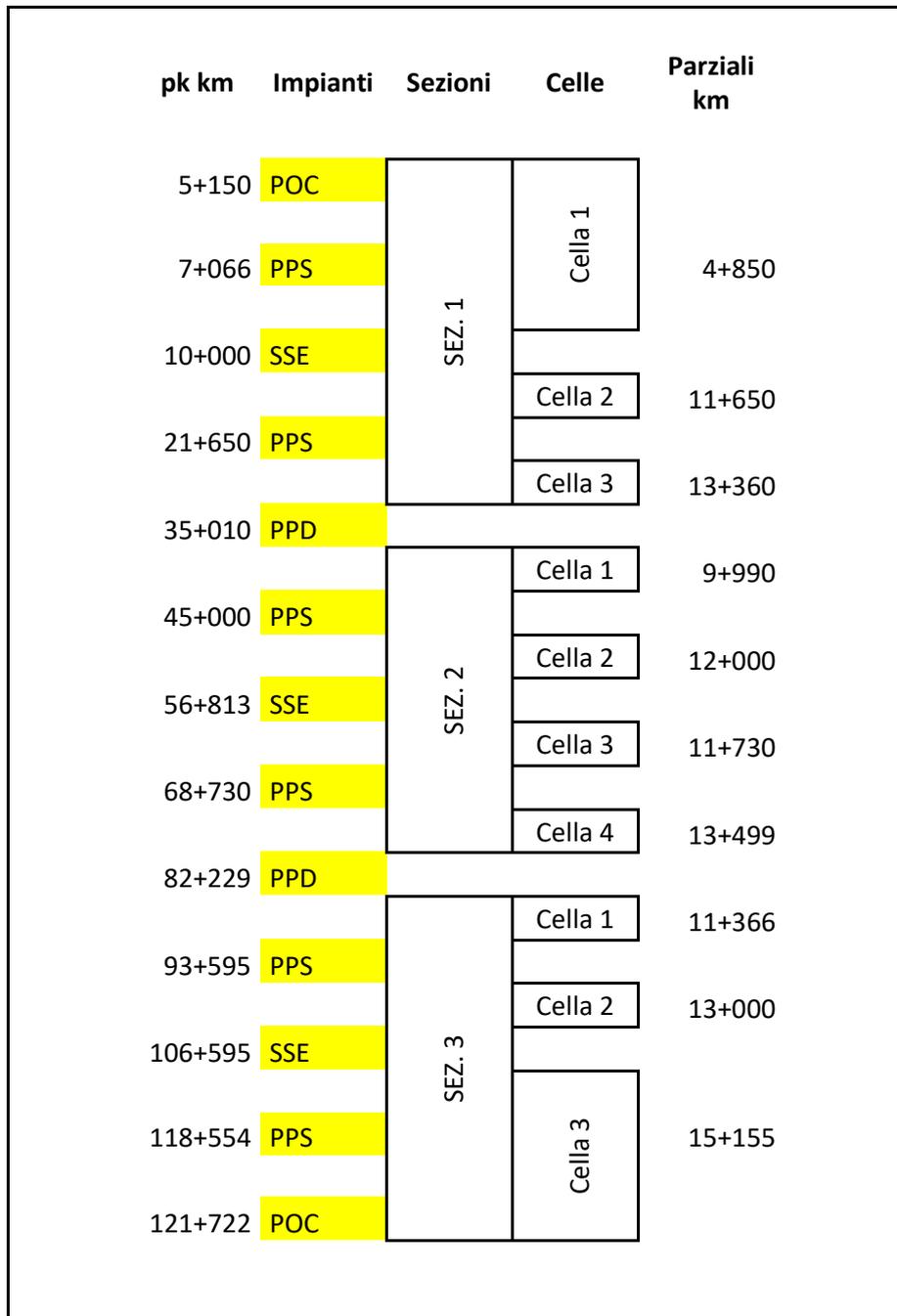


Figura 3 - Schema elettrico di alimentazione semplificato in normale funzionamento con tutti gli impianti funzionanti

5. Risultati delle simulazioni di marcia

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dalle simulazioni di marcia per la determinazione della caratteristica cinematica, della potenza e dell'energia assorbita dai treni sulla tratta in esame:

	E402B+2500t doppia trazione		ETR1000 doppia composizione	
	Senso percorrenza		Senso percorrenza	
	Dispari	Pari	Dispari	Pari
	1:19:16	1:19:21	0:25:15	0:26:02
Energia totale assorbita [kWh]	8293.7	8679.33	5864.09	6228.08
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	71.12	74.43	50.29	53.41
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/1000t.km]	26.6	27.83	55.26	58.69
Potenza media per treno [kW]	6276.6	6562.28	13934.01	14351.33
Velocità media [km/h]	88.242	88.159	277.06	268.681

Tabella 4 - Grandezze caratteristiche per senso di marcia Simulazione 1A – Simulazione 1B

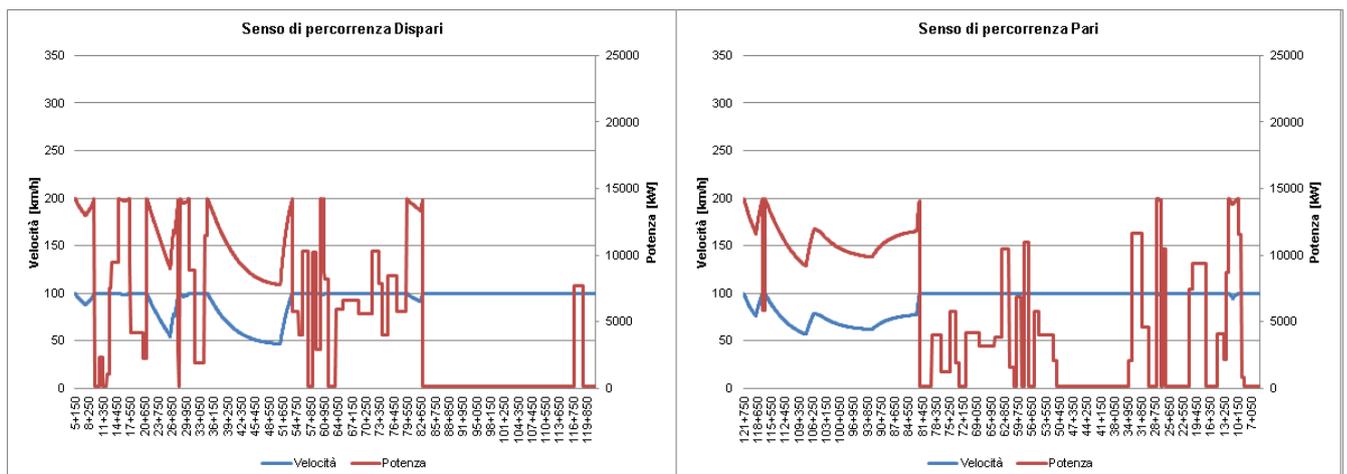


Figura 4 - Caratteristiche spazio/velocità e spazio/potenza – E402B+2500t in doppia trazione

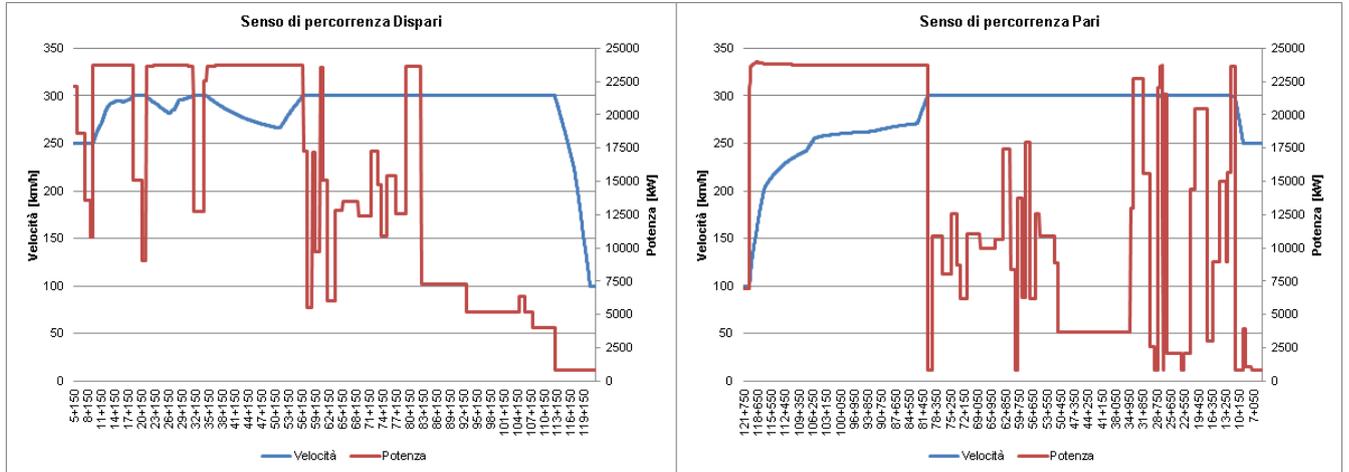


Figura 5 – Caratteristiche spazio/velocità e spazio/potenza – ETR1000 in doppia composizione

6. Verifica del sistema elettrico di alimentazione

6.1 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE A 2X25 KV CA

Al fine di realizzare la verifica del sistema elettrico di alimentazione della rete, è stata analizzata la rete a 2x25 kVca rappresentata in Figura 2.

L'idoneità del sistema elettrico è stata analizzata con particolare riferimento ai valori di tensione (media, utile e minima) al pantografo e alla compatibilità del carico elettrico sulle apparecchiature degli impianti fissi di trazione.

La verifica delle prestazioni del sistema è realizzata analizzando la seguente condizione di funzionamento:

- Servizio Normale : Analisi con tutti gli impianti fissi di SSE funzionanti
- Servizio degradato : Analisi con gli impianti fissi di SSE ciclicamente in fuori servizio (n-1);

Lo studio sulla verifica della potenzialità del sistema elettrico è stato realizzato tramite programmi dedicati che eseguono le simulazioni di marcia dei treni fornendo le seguenti prestazioni del sistema:

- Qualità della tensione al pantografo;
- Carico elettrico riferito alla linea;
- Carico elettrico delle apparecchiature di sottostazione.

6.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DI SISTEMA

6.2.1 SERVIZIO NORMALE – SIMULAZIONE 1A

Nel seguito sono riportati i risultati generali delle simulazioni di sistema e i valori caratteristici della tensione al pantografo. Questi ultimi sono inoltre confrontati con i valori limite prescritti dalle normative di riferimento **CEI EN 50163** e **CEI EN 50388**.

	Salerno - Reggio Calabria Battipaglia - Praia
	Normale servizio
Potenza media aritmetica assorbita dal sistema [kVA]	175499
Potenza massima assorbita dal sistema [kVA]	233389
Potenza reale media aritmetica fornita da tutte le SSE [kW]	151789
Potenza specifica corrispondente [MW/ km linea]	1.301
Potenza reattiva media aritmetica fornita da tutte le SSE [kVAR]	67189
Fattore di potenza medio all'uscita delle SSE	0.914
Potenza reale media richiesta all'archetto [kW]	P 14382 – D 13950
Potenza reale media fornita all'archetto [kW]	P 14363 – D 13922
Corrente media fornita all'archetto [A]	P 632 – D 613
Potenza reale massima richiesta all'archetto [kW]	P 23959 - D 23755
Rendimento medio della linea di contatto [%]	95.62

Tabella 5 - Condizione normale di servizio - Risultati generali – P (pari) e D (dispari)

SSE	Potenze assorbite [kVA]		
	Media quadrica	Media aritmetica	Massima
Sezione 1	46255	43855	89653
Sezione 2	65835	64724	106509
Sezione 3	67485	66920	102602

Tabella 6 - Carico SSE – Ogni SSE è esercita con un trasformatore da 60 MW e l'altro in riserva calda

La sezione 1 è alimentata dal trasformatore 1 (60 MVA) della SSE di Serre, la sezione 2 dal trasformatore 1 (60 MVA) della SSE di Athena Lucana e la sezione 3 dal trasformatore 1 (60 MVA) della SSE di Lauria.

		Valori di tensione [V]		Limiti Normativi
		Normale servizio		
Tensione media [V]	Dispari	24196		
	Pari	24220		
Tensione media utile [V]	Dispari	23922		22500 V
	Pari	23932		
Tensione minima [V]	Dispari	18943		17500 V
	Pari	18961		

Tabella 7 - Condizione normale di servizio - Valori caratteristici di tensione

Come risulta dalla Tabella 7, il valore di tensione minima per il verso dispari è di 18943 V mentre per il verso pari è di 18961 V. Tali valori risultano pertanto superiori ai limiti prescritti dalle normative citate.

Il valore di tensione media utile, indice di qualità di tensione al pantografo, per il verso dispari è di 23922 V mentre per il verso pari è di 23932 V (entrambi al disopra del limite di 22500 V prescritto dalla normativa).

Il valore di **corrente media quadratica nel ciclo di simulazione (5 minuti)** maggiore è registrato nella sezione elettrica alimentata dalla SSE di Athena Lucana (sezione 2) ed è pari a 792 A (linea di contatto dispari). Considerando la sezione equivalente di linea di contatto in tale tratta (270 mm²) ne risulta un valore di densità di corrente pari a 2,93 A/mm². Il valore della corrente calcolata risulta inferiore ai limiti imposti dalla Norma CEI – EN 50119 – Allegato A1. Ne consegue che il riscaldamento delle condutture rientra entro i limiti imposti da suddetta norma.

6.2.2 SERVIZIO DEGRADATO – SIMULAZIONE 1A

Al fine di realizzare una verifica di sistema, nel seguito si analizza la configurazione elettrica che prevede la condizione di degrado ciclico totale di tutte le SSE alimentanti la tratta in esame. Nelle figure n. 5, n.6 e n.7 sono rappresentati gli schematici semplificati delle configurazioni elettriche rispettivamente con i fuori servizio della SSE di Serre, Athena Lucana e Lauria.

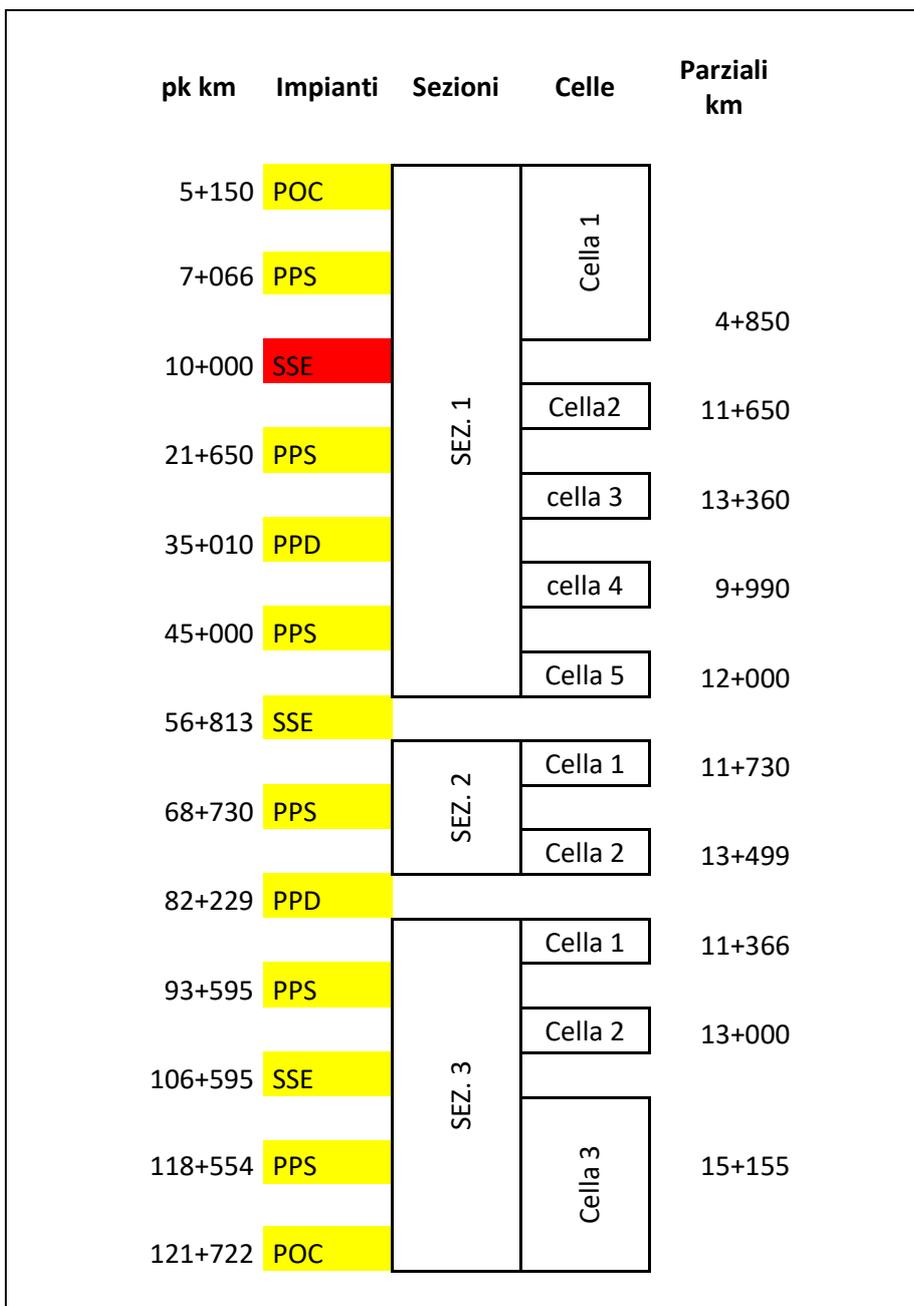


Figura 6 – Configurazione con FS SSE Serre

In figura n. 5 la sezione 1 è alimentata dal trasformatore 1 (60 MVA) della SSE di Athena Lucana, la sezione 2 dal trasformatore 2 (60 MVA) della SSE di Athena Lucana e la sezione 3 dal trasformatore 1 della SSE di Lauria.

pk km	Impianti	Sezioni	Celle	Parziali km
5+150	POC	SEZ. 1	Cella 1	4+850
7+066	PPS			
10+000	SSE	SEZ. 2	Cella1	11+650
21+650	PPS		cella 2	13+360
35+010	PPD		cella 3	9+990
45+000	PPS		Cella 4	12+000
56+813	SSE		SEZ. 3	Cella 1
68+730	PPS	Cella 2		13+499
82+229	PPD	Cella 3		11+366
93+595	PPS	Cella 4		13+000
106+595	SSE	SEZ. 4		Cella 1
118+554	PPS			
121+722	POC			

Figura 7 - Configurazione con FS SSE Athena Lucana

In figura n. 6 la sezione 1 e la sezione 2 sono alimentate rispettivamente dal trasformatore 1 (60 MVA) e dal trasformatore 2 (60 MVA) della SSE di Serre, la sezione 3 e la sezione 4 dal

trasformatore 1 (60 MVA) e dal trasformatore 2 (60 MVA) della SSE di Lauria.

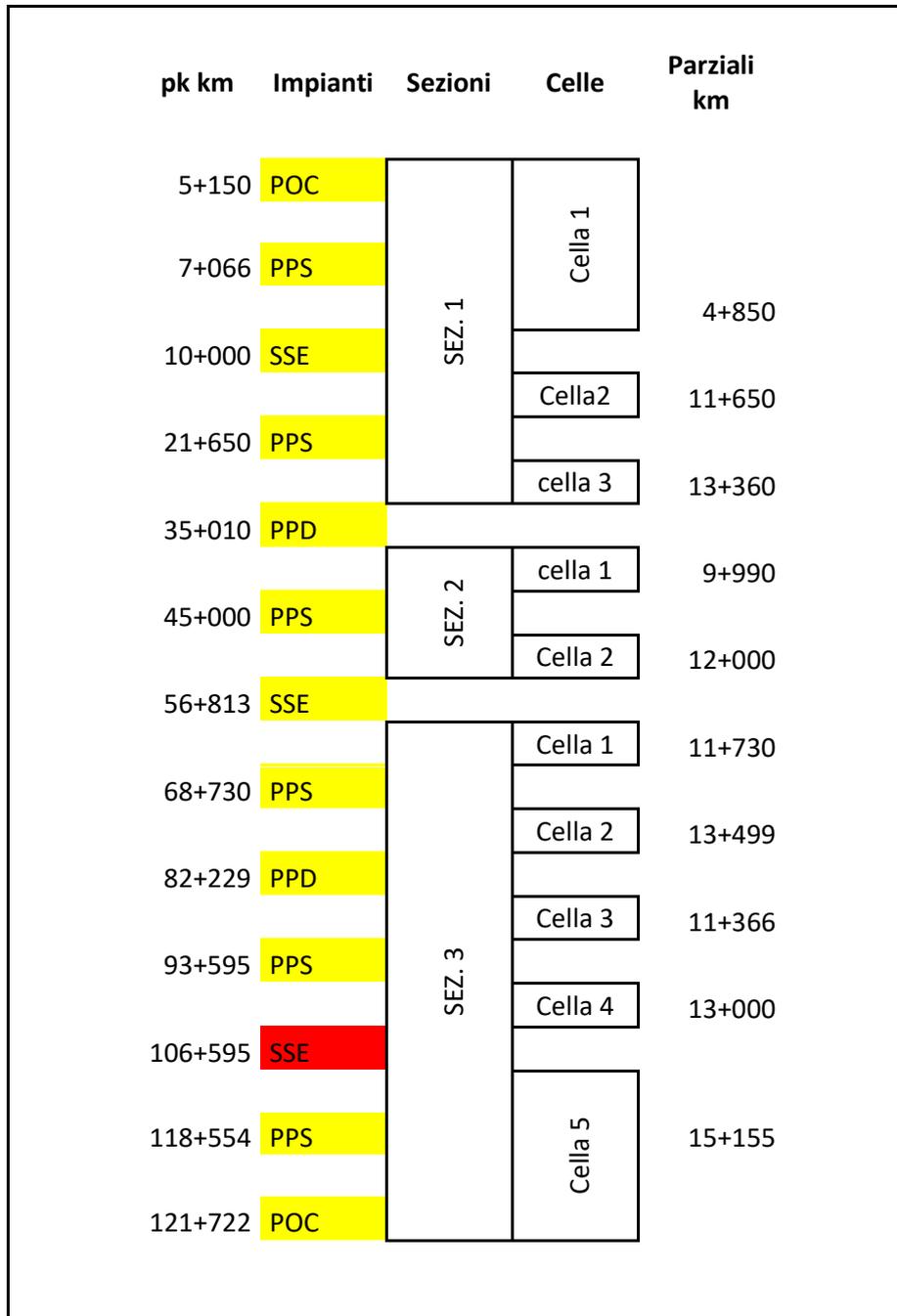


Figura 8 - Configurazione con FS SSE Lauria

In figura n. 7 la sezione 1 è alimentata dal trasformatore 1 (60 MVA) della SSE di Serre, la sezione 2 e la sezione 3 rispettivamente dal trasformatore 1 (60 MVA) e dal trasformatore 2 (60 MVA) della SSE di Athena Lucana.

	SSE in FS totale		
	Serre	Athena Lucana	Lauria
Potenza media aritmetica assorbita dal sistema [kVA]	114278	113490	116031
Potenza massima assorbita dal sistema [kVA]	183555	170350	178273
Potenza reale media aritmetica fornita da tutte le SSE [kW]	100559	100391	99991
Potenza specifica corrispondente [MW/ km linea]	0.862	0.86	0.857
Potenza reattiva media aritmetica fornita da tutte le SSE [kVAR]	43185	42274	46495
Fattore di potenza medio all'uscita delle SSE	0.918	0.921	0.906
Potenza reale media richiesta all'archetto [kW]	P 14382 D 13950	P 14382 D 13950	P 14382 D 13950
Potenza reale media fornita all'archetto [kW]	P 14364 D 13880	P 14379 D 13921	P 13725 D 13934
Corrente media fornita all'archetto [A]	P 614 D 601	P 607 D 600	P 643 D 591
Potenza reale massima richiesta all'archetto [kW]	P 23959 D 23755	P 23959 D 23755	P 23959 D 23755
Rendimento medio della linea di contatto [%]	96.08	96.43	94.59

Tabella 8 - Condizione di servizio con SSE in FS - Risultati generali

FS TOTALE SSE		Potenze assorbite [kVA]		
		Media quadrica	Media aritmetica	Massima
SERRE	Sezione 1	56567	53013	103160
	Sezione 2	21835	18626	59904
	Sezione 3	44880	42639	90177
ATHENA LUCANA	Sezione 1	7837	3223	30084
	Sezione 2	51920	48444	104205
	Sezione 3	47932	45592	91998
	Sezione 4	20515	16231	32487
LAURIA	Sezione 1	31900	28662	59121
	Sezione 2	24172	20215	40930
	Sezione 3	68200	67155	96905

Tabella 9 - Carico SSE

		SSE in FS totale				
		Serre	Athena Lucana	Lauria		
Tensione media [V]	Dispari	24905	25060	23961	Limiti Normativi	
	Pari	24953	25097	23813		
Tensione media utile [V]	Dispari	24301	24411	24799		-
	Pari	24614	24944	22476		
Tensione minima [V]	Dispari	18766	18759	18491		17500
	Pari	18911	18848	18182		

Tabella 10 - Condizione di servizio con SSE in FS- Valori caratteristici di tensione

Come risulta dai calcoli effettuati e i dati su esposti l'esercizio proposto viene garantito sia in condizioni di normale funzionamento che in caso di servizio degradato con il fuori servizio ciclico totale delle SSE.

In tale configurazione le tensioni minime al pantografo risultano essere maggiori di 17500V e pertanto rispettano i limiti tecnici/normativi.

6.2.3 SERVIZIO NORMALE – SIMULAZIONE 1B

Nel seguito sono riportati i risultati generali delle simulazioni di sistema e i valori caratteristici della tensione al pantografo. Questi ultimi sono inoltre confrontati con i valori limite prescritti dalle normative di riferimento **CEI EN 50163** e **CEI EN 50388**.

		Salerno - Reggio Calabria Battipaglia - Praia
		Normale servizio
Potenza media aritmetica assorbita dal sistema [kVA]		116663
Potenza massima assorbita dal sistema [kVA]		166210
Potenza reale media aritmetica fornita da tutte le SSE [kW]		104767
Potenza specifica corrispondente [MW/ km linea]		0.898
Potenza reattiva media aritmetica fornita da tutte le SSE [kVAR]		41860
Fattore di potenza medio all'uscita delle SSE		0.928
Potenza reale media richiesta all'archetto [kW]		P 6566 – D 6283
Potenza reale media fornita all'archetto [kW]		P 6564 – D 6280
Corrente media fornita all'archetto [A]		P 273 – D 262
Potenza reale massima richiesta all'archetto [kW]		P 14247 – D 14231
Rendimento medio della linea di contatto [%]		97.28

Tabella 11 - Condizione normale di servizio - Risultati generali – P (pari) e D (dispari)

SSE	Potenze assorbite [kVA]		
	Media quadratica	Media aritmetica	Massima
Sezione 1	32697	29932	67600
Sezione 2	43835	42751	75158
Sezione 3	44797	43980	79385

Tabella 12 - Carico SSE

La sezione 1 è alimentata dal trasformatore 1 (60 MVA) della SSE di Serre, la sezione 2 dal trasformatore 1 (60 MVA) della SSE di Athena Lucana e la sezione 3 dal trasformatore 1 (60 MVA) della SSE di Lauria.

		Valori di tensione [V]		Limiti Normativi
		Normale servizio		
Tensione media [V]	Dispari	25438		
	Pari	25478		
Tensione media utile [V]	Dispari	25243		22500 V
	Pari	25321		
Tensione minima [V]	Dispari	21271		17500 V
	Pari	21739		

Tabella 13 - Condizione normale di servizio - Valori caratteristici di tensione

Come risulta dalla Tabella 13, il valore di tensione minima per il verso dispari è di 21271 V mentre per il verso pari è di 21739 V. Tali valori risultano pertanto superiori ai limiti prescritti dalle normative citate.

Il valore di tensione media utile, indice di qualità di tensione al pantografo, per il verso dispari è di 25243 V mentre per il verso pari è di 25321 V (entrambi al disopra del limite di 22500 V prescritto dalla normativa).

6.2.4 SERVIZIO DEGRADATO – SIMULAZIONE 1B

Al fine di realizzare una verifica di sistema, nel seguito si analizza la configurazione elettrica che prevede la condizione di degrado ciclico totale di tutte le SSE alimentanti la tratta in esame. Facendo sempre riferimento alle considerazioni fatte nel paragrafo 6.2.2 e alle figure n. 5, n.6 e n.7, dove sono rappresentati gli schematici semplificati delle configurazioni elettriche rispettivamente con i fuori servizio della SSE di Serre, Athena Lucana e Lauria, si mettono in evidenza i risultati ottenuti considerando il modello di esercizio della simulazione 1B.

	SSE in FS totale		
	Serre	Athena Lucana	Lauria
Potenza media aritmetica assorbita dal sistema [kVA]	118924	117511	121532
Potenza massima assorbita dal sistema [kVA]	167005	166281	167337
Potenza reale media aritmetica fornita da tutte le SSE [kW]	105154	104995	105443
Potenza specifica corrispondente [MW/ km linea]	0.901	0.9	0.904
Potenza reattiva media aritmetica fornita da tutte le SSE [kVAR]	44010	42507	47545
Fattore di potenza medio all'uscita delle SSE	0.922	0.926	0.911
Potenza reale media richiesta all'archetto [kW]	P 6566 D 6283	P 6566 D 6283	P 6566 D 6283
Potenza reale media fornita all'archetto [kW]	P 6542 D 6247	P 6564 D 6279	P 6367 D 6276
Corrente media fornita all'archetto [A]	P 276 D 269	P 271 D 268	P 297 D 260
Potenza reale massima richiesta all'archetto [kW]	P 14247 D 14231	P 14247 D 14231	P 14247 D 14231
Rendimento medio della linea di contatto [%]	96.51	97.07	95.15

Tabella 14 - Condizione di servizio con SSE in FS - Risultati generali

FS TOTALE SSE		Potenze assorbite [kVA]		
		Media quadrica	Media aritmetica	Massima
SERRE	Sezione 1	59675	57167	107612
	Sezione 2	19497	17777	44760
	Sezione 3	44797	43980	79385
ATHENA LUCANA	Sezione 1	8332	4617	28451
	Sezione 2	52442	50661	96175
	Sezione 3	47327	46207	79477
	Sezione 4	17105	16023	34769
LAURIA	Sezione 1	32697	29932	67600
	Sezione 2	22935	22403	42266
	Sezione 3	70042	69197	93849

Tabella 15 - Carico SSE

		SSE in FS totale			Limiti Normativi
		Serre	Athena Lucana	Lauria	
Tensione media [V]	Dispari	25097	25209	24563	
	Pari	25182	25368	23967	
Tensione media utile [V]	Dispari	24442	24682	25383	
	Pari	24932	25510	22552	
Tensione minima [V]	Dispari	18617	20636	18538	
	Pari	18677	20746	18455	

Tabella 16 - Condizione di servizio con SSE in FS- Valori caratteristici di tensione

Come risulta dai calcoli effettuati e i dati su esposti l'esercizio proposto viene garantito sia in condizioni di normale funzionamento che in caso di servizio degradato con il fuori servizio ciclico totale delle SSE.

In tale configurazione le tensioni minime al pantografo risultano essere maggiori di 17500V e pertanto rispettano i limiti tecnici/normativi.

7. Conclusioni

La configurazione elettrica proposta in figura 2, richiamata nel Capitolo 4, risulta essere idonea per l'esercizio di progetto proposto, in condizioni sia di normale funzionamento che nel caso di anormale funzionamento con il fuori servizio ciclico totale delle SSE.

Entrambi gli scenari simulati (1A e 1B) tengono conto del modello di esercizio al 2030 dove i lotti 1a, 1b e 1c risultano attivi e la linea completamente elettrificata con il sistema 2 x 25 kV ca. I risultati ottenuti considerando un modello molto spinto hanno dato esito positivo sia in caso di normale funzionamento della rete che in caso di servizio anormale.