

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMA INVESTIMENTI DIRETTRICE
SUD

PROGETTAZIONE:



**CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO PER LA REALIZZAZIONE
DELLA DIRETTRICE FERROVIARIA NAPOLI-BARI- LECCE-TARANTO**

**DIREZIONE TECNICA
U.O. ENERGIA E IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA**

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO
SOTTOPROGETTO 2: ELETTRIFICAZIONE, RETTIFICHE DI TRACCIATO,
SOPPRESSIONE PL E CONSOLIDAMENTO SEDE.**

LOTTO 1: ELETTRIFICAZIONE

LINEA DI CONTATTO

RELAZIONE TECNICA DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA

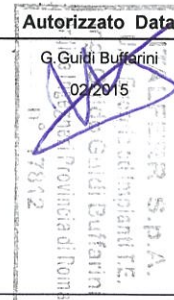
SCALA:

-

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

I A 0 X 0 1 D 1 8 R O L C 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	S. Acunzo <i>S. Acunzo</i>	02/2015	P. Ruggeri <i>P. Ruggeri</i>	02/2015	G. Lestingi <i>G. Lestingi</i>	2/2015	G. Guidi Buffarini <i>G. Guidi Buffarini</i> 02/2015



File: IA0X01D18ROLC0000002A.doc

n. Elab.:

L1.118

Indice

1. Generalità.....	2
2. Norme e documenti di riferimento	3
2.1 Riferimenti normativi	3
2.2 Riferimenti progettuali.....	4
3. Dati di base	5
3.1 Caratteristiche del tracciato	5
3.2 Ipotesi di traffico	5
3.3 Caratteristiche del materiale rotabile.....	9
4. Architettura del sistema elettrico.....	10
5. Risultati delle simulazioni di marcia.....	12
6. Verifica del sistema elettrico di alimentazione	16
6.1 Sistema di alimentazione a 3 kV cc	16
6.2 Risultati delle simulazioni di sistema.....	17
6.2.1 Scenario di traffico n.1 – Servizio Normale	17
6.2.2 Scenario di traffico n.1 – servizio con sse in fs.....	19
6.2.3 Scenario di traffico n.2 – Servizio Normale	21
6.2.4 Scenario di traffico n.2 – Servizio CON SSE IN FS TOTALE/PARZIALE	23
7. Conclusioni.....	25

1. Generalità

La presente relazione tecnica illustra i risultati dell'analisi di dimensionamento delle installazioni fisse di trazione elettrica destinate all'alimentazione della Linea ferroviaria Foggia – Potenza e della Tratta Rocchetta – S. Nicola di Melfi.

Ad oggi la Linea Foggia – Potenza è caratterizzata da una estensione di 118 km, a singolo binario (esclusa la tratta a doppio binario Foggia – Cervaro comune alla linea Foggia – Napoli) mentre la Tratta Rocchetta – S. Nicola di Melfi, anch'essa a singolo binario, è caratterizzata da una lunghezza complessiva di circa 12,2km. Entrambe le Linee sono esercite con locomotori a trazione diesel in quanto risulta essere assente la sovrastruttura di trazione elettrica.

Con Delibera 62/2010 del CIPE, è stato finanziato il progetto di ammodernamento che prevede l'elettrificazione della Linea Foggia – Potenza (oggetto del progetto il tratto PM Cervaro – Potenza) e della Tratta Rocchetta – S. Nicola di Melfi a seguito dell'incremento dei volumi di traffico previsti negli scenari futuri.

Sulla base del carico elettrico, costituito dal traffico ferroviario, è stata dimensionata/analizzata l'architettura del sistema di alimentazione finalizzata all'elettrificazione delle Linee. 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:

- EN 50119** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane
Impianti fissi
Linee aeree di contatto per trazione elettrica;
Edizione 2010;
- EN 50163** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane
Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione;
Edizione 2006;
- EN 50163/A1** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane
Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione;
Edizione 2008;
- 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;
Edizione 2012;
- 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;
Edizione 2003;

2.2 RIFERIMENTI PROGETTUALI

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

Profilo Storico	Profilo Storico Planimetria Profilo – Linea Cervaro - Candela;
Profilo Storico	Profilo Storico Planimetria Profilo – Linea Candela - Potenza;
Ferrovie dello Stato S.p.A.	RFI – Direzione Territoriale Produzione Bari Ammodernamento della linea ferroviaria Foggia – Potenza Elettificazione Piano di ubicazione delle SSE – Schema di alimentazione TE;
Fascicolo Linea n°134	Linee: FOGGIA – POTENZA CENTRALE FOGGIA – MANFREDONIA ROCCHETTA S.A.L. – S. NICOLA DI MELFI; Ed. Dicembre 2003

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.

il traffico previsto da considerare a seguito dell'ammodernamento della linea sarà:

- Per la tratta PM Cervaro – Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi:
 - N.4 coppie di Treni Merci al giorno con tonnellaggio pari a 1200t e modulo max 750m;
 - N.9 coppie di treni passeggeri del tipo Minuetto;
 - N.6 coppie di treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto.
- Per la tratta Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi:
 - N.4 coppie di Treni Merci al giorno con tonnellaggio pari a 1200t e modulo max 750m;
 - N.9 coppie di treni passeggeri del tipo Minuetto.
- Per la tratta Rocchetta S.A. – Melfi – Potenza:
 - Rocchetta S.A. – Melfi
 - N.6 coppie di treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto;
 - Melfi – Avigliano
 - N.6 coppie di treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto;
 - N.9 coppie di treni per passeggeri al giorno tra Melfi e Potenza del tipo Minuetto.
- Per la tratta Avigliano – Potenza Superiore:

- N.6 coppie di treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto
- N.9 coppie di treni per Passeggeri al giorno tra Melfi e Potenza del tipo Minuetto.
- N.16 coppie di treni FAL (ai fini della simulazione i treni FAL saranno considerati elettrici e del tipo Minuetto).
- Per la tratta Potenza Superiore – Potenza Centrale:
 - N.6 coppie di treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto
 - N.9 coppie di treni per Passeggeri al giorno tra Melfi e Potenza del tipo Minuetto.

Nell'ora di punta si possono verificare i seguenti carichi di traffico (condizione più sfavorevole) per senso di marcia:

- Per la tratta PM Cervaro – Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi:
 - N.1 Treni Merci al giorno con tonnellaggio pari a 1200t e modulo max 750m;
 - N.1 treni passeggeri del tipo Minuetto;
 - N.1 treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto
- Per la tratta Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi:
 - N.1 Treni Merci al giorno con tonnellaggio pari a 1200t e modulo max 750m;
 - N.1 treni passeggeri del tipo Minuetto.
- Per la tratta Rocchetta S.A. – Melfi – Potenza:
 - Rocchetta S.A. – Melfi
 - N.1 treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto
 - Melfi – Avigliano
 - N.1 treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto
 - N.1 treni per Passeggeri al giorno tra Melfi e Potenza del tipo Minuetto.
 - Per la tratta Avigliano – Potenza Superiore:
 - N.1 treni per passeggeri al giorno tra PM Cervaro e Potenza del tipo Minuetto
 - N.1 treni per Passeggeri al giorno tra Melfi e Potenza del tipo Minuetto.
 - N.2 treni FAL (ai fini della simulazione i treni FAL saranno considerati elettrici e del tipo Minuetto).
- Per la tratta Potenza Superiore – Potenza Centrale:

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 4 sono riportate le caratteristiche del materiale rotabile impiegato:

Caratteristiche del materiale rotabile impiegato		
Categoria treno	R	Merci
Tipo di treno	Minuetto	E656 + 1200t
Velocità d'impostazione	160 km/h	120 km/h
Tensione nominale linea	3000 V	3000 V
Potenza servizi Ausiliari	100 kW	75 kW
Massa Complessiva	100 t	1320 t
Rendimento Locomotiva	0,85	0,85
Coefficiente d'inerzia masse rotanti	1,05	1,05
Decelerazione costante in piano	0,8 m/s ²	0,3 m/s ²

Tabella 4 - Caratteristiche del materiale rotabile

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, condivisa in sede di riunione con RFI (vedi Rapporto di riunione: Progetto Preliminare Ammodernamento della linea Foggia – Potenza del 05/02/2013) dovrà prevedere la realizzazione dei seguenti impianti:

- SSE di Ascoli Satriano - N.2 Gr. 3,6MW;
- Cab. TE di Rocchetta S.A.;
- SSE di Rionero - N.2 Gr. 3,6MW;
- SSE di Pietragalla - N.2 Gr. 3,6MW;
- SSE di San Nicola di Melfi - N.2 Gr. 3,6MW;
- Cab. TE di Cervaro;
- Cab. TE di Potenza.

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

	Singolo Gruppo da 3,6 MW
Potenza nominale [kVA]	3880/2x1940
Potenza nominale [kW]	3600
Caratteristiche di sovraccarico "Potenza"	200% Pn per 2h 300% Pn per 5'
Tensione nominale [V]	3600
Corrente nominale [A]	1000
Corrente Ammissibile per 2h [A]	2000

Tabella 5 - Caratteristiche elettriche apparecchiature di SSE

La sezione prevista delle condutture di contatto sarà di 540 mm² nella tratta Bivio Cervaro – Rocchetta – S. Nicola di Melfi e di 440 mm² nella tratta Rocchetta – Potenza Centrale.

In Figura 3 è riportato lo schema di alimentazione semplificato implementato nel software di alimentazione.

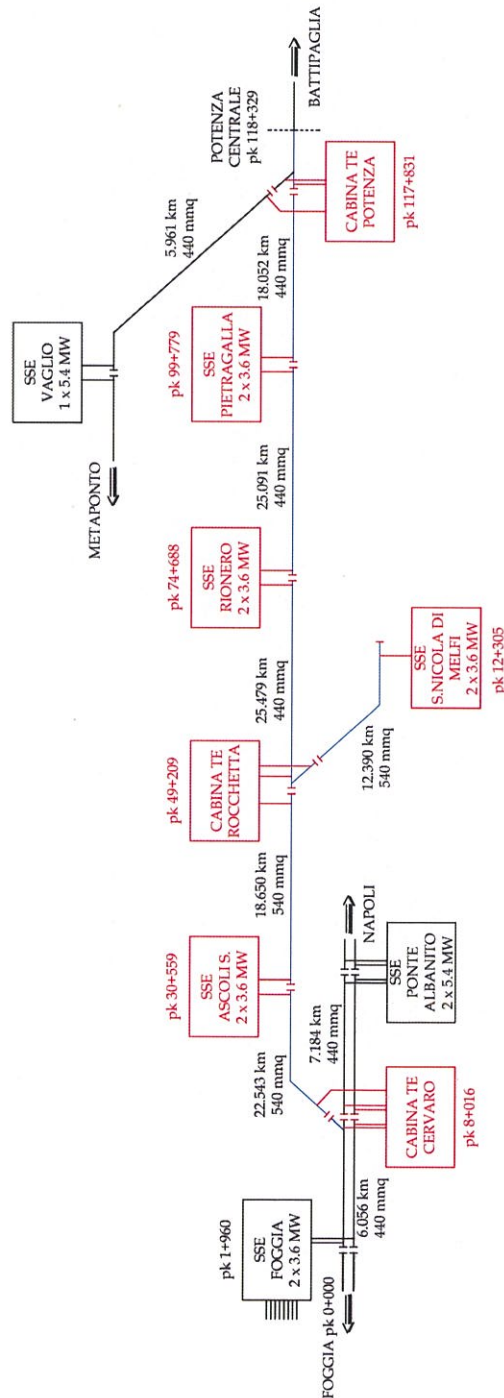


Figura 3 – Schema di alimentazione semplificato

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:

Scenario di traffico n°1: PM Cervaro – Melfi – Potenza:

	Minuetto	
	Senso di percorrenza	Senso di percorrenza
	Dispari	Pari
	PM Cervaro - Potenza	Potenza – PM Cervaro
Energia totale assorbita [kWh]	820.62	588.47
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	7.42	5.32
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/1000t.km]	74.26	53.25
Potenza media per treno [kW]	413.44	295.93
Velocità media [km/h]	56	56

Tabella 6 - Grandezze caratteristiche per senso di marcia Scenario di traffico n°1: PM Cervaro – Melfi – Potenza

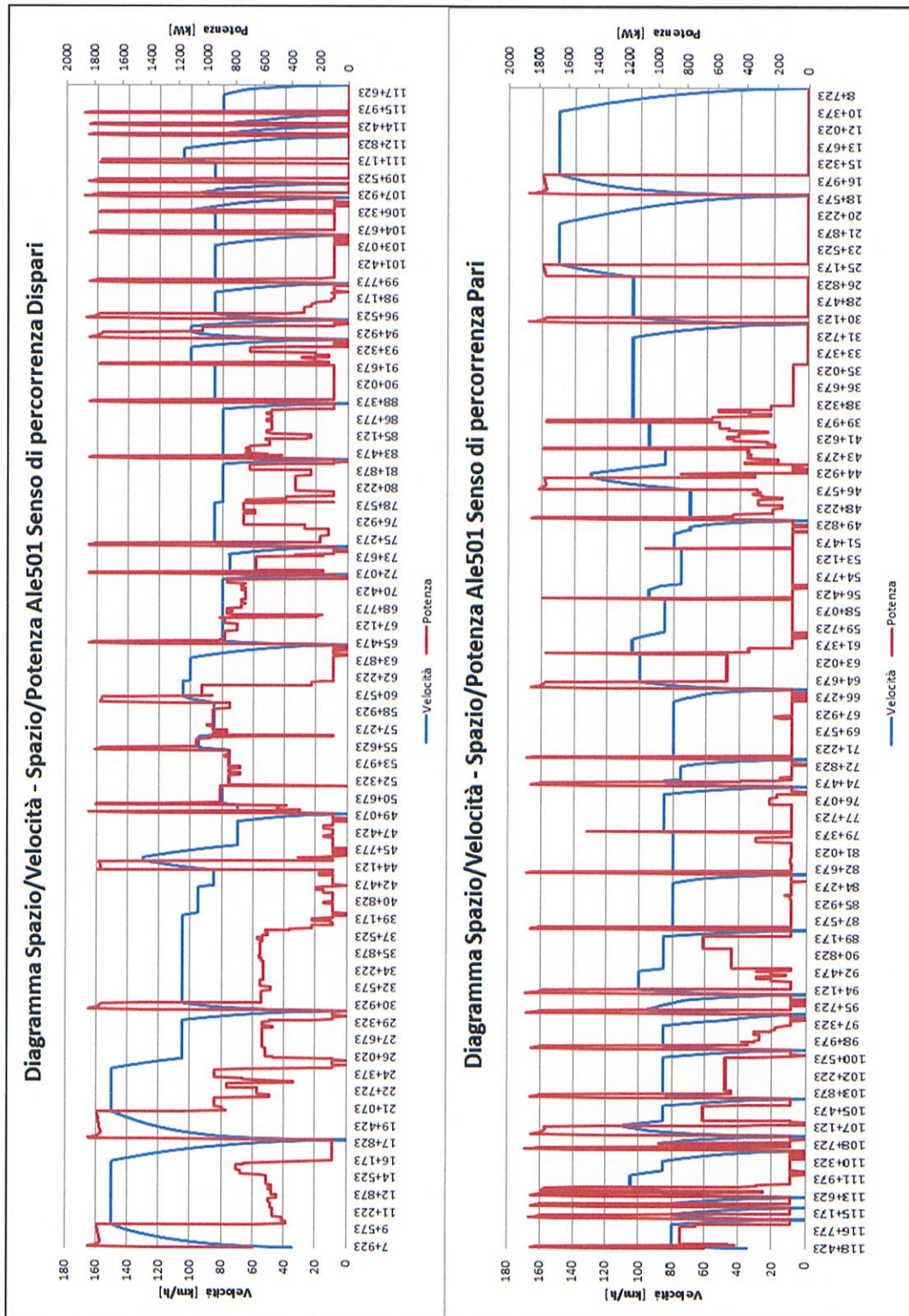


Figura 4 –Caratteristiche Spazio/Velocità - Spazio/Potenza “Minuetto” – Scenario n°1 PM Cervaro – Melfi – Potenza

Scenario di traffico n°2: PM cervaro – Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi:

	Minuetto		E656 (1200t)	
	Senso di percorrenza	Senso di percorrenza	Senso di percorrenza	Senso di percorrenza
	Dispari	Pari	Dispari	Pari
	PM Cervaro – S. N. Melfi	S. N. Melfi – PM Cervaro	PM Cervaro – S. N. Melfi	S. N. Melfi – PM Cervaro
Energia totale assorbita [kWh]	334.73	220.58	2420.80	1018.37
Energia specifica media assorbita per treno [kWh/tr.km]	6.24	4.11	45.16	18.99
Energia specifica media assorbita per kt [kWh/1000t.km]	62.44	41.15	34.21	14.39
Potenza media per treno [kW]	492.02	321.28	3746.53	1645.28
Velocità media [km/h]	79	78	83	87

Tabella 7 - Grandezze caratteristiche per senso di marcia Scenario di traffico n°2: PM Cervaro – Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi

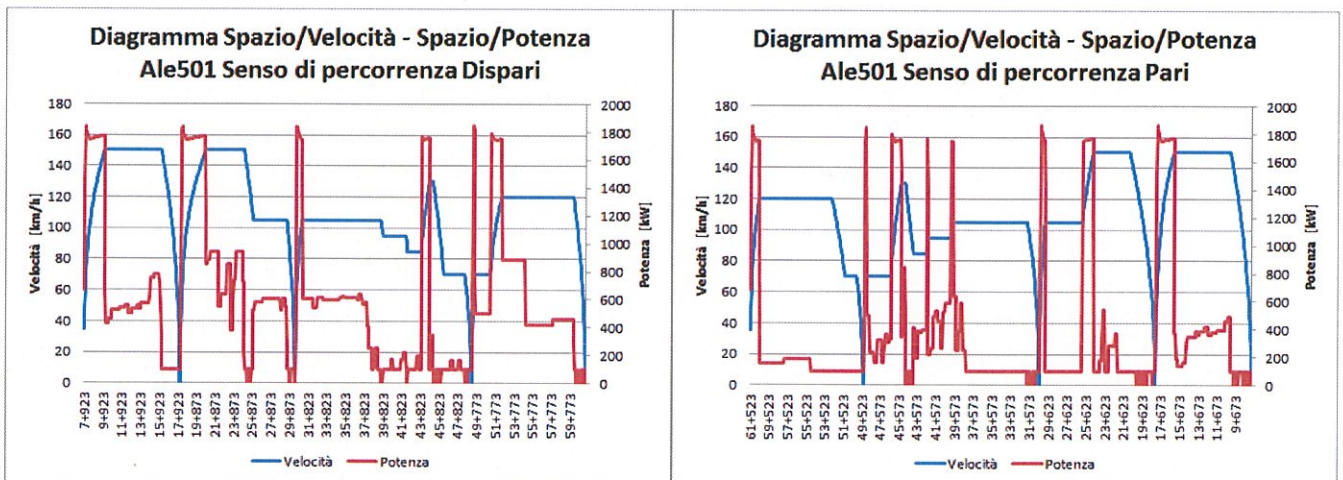


Figura 5a –Caratteristiche Spazio/Velocità - Spazio/Potenza “minuetto” – Scenario di traffico n°2 Foggia – Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi

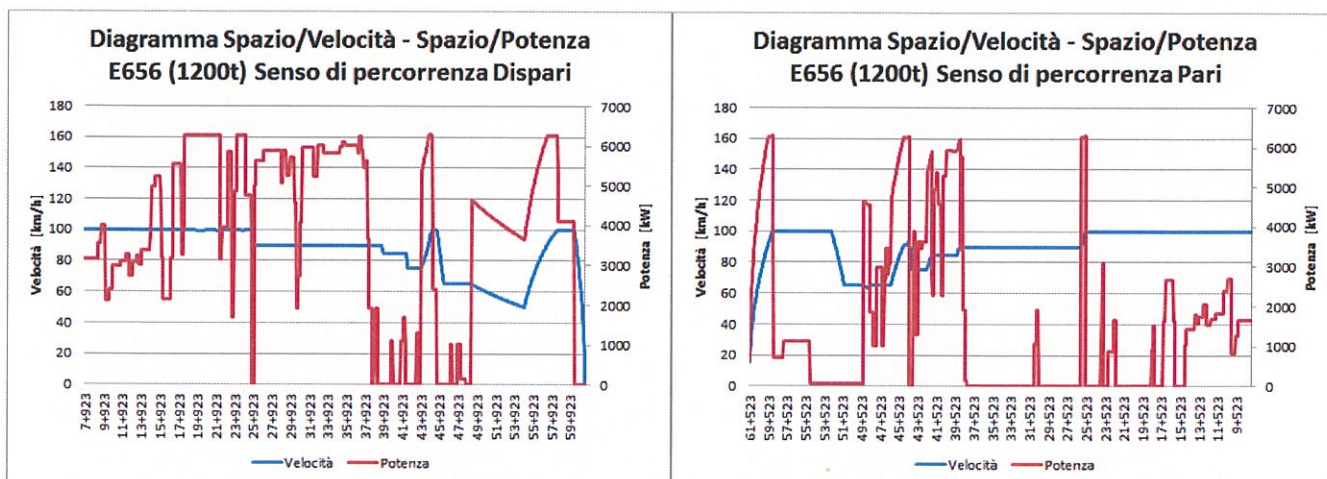


Figura 5b –Caratteristiche Spazio/Velocità - Spazio/Potenza “E656 (1200t)” – Scenario di traffico n°2 PM Cervaro – Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi

6. Verifica del sistema elettrico di alimentazione

6.1 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE A 3 KV CC

Al fine di realizzare la verifica del sistema elettrico di alimentazione della rete, è stata analizzata la rete a 3 kV rappresentata in Figura 4.

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:

- Condizione di funzionamento in “servizio normale”: si assume che tutte le Sottostazioni elettriche di conversione sono in servizio;
- Condizioni di funzionamento “con SSE in fuori servizio”: si assume il fuori servizio ciclico completo/parziale delle Sottostazioni elettriche di conversione adiacenti la tratta oggetto di certificazione;

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 SCENARIO DI TRAFFICO N.1 – SERVIZIO NORMALE

Nel seguito sono riportati i risultati generali delle simulazioni di sistema “Scenario di traffico n°1” 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**.

	Scenario n°1: PM Cervaro – Melfi – Potenza
	Normale servizio
Potenza media assorbita da tutte le SSE [kW]	1918
Potenza massima assorbita da tutte le SSE [kW]	7321
Potenza media fornita dalla linea di contatto [kW]	1871
Potenza massima fornita dalla linea di contatto [kW]	6963
Rendimento medio della linea di contatto [%]	97.55

Tabella 8 – Condizione normale di servizio - Scenario di traffico n°1 - Risultati generali

SSE	Correnti [A]		
	Media quadrica	Media aritmetica	Massima
SSE Ascoli Satriano	190	147	552
SSE Rionero	229	154	914
SSE Pietragalla	229	164	968

Tabella 9 – Scenario di traffico n°1 - Carico SSE

		Scenario n°1: PM Cervaro – Melfi – Potenza	Limiti Normativi
		Normale servizio	
Tensione media [V]	Dispari	3507	-
	Pari	3521	
Tensione media utile [V]	Dispari	3462	2700
	Pari	3466	
Tensione minima [V]	Dispari	3222	2000
	Pari	3164	

Tabella 10 - Condizione normale di servizio – Scenario di traffico n°1 - Valori caratteristici di tensione

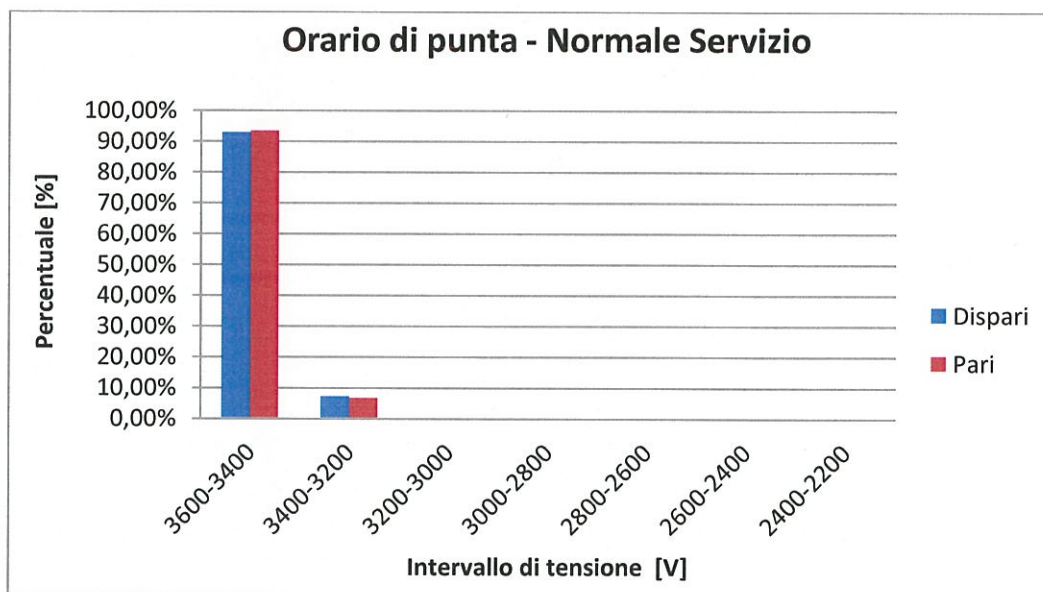


Figura 6 - Scenario di traffico n°1 - Distribuzione globale tensioni all'archetto "Orario di punta"

Come risulta dalla Tabella 10, il valore di tensione minima per il verso dispari è di 3222 V mentre per il verso pari è di 3164 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 3462 V mentre per il verso pari è di 3466 V (entrambi al disopra del limite di 2700 V prescritto dalla normativa). L'analisi della Figura 6, che riporta le distribuzioni percentuali delle tensioni, evidenzia come la tensione all'archetto risulti essere maggiormente compresa nella fascia tra 3600 V e 3400 V.

Il valore di **corrente media quadratica** maggiore è registrato nella sezione elettrica che

comprende la tratta tra la SSE di Rionero e la SSE di Pietragalla è pari a 157 A. Considerando la sezione equivalente di linea di contatto in tale tratta (540 mm²) ne risulta un valore di densità di corrente pari a 0,29 A/mm². Tale valore risulta compatibile con le sovratemperature massime previste dalla norma CEI EN 50119.

6.2.2 SCENARIO DI TRAFFICO N.1 – SERVIZIO CON SSE IN FS

Al fine di realizzare una verifica di sistema, nel seguito si analizza la configurazione elettrica che prevede la condizione di fuori servizio ciclico di tutte le SSE alimentanti la tratta in esame. Nel dettaglio si riportata il carico delle SSE, i valori di tensione relativi al pantografo per entrambi i sensi di marcia e i risultati generali della simulazione. Inoltre si confrontano i valori di tensione ricavati dalle simulazioni con i valori limite imposti dalle normative di riferimento CEI EN 50163 e CEI EN 50388.

	SSE Fuori Servizio		
	Ascoli Satriano	Rionero	Pietragalla
Potenza media assorbita da tutte le SSE [kW]	1931	1964	1952
Potenza massima assorbita da tutte le SSE [kW]	7394	7339	7704
Potenza media fornita dalla linea di contatto [kW]	1871	1871	1870
Potenza massima fornita dalla linea di contatto [kW]	6963	6963	6940
Rendimento medio della linea di contatto [%]	96.89	95.26	95.8

Tabella 11 – Condizione di servizio con SSE in FS totale - Scenario di traffico n°1 - Risultati generali

SSE	Valore di corrente media quadratica / massima [A]		
	SSE Fuori Servizio		
	Ascoli	Rionero	Pietragalla
SSE Ascoli		224/615	193/555
SSE Rionero	257/ 956		340/1111
SSE Pietragalla	231/970	339/1243	
Cab TE Rocchetta*	106/429	124/655	55/313

Tabella 12 – Condizione di servizio con SSE in FS totale - Scenario di traffico n°1 - Carico SSE

* Valore riferito al contributo della SSE di Melfi

		SSE Fuori Servizio			
		Ascoli	Rionero	Pietragalla	
Tensione media [V]	Dispari	3467	3418	3427	Limiti Normativi
	Pari	3488	3437	3436	
Tensione media utile [V]	Dispari	3405	3322	3375	2700
	Pari	3387	3346	3308	
Tensione minima [V]	Dispari	3070	2596	2441	2000
	Pari	3078	2516	2453	

Tabella 13 - Condizione di servizio con SSE in FS totale – Scenario di traffico n°1 - Valori caratteristici di tensione

Il valore di **corrente media quadratica** maggiore è registrato con il FS di Rionero nella sezione elettrica lato Potenza e risulta essere pari a 244 A. Considerando la sezione equivalente di linea di contatto in tale tratta (540 mm²) ne risulta un valore di densità di corrente pari a 0,45 A/mm². Tale valore risulta compatibile con le sovratemperature massime previste dalla norma CEI EN 50119

6.2.3 SCENARIO DI TRAFFICO N.2 – SERVIZIO NORMALE

Nel seguito sono riportati i risultati generali delle simulazioni “Scenario di traffico n°2” 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**.

	Scenario n°2: Foggia – Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi
	Normale servizio
Potenza media assorbita da tutte le SSE [kW]	2493
Potenza massima assorbita da tutte le SSE [kW]	9866
Potenza media fornita dalla linea di contatto [kW]	2260
Potenza massima fornita dalla linea di contatto [kW]	8639
Rendimento medio della linea di contatto [%]	90.95

Tabella 14 – Condizione normale di servizio - Scenario di traffico n°2 - Risultati generali

SSE	Correnti [A]		
	Media quadrica	Media aritmetica	Massima
SSE Ascoli Satriano	579	354	1773
SSE S. Nicola di Melfi	404	220	1669

Tabella 15 - Scenario di traffico n°2 - Carico SSE

		Scenario n°2: Foggia – Rocchetta S.A. – San Nicola di Melfi	Limiti Normativi
		Normale servizio	
Tensione media [V]	Dispari	3380	-
	Pari	3462	
Tensione media utile [V]	Dispari	3102	2700
	Pari	3155	
Tensione minima [V]	Dispari	2626	2000
	Pari	2588	

Tabella 16 - Condizione normale di servizio - Scenario di traffico n°2 - Valori caratteristici di tensione

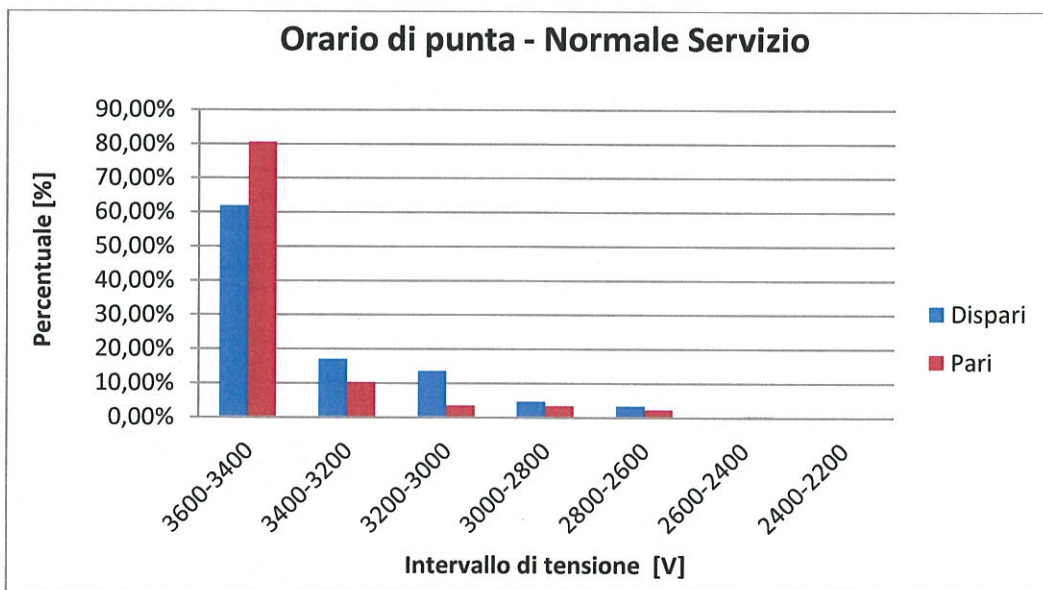


Figura 7 - Scenario di traffico n°2 - Distribuzione globale tensioni all'archetto "Orario di punta"

Come risulta dalla Tabella 16, il valore di tensione minima per il verso dispari è di 2626 V mentre per il verso pari è di 2588 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 3102 V mentre per il verso pari è di 3155 V (entrambi al disopra del limite di 2700 V prescritto dalla normativa). L'analisi della Figura 7, che riporta le distribuzioni percentuali delle tensioni, evidenzia come la tensione all'archetto risulti essere maggiormente compresa nella fascia tra 3600 V e 3400 V.

Il valore di **corrente media quadratica** maggiore è registrato nella sezione elettrica che comprende la tratta tra la SSE di Ascoli e la Cabina TE di Cervaro è pari a 433 A. Considerando la sezione equivalente di linea di contatto in tale tratta (540 mm²) ne risulta un valore di densità di corrente pari a 0,80 A/mm². Tale valore risulta compatibile con le sovratemperature massime previste dalla norma CEI EN 50119.

6.2.4 SCENARIO DI TRAFFICO N.2 – SERVIZIO CON SSE IN FS TOTALE/PARZIALE

Al fine di realizzare una verifica di sistema, nel seguito si analizza la configurazione elettrica che prevede la condizione di degrado ciclico totale/parziale di tutte le SSE alimentanti la tratta in esame.

Nel caso di fuori servizio totale della SSE di San Nicola di Melfi i valori di tensione minima (<1800 V) sono al di sotto dei limiti normativi 2000 V. Tale situazione è attribuibile alla particolare configurazione elettrica (in antenna di circa 12.2 km) della SSE di San Nicola di Melfi ed ai picchi dei merci che transitano su tale tratta. Si è proceduto alla simulazione considerando il fuori servizio totale / parziale (uno solo dei due gruppi disponibili) delle SSE di Ascoli Satriano e della SSE di San Nicola di Melfi. Nel dettaglio si riporta il carico delle SSE, i valori di tensione relativi al pantografo per entrambi i sensi di marcia e i risultati generali della simulazione. Inoltre si confrontano i valori di tensione ricavati dalle simulazioni con i valori limite imposti dalle normative di riferimento CEI EN 50163 e CEI EN 50388.

	SSE Fuori Servizio totale/parziale			
	Ascoli Satriano FS totale	S. Nicola di Melfi FS totale	S. Nicola di Melfi FS parziale	Ascoli Satriano FS parziale
Potenza media assorbita da tutte le SSE [kW]	2477	2426	2494	2497
Potenza massima assorbita da tutte le SSE [kW]	8997	9828	10047	10003
Potenza media fornita dalla linea di contatto [kW]	2024	2076	2257	2249
Potenza massima fornita dalla linea di contatto [kW]	8143	8476	8639	8493
Rendimento medio della linea di contatto [%]	81.71	85.57	90.5	90.07

Tabella 17 – Condizione di servizio con SSE in FS - Scenario di traffico n°2 - Risultati generali

SSE	Valore di corrente media quadratica / massima [A]			
	SSE Fuori Servizio totale/parziale			
	Ascoli Satriano FS totale	S. Nicola di Melfi FS totale	S. Nicola di Melfi FS parziale	Ascoli Satriano FS parziale
SSE Ascoli		744/2179	558/1886	504/1547
SSE S. Nicola di Melfi	584/1762		388/1630	435/1690
Cab TE Rocchetta*	157/520	237/715	106/442	99/424

Tabella 18 – Condizione di servizio con SSE in FS - Scenario di traffico n°2 - Carico SSE

* Valore riferito al contributo della SSE di Rionero

		SSE Fuori Servizio totale/parziale				Limiti Normativi
		Ascoli Satriano FS totale	S. Nicola di Melfi FS totale	S. Nicola di Melfi FS parziale	Ascoli Satriano FS parziale	
Tensione media [V]	Dispari	3149	3217	3358	3341	
	Pari	3290	3353	3443	3340	
Tensione media utile [V]	Dispari	2693	2835	3070	3029	2700
	Pari	2887	2819	3105	3108	
Tensione minima [V]	Dispari	1971	1783	2593	2571	2000
	Pari	2059	1785	2551	2529	

Tabella 19 - Condizione di servizio con SSE in FS- Scenario di traffico n°2 - Valori caratteristici di tensione

Come risulta dalla Tabella 19, in caso di fuori servizio totale della SSE di Ascoli Satriano, le tensioni sono di poco inferiori ai limiti prescritti dalla normativa. Tale risultato è attribuibile ai picchi di assorbimento dei treni merci.

Con il fuori servizio totale della SSE di San Nicola di Melfi le tensioni minime risultano essere al disotto dei limiti previsti dalla normativa.

Nel caso di fuori servizio ciclico parziale delle SSE di San Nicola di Melfi e di Ascoli Satriano l'esercizio è garantito al pari delle condizioni di servizio normale. In tale configurazione le tensioni minime al pantografo risultano essere maggiori di 2000V e la tensione media utile superiore ai 2700 V pertanto rispettano i limiti normativi.

7. Conclusioni

La configurazione elettrica proposta in figura 3 e richiamata nel Capitolo 4, risulta essere idonea per un traffico merci e per un traffico passeggeri in condizione di normale funzionamento di tutte le SSE nel rispetto delle norme CEI EN 50163 e CEI EN 50388.

Nello scenario di traffico n°1 il sistema risulta adeguato sia in condizioni normali che in condizioni anormali (con SSE in fuori servizio totale). I valori di tensione minima e di media utile sono tali da garantire in qualsiasi condizione il normale esercizio del traffico passeggeri (caratterizzato da treni del tipo “minuetto”).

Nello scenario di traffico n°2 il sistema in condizioni normali non presenta alcun problema come si riscontra dai valori di tensione minima e tensione media utile molto al di sopra dei valori limiti imposti dalla normativa di riferimento (vedi tabella n° 16).

In caso di fuori servizio ciclico parziale (uno solo dei due gruppi in fuori servizio) delle SSE di Ascoli Satriano e San Nicola di Melfi il sistema risulta essere ancora funzionante e permette il normale esercizio. I valori di tensione minima e media utile risultano essere superiori con ampio margine rispetto ai limiti previsti dalla normativa (vedi tabella n°19).

Sorge qualche criticità se si considerano i fuori servizio totali delle SSE di Ascoli Satriano e San Nicola di Melfi. Nel primo caso, con la SSE di Ascoli Satriano, in totale FS, si nota che la tensione minima e la tensione media utile risultano essere, anche se di poco inferiori a quelle limite, previste da normativa.

Nel secondo caso, con la SSE di S. Nicola di Melfi in totale fuori servizio le tensioni al pantografo assumono valori inferiori al limite prescritto dalla normativa.

Questo è dovuto alla particolare configurazione della linea che in assenza della SSE alimenta la tratta in antenna per circa 12.2 km.

In tale configurazione le simulazioni hanno mostrato che per assicurare tensioni al pantografo superiori ai limiti prescritti è necessario far transitare i treni merci con una limitazione di velocità non superiore a 50km/h.

E pertanto fondamentale fare richiesta di un sistema di alimentazione primaria affidabile all'ente erogatore di energia per evitare il fuori servizio totale delle SSE.