

**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI  
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**



**COMUNE DI TORINO**



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO  
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA  
Lotto Generale: Politecnico - Rebaudengo**

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		 <span style="float: right;">INFRATRASPORTI S.r.l.</span>												
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA													
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Azzarone Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12287J	<b>INTERFACCIA OPERE CIVILI-SISTEMA ALIMENTAZIONE ELETTRICA – SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA</b> <b>RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO</b>												
		ELABORATO						REV.		SCALA	DATA			
		Int.	Est.											
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A0	D	SIS	GEN	R	006	1	2	-	18/04/2023

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	PRIMA EMISSIONE	08/08/22	SINT Srl	F. Azzarone	F. Azzarone	R. Crova
1-0	AGGIORNAMENTO A SEGUITO COMMENTI – CASI EMERGENZA	07/12/22	SINT Srl	F. Azzarone	F. Azzarone	R. Crova
1-1	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	21/02/23	SINT Srl	F. Azzarone	F. Azzarone	R. Crova
1-2	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	18/04/23	SINT Srl	F. Azzarone	F. Azzarone	R. Crova
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 0</td> <td>CARTELLA</td> <td>13.5</td> <td>2</td> <td>MTL2T1A0D</td> <td>SISGNER006</td> </tr> </table>						LOTTO 0	CARTELLA	13.5	2	MTL2T1A0D	SISGNER006	<b>STAZIONE APPALTANTE</b>  DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio  RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro						
LOTTO 0	CARTELLA	13.5	2	MTL2T1A0D	SISGNER006													

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2



## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA</b>	<b>9</b>
<b>1.2</b>	<b>SCOPO DELLO STUDIO</b>	<b>10</b>
<b>1.3</b>	<b>IPOTESI ALLA BASE DELLO STUDIO</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>SIGLE ED ABBREVIAZIONI</b>	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA RETE</b>	<b>14</b>
<b>4.</b>	<b>DATI DELLA RETE</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>POZZI DI VENTILAZIONE</b>	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>STAZIONI PASSEGGERI</b>	<b>17</b>
<b>4.3</b>	<b>CARICO DI BASE</b>	<b>18</b>
<b>4.4</b>	<b>CARICHI DI TRAZIONE</b>	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>METODOLOGIA DI CALCOLO</b>	<b>24</b>
<b>5.1</b>	<b>STRUMENTI DI CALCOLO</b>	<b>24</b>
<b>5.2</b>	<b>PROCEDURA DI CALCOLO DEL LOAD FLOW</b>	<b>24</b>
<b>5.3</b>	<b>SCENARI DI STUDIO</b>	<b>25</b>
<b>5.4</b>	<b>VERIFICHE</b>	<b>26</b>
<b>5.5</b>	<b>IPOTESI INIZIALI</b>	<b>29</b>
<b>5.6</b>	<b>NOTE PER CONFRONTO CON PFTE</b>	<b>30</b>
<b>5.7</b>	<b>PRESENTAZIONE DEI RISULTATI</b>	<b>32</b>
<b>6.</b>	<b>SCENARIO A: CONFIGURAZIONE NORMALE</b>	<b>35</b>
<b>6.1</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO SCENARIO</b>	<b>35</b>
<b>6.2</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DEI CARICHI DI TRAZIONE NELLE DIVERSE SSE</b>	<b>37</b>
<b>6.3</b>	<b>RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW NEL TEMPO</b>	<b>38</b>
6.3.1	ESITO DELLE VERIFICHE	42
<b>7.</b>	<b>SCENARI B: PERDITA DI UNA SSE</b>	<b>43</b>
<b>7.1</b>	<b>SCENARIO B1: PERDITA DELLA SSE DI REBAUDENGO</b>	<b>44</b>
7.1.1	DESCRIZIONE DELLO SCENARIO	44

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
<b>SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO</b>	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

7.1.2	CARATTERIZZAZIONE DEI CARICHI DI TRAZIONE NELLE DIVERSE SSE	45
7.1.3	RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW NEL TEMPO	46
7.1.4	ESITO DELLE VERIFICHE	50
<b>7.2</b>	<b>SCENARIO B2: PERDITA DELLA SSE DI CORELLI</b>	<b>51</b>
7.2.1	DESCRIZIONE DELLO SCENARIO	51
7.2.2	CARATTERIZZAZIONE DEI CARICHI DI TRAZIONE NELLE DIVERSE SSE	52
7.2.3	RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW NEL TEMPO	53
7.2.4	ESITO DELLE VERIFICHE	57
<b>7.3</b>	<b>SCENARIO B3: PERDITA DELLA SSE DI VERONA</b>	<b>58</b>
7.3.1	DESCRIZIONE DELLO SCENARIO	58
7.3.2	CARATTERIZZAZIONE DEI CARICHI DI TRAZIONE NELLE DIVERSE SSE	59
7.3.3	RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW NEL TEMPO	60
7.3.4	ESITO DELLE VERIFICHE	64
<b>7.4</b>	<b>SCENARIO B4: PERDITA DELLA SSE DI PORTA NUOVA</b>	<b>65</b>
7.4.1	DESCRIZIONE DELLO SCENARIO	65
7.4.2	CARATTERIZZAZIONE DEI CARICHI DI TRAZIONE NELLE DIVERSE SSE	66
7.4.3	RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW NEL TEMPO	67
7.4.4	ESITO DELLE VERIFICHE	71
<b>7.5</b>	<b>SCENARIO B5: PERDITA DELLA SSE DI POLITECNICO</b>	<b>72</b>
7.5.1	DESCRIZIONE DELLO SCENARIO	72
7.5.2	CARATTERIZZAZIONE DEI CARICHI DI TRAZIONE NELLE DIVERSE SSE	73
7.5.3	RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW NEL TEMPO	74
7.5.4	ESITO DELLE VERIFICHE	78
<b>8.</b>	<b>SCENARI C: PERDITA DI UNA CONNESSIONE MT</b>	<b>79</b>
<b>8.1</b>	<b>SCENARIO C1: PERDITA DELLA CONNESSIONE DI PORTA NUOVA</b>	<b>79</b>
8.1.1	DESCRIZIONE DELLO SCENARIO	79
8.1.2	CARATTERIZZAZIONE DEI CARICHI DI TRAZIONE NELLE DIVERSE SSE	81
8.1.3	RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW NEL TEMPO	82
8.1.4	ESITO DELLE VERIFICHE	87
<b>8.2</b>	<b>SCENARIO C2: PERDITA DELLA CONNESSIONE DI CORELLI</b>	<b>88</b>
8.2.1	DESCRIZIONE DELLO SCENARIO	88
8.2.2	CARATTERIZZAZIONE DEI CARICHI DI TRAZIONE NELLE DIVERSE SSE	90
8.2.3	RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW NEL TEMPO	91
8.2.4	ESITO DELLE VERIFICHE	95
<b>8.3</b>	<b>SCENARI C1 E C2: COMMENTI AI RISULTATI</b>	<b>96</b>
<b>9.</b>	<b>SCENARI DI EMERGENZA</b>	<b>97</b>
<b>9.1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>97</b>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

<b>9.2</b>	<b>SCENARIO D: INCENDIO A BORDO DI UN TRENO FERMO IN STAZIONE</b>	<b>98</b>
9.2.1	DESCRIZIONE DELLO SCENARIO	98
9.2.2	DEFINIZIONE DEL CARICO	100
9.2.3	RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW	101
9.2.4	COMMENTI AI RISULTATI DEL CALCOLO DI LOAD FLOW	108
<b>10.</b>	<b>VERIFICA DELLA PORTATA DELLE LINEE IN CAVO MT</b>	<b>109</b>
<b>10.1</b>	<b>LINEE DI DORSALE</b>	<b>109</b>
<b>10.1</b>	<b>LINEE DI ALIMENTAZIONE TRASFORMATORI</b>	<b>117</b>
<b>11.</b>	<b>CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E VERIFICA DELLA TENUTA DELLE LINEE IN CAVO</b>	<b>119</b>
<b>11.1</b>	<b>DATI DI INGRESSO DELLA RETE IRETI</b>	<b>119</b>
<b>11.2</b>	<b>PROCEDURA DI CALCOLO</b>	<b>120</b>
<b>11.3</b>	<b>ASSETTO DELLA RETE</b>	<b>120</b>
<b>11.4</b>	<b>RISULTATI DI CALCOLO</b>	<b>120</b>
11.4.1	CORRENTI DI CORTO CIRCUITO IN CONDIZIONI NORMALI	121
11.4.2	CORRENTI DI CORTO CIRCUITO CON FORNITURA PORTA NUOVA INDISPONIBILE	129
11.4.3	CORRENTI DI CORTO CIRCUITO CON FORNITURA CORELLI INDISPONIBILE	138
<b>11.5</b>	<b>VERIFICA DELLA TENUTA DELLE LINEE IN CAVO</b>	<b>148</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>150</b>
<b>APPENDICE 1: DATI DEI COMPONENTI</b>		<b>152</b>
<b>TRASFORMATORI A DUE AVVOLGIMENTI:</b>		<b>152</b>
<b>TRASFORMATORI A TRE AVVOLGIMENTI</b>		<b>155</b>
<b>LINEE IN CAVO</b>		<b>155</b>
<b>APPENDICE 2: CARICHI NELLA GESTIONE DEGLI SCENARI DI EMERGENZA</b>		<b>161</b>
<b>APPENDICE 3: NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>		<b>190</b>
<b>LEGGI GENERALI PREVENZIONE INCENDI</b>		<b>190</b>
<b>NORME IMPIANTI ELETTRICI</b>		<b>190</b>
<b>VARIE</b>	<b>191</b>	

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
<b>SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO</b>	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo	10
Figura 2 - Schema a blocchi della rete	14
Figura 3 - Rappresentazione del modello della rete con software NEPLAN®	16
Figura 4 - Andamento temporale della potenza assorbita da un treno.	21
Figura 5 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE in condizioni di funzionamento normale.	22
Figura 6 - Modellizzazione nel software di calcolo dei carichi di una SSE.	25
Figura 7 - Modifica della zona di competenza del punto di fornitura di Porta Nuova tra ipotesi PFTE ed esigenze di messa in esercizio della 1a tratta funzionale – Condizione Normale.	31
Figura 8 - Modifica della zona di competenza del punto di fornitura di Corelli tra ipotesi PFTE ed esigenze di messa in esercizio della 1a tratta funzionale – Indisponibilità della fornitura a Porta Nuova.	32
Figura 9 - Convenzione dei segni delle potenze P, Q nei risultati.	34
Figura 10 - Assetto della rete MT con zone di alimentazione dai due punti di fornitura.	35
Figura 11 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario A.	37
Figura 12 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario A.	38
Figura 13 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario A.	38
Figura 14 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario A.	39
Figura 15 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario A.	39
Figura 16 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario A.	40
Figura 17 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV_PCI/QMT-1 nello scenario A.	40
Figura 18 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario A.	41
Figura 19 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE_REB/QMT-1 nello scenario A.	41
Figura 20 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario A.	42
Figura 21 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B1.	45
Figura 22 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B1.	46
Figura 23 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B1.	46
Figura 24 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B1.	47
Figura 25 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B1.	47
Figura 26 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B1.	48
Figura 27 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV_PCI/QMT-1 nello scenario B1.	48
Figura 28 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B1.	49
Figura 29 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE_REB/QMT-1 nello scenario B1.	49
Figura 30 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B1.	50
Figura 31 - Potenza assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B2.	52
Figura 32 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B2.	53
Figura 33 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B2.	53
Figura 34 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B2.	54
Figura 35 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B2.	54
Figura 36 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B2.	55
Figura 37 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV_PCI/QMT-1 nello scenario B2.	55
Figura 38 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B2.	56
Figura 39 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE_REB/QMT-1 nello scenario B2.	56
Figura 40 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B2.	57
Figura 41 - Potenza assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B3.	59
Figura 42 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B3.	60
Figura 43 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B3.	60
Figura 44 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B3.	61
Figura 45 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B3.	61
Figura 46 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B3.	62
Figura 47 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV_PCI/QMT-1 nello scenario B3.	62
Figura 48 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B3.	63
Figura 49 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE_REB/QMT-1 nello scenario B3.	63

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
<b>SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO</b>	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Figura 50 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B3.	64
Figura 51 - Potenza assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B4.	66
Figura 52 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B4.	67
Figura 53 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B4.	67
Figura 54 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B4.	68
Figura 55 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B4.	68
Figura 56 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B4.	69
Figura 57 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV_PCI/QMT-1 nello scenario B4.	69
Figura 58 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B4.	70
Figura 59 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE_REB/QMT-1 nello scenario B4.	70
Figura 60 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B4.	71
Figura 61 - Potenza assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B5.	73
Figura 62 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B5.	74
Figura 63 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B5.	74
Figura 64 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B5.	75
Figura 65 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B5.	75
Figura 66 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B5.	76
Figura 67 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV_PCI/QMT-1 nello scenario B5.	76
Figura 68 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B5.	77
Figura 69 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE_REB/QMT-1 nello scenario B5.	77
Figura 70 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B5.	78
Figura 71 - Assetto della rete MT con zone di alimentazione dal punto di fornitura disponibile.	79
Figura 72 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario C1.	81
Figura 73 - Potenza apparente assorbita al PdC Corelli dalla rete pubblica nello scenario C1.	82
Figura 74 - Potenza attiva assorbita al PdC Corelli dalla rete pubblica nello scenario C1.	82
Figura 75 - Potenza reattiva assorbita al PdC Corelli dalla rete pubblica nello scenario C1.	83
Figura 76 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario C1.	83
Figura 77 - Correnti nelle linee più caricate nello scenario C1.	84
Figura 78 - Tensione al nodo COR/QMT-C nello scenario C1.	84
Figura 79 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV_PCI/QMT-1 nello scenario C1.	85
Figura 80 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario C1.	85
Figura 81 - Tensione al nodo SSE_REB/QMT-1 nello scenario C1.	86
Figura 82 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario C1.	86
Figura 83 - Assetto della rete MT con zone di alimentazione dal punto di fornitura disponibile.	88
Figura 84 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario C2.	90
Figura 85 - Potenza apparente assorbita al PdC Porta Nuova dalla rete pubblica nello scenario C2.	91
Figura 86 - Potenza attiva assorbita al PdC Porta Nuova dalla rete pubblica nello scenario C2.	91
Figura 87 - Potenza reattiva assorbita al PdC Porta Nuova dalla rete pubblica nello scenario C2.	92
Figura 88 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario C2.	92
Figura 89 - Correnti nelle linee più caricate nello scenario C2.	93
Figura 90 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario C2.	93
Figura 91 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV_PCI/QMT-1 nello scenario C2.	94
Figura 92 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario C2.	94
Figura 93 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario C2.	95
Figura 94 – Gestione emergenza incendio in treno in Stazione Cimarosa Tabacchi	103
Figura 95 – Gestione emergenza incendio in treno in Stazione Verona	105
Figura 96 – Gestione emergenza incendio in treno in Stazione Carlo Alberto	107
Figura 97 – Corrente nella linea più caricata nello scenario C1.	109

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
<b>SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO</b>	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Carichi Pozzi di Ventilazione negli scenari A, B, C	17
Tabella 2 - Carichi Stazioni Passeggeri negli scenari A, B, C	17
Tabella 3 - Carico di base	18
Tabella 4 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario A	36
Tabella 5 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario A	42
Tabella 6 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B1	44
Tabella 7 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B1	50
Tabella 8 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B2	51
Tabella 9 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B2	57
Tabella 10 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B3	58
Tabella 11 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B3	64
Tabella 12 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B4	65
Tabella 13 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B4	71
Tabella 14 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B5	72
Tabella 15 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B5	78
Tabella 16 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario C1	80
Tabella 17 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario C1	87
Tabella 18 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario C2	89
Tabella 19 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario C2	95
Tabella 20 - Caratteristiche tecniche dei Gruppi Elettrogeni	98
Tabella 21 – Pozzi attivi in caso di incendio di treno in stazione	99
Tabella 22 - Alimentazione da GE in caso di Emergenza - Condizione di carico	101
Tabella 23 – Caso D1 – Condizione di carico	102
Tabella 24 – Caso D1 Potenze fornite dai GE	102
Tabella 25 – Caso D2 – Condizione di carico	104
Tabella 26 – Caso D2 Potenze fornite dai GE	104
Tabella 27 – Caso D3 – Condizione di carico	106
Tabella 28 – Caso D3 Potenze fornite dai GE	106
Tabella 29 – Condizioni ai nodi di fornitura IRETI	119
Tabella 30 – Simboli utilizzati nelle tabelle risultati delle correnti di corto circuito	120
Tabella 31 – Correnti di corto circuito. Condizioni Normali. Nodi alimentati da Porta Nuova	121
Tabella 32 – Correnti di corto circuito. Condizioni Normali. Nodi alimentati da Corelli	126
Tabella 33 – Correnti di corto circuito. Porta Nuova indisponibile	129
Tabella 34 – Correnti di corto circuito. Corelli indisponibile	138
Tabella 35 – Verifiche tenuta al corto circuito dei cavi	149

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 1. PREMESSA

### 1.1 Descrizione del Sistema

La presente relazione si inserisce nell'ambito dell'affidamento dei servizi di ingegneria relativi alla Progettazione Definitiva della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana, disciplinato dal Contratto tra la Città di Torino e la società Infratrasporti.TO s.r.l., ed ha per oggetto il sistema di alimentazione elettrica in media tensione a 22kV, asservito alle cabine delle stazioni passeggeri e alle sottostazioni del sistema di trazione elettrica.

Il 1° lotto funzionale della Linea 2 della Metropolitana di Torino, incluso tra le stazioni Rebaudengo e Politecnico, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino, presenta una lunghezza di circa 9,7 km, e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, proseguendo poi lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione.

A monte della stazione Rebaudengo è prevista la realizzazione del Deposito Rebaudengo per la manovra ed il rimessaggio dei treni.

Il tracciato, a partire dalla fermata Corelli, passa lungo via Bologna, al fine di servire meglio gli insediamenti dell'area interessata esistenti e futuri con le fermate intermedie Cimarosa-Tabacchi, Bologna e Novara. Dopo la fermata Novara, il tracciato si allontana dall'asse di Via Bologna mediante una curva in direzione sud-est e si immette sotto l'asse di Corso Verona fino alla Stazione Verona ubicata in Largo Verona. Dopo la fermata Verona, sotto attraversato il fiume Dora e Corso Regina Margherita, la linea entra nel centro storico della città con le fermate Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto, portandosi poi in corrispondenza di via Lagrange, sino ad arrivare alla stazione Porta Nuova, posta lungo via Nizza, che sarà di corrispondenza sia con la linea F.S. che con la Linea 1 della metropolitana di Torino.

Dalla fermata Porta Nuova, il tracciato prosegue lungo l'allineamento di via Pastrengo, per poi portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

Il 1° lotto funzionale è costituito dalle seguenti opere:

- 13 stazioni sotterranee
- 12 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione, uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi

Per l'alimentazione del sistema elettrico sono previsti due nuovi punti di fornitura da rete di distribuzione pubblica in MT, in corrispondenza alle stazioni di Corelli e di Porta Nuova, già definiti con l'ente gestore della rete cittadina IRETI SpA.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Inoltre, nel Deposito Rebaudengo è prevista l'installazione di una centrale di produzione a gruppi elettrogeni a gasolio, per una potenza totale installata in prima ipotesi di 5 MVA, da utilizzarsi in caso di emergenza.

La tratta descritta e rappresentata in Figura 1 rappresenta il primo stralcio di un sistema più completo, che proseguirà verso sud-ovest dalla stazione Politecnico fino alla stazione di Orbassano e verso nord-est dalla stazione di Cimarsola fino alla stazione di S. Mauro Pescarito.



**Figura 1 - Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo**

## 1.2 Scopo dello Studio

Lo scopo del presente studio è quello di aggiornare ed affinare l'analisi contenuta nella relazione di calcolo del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE): "MTO2PFLGSISCOMR004-00 rev. B - Alimentazione Elettrica Relazione Tecnica Preliminare sul Sistema di Alimentazione Elettrica", (nel seguito, per brevità, *Relazione del PFTE sul Sistema di Alimentazione*), per le seguenti ragioni:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

- definizione di un primo tratto funzionale tra Deposito Rebaudengo e Politecnico, con modifica dell’assetto di rete necessario per il servizio del tratto stesso;
- revisione dei valori di potenza dinamica associata ai treni previsti;
- aggiunta del Deposito Rebaudengo, non incluso nel PFTE.

L’analisi si prefigge i seguenti scopi:

- la verifica della portata delle linee in cavo nelle condizioni di massimo carico, con dimensionamento del sistema di Media Tensione;
- la verifica dei profili di tensione lungo le tratte, in condizioni normali ed in condizioni degradate;
- la validazione e la verifica del posizionamento delle SSE di stazione in relazione alla nuova tratta funzionale o l’individuazione della necessità di ulteriori SSE;
- la determinazione della necessità di punti aggiuntivi di alimentazione da rete pubblica e la potenza richiesta negli stessi, in modo da discuterne con gli enti distributori;
- la determinazione dei flussi di potenza reattiva ed in particolare degli scambi con la rete di distribuzione al fine di valutare eventuali eccessi di potenza reattiva dovuti alle capacità delle linee in cavo e sistemi di compensazione;
- verifica delle possibili ipotesi di alimentazione delle sub-tratte successive nel caso di mancata disponibilità di alimentazione da Porta Nuova ed in caso di mancanza totale con attivazione dei gruppi elettrogeni, in particolare nella gestione di una concomitante condizione di emergenza.

### 1.3 Ipotesi alla base dello Studio

Il corrente studio è stato svolto sulla base delle assunzioni, ipotesi e dati di fatto di seguito elencati:

- il sistema coinvolto nella prima tratta funzionale tra Deposito Rebaudengo e Politecnico e, di conseguenza, la rete di alimentazione rappresentano una porzione del sistema globale ad opera completata. Tuttavia, in termini di alimentazione elettrica dalla rete di distribuzione pubblica, è una porzione che comprende una parte maggiore di quella prevista nella configurazione finale. I punti di alimentazione sono due, a Porta Nuova e Corelli, e non è possibile includerne altri di quelli già individuati nel PFTE (saranno cinque in totale), in quanto non raggiunti in questa prima fase dalla rete. Inoltre, prevedere punti aggiuntivi quando il PFTE dimostra che non saranno necessari, si ritiene non ottimale e, sotto determinate ipotesi, non necessario come lo studio stesso dimostrerà;
- il PFTE non ha esplicitato un modello di treno che consentisse di determinare l’assorbimento di potenza in funzione della posizione e del cadenzamento, per cui per la presente analisi è stato necessario ricrearne uno, con le seguenti assunzioni:
  - o che potesse essere sufficientemente rappresentativo di modelli su ruota o su rotaia, lasciando aperte entrambe le possibilità di implementazione;
  - o che tenesse conto di un numero di passeggeri congruo con la lunghezza della tratta;
  - o i cui assorbimenti potessero essere ricalcolati in funzione del cadenzamento;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

○ che potesse portare a valori di potenza assorbita sufficientemente conservativi. I dati caratteristici del treno assunto a riferimento per il modello sono esplicitati in 4.4, mentre si anticipa qui che il cadenzamento è stato ragionevolmente alzato a 180s, per i seguenti motivi: sulla base della Relazione Generale di studio dell'esercizio (ref. Doc. 02\_MTL2T1A0DESEGENR001) e successive revisioni sono state specificate le caratteristiche relative all'esercizio richiesto per la tratta Rebaudengo-Politecnico. Il numero dei passeggeri stimato nella Relazione Tecnica Trasportistica (ref. Doc. 01\_MTL2T1A0DTRAGENR001-0-0) pari a 3850 PPHPD viene gestito attraverso un cadenzamento massimo a 180s all'ora di punta con 12 treni in grado di trasportare in AW2 un numero di passeggeri circa tre volte superiore alla domanda; quindi, tale assunzione non è di fatto dimensionante per il sistema che genera di per sé una capacità nettamente superiore alla domanda di trasporto. In esercizio ordinario di morbida il cadenzamento sarà superiore ai 180s, così come il tempo di giro correlato ed entrambi i parametri di esercizio saranno ottimizzati al contesto richiesto dall'utenza. Ne deriva che il calcolo effettuato nella modellazione rappresenta un limite superiore assoluto per l'esercizio della intertratta in progetto.

Tuttavia, i proponenti dovranno tenere in debito conto che il sistema dovrà funzionare nella configurazione finale con cadenzamento di 90s laddove previsto, come già dimostrato dalla *Relazione del PFTE sul Sistema di Alimentazione*.

## 2. SIGLE ED ABBREVIAZIONI

Le sigle ed abbreviazioni utilizzate nella presente relazione sono di seguito elencate (in ordine alfabetico):

- ac / AC: Corrente alternata
- ARERA: Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente
- bt: Bassa Tensione (230/400 Vac)
- dc / DC: Corrente continua
- kc: coefficiente di contemporaneità
- ku: coefficiente di utilizzazione
- IRETI: ente di distribuzione pubblica per l'area di Torino
- LTP: Limited Time running Power. Potenza ottenibile da un gruppo elettrogeno per un tempo limitato (500h/anno) e senza possibilità di sovraccarico
- MT: Media Tensione (nel caso di specie 22 kV)
- PdC: Punto di Connessione
- PdV: Pozzo di Ventilazione
- PFTE: Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica
- PRP: Prime (Running) Power. Potenza ottenibile da un gruppo elettrogeno per un tempo illimitato (carico variabile con fattore di carico non superiore a 70 %) e con possibilità di sovraccarico per 1h ogni 12

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

- P: Potenza Attiva (kW)
- Q: Potenza Reattiva (kvar)
- S: Potenza apparente (kVA)

Per indicare pozzi di ventilazione e stazioni, si farà riferimento alle seguenti abbreviazioni:

- SRB Stazione Rebaudengo
- SGC Stazione Giulio Cesare
- SSG Stazione San Giovanni Bosco
- SCO Stazione Corelli
- SCI Stazione Cimarosa/Tabacchi
- SBO Stazione Bologna
- SNO Stazione Novara
- SVR Stazione Verona
- SMO Stazione Mole/Giardini Reali
- SCA Stazione Carlo Alberto
- SPN Stazione Porta Nuova
- SPA Stazione Pastrengo
- SPO Stazione Politecnico
- PRB Pozzo Rebaudengo
- PGC Pozzo di intertratta Giulio Cesare
- PSG Pozzo di intertratta San Giovanni Bosco
- PCO Pozzo di intertratta Corelli
- PCI Pozzo di intertratta Cimarosa/Tabacchi
- PBO Pozzo di intertratta Bologna
- PNO Pozzo di intertratta Novara
- PVR Pozzo di intertratta Verona
- PMO Pozzo di intertratta Mole/Giardini Reali
- PCA Pozzo di intertratta Carlo Alberto
- PPN Pozzo di intertratta Porta Nuova
- PPA Pozzo di intertratta Pastrengo
- PPO Pozzo di intertratta Politecnico
- PCB Pozzo di intertratta Caboto
- DRB Deposito Rebaudengo

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.



### 3. DESCRIZIONE DELLA RETE

La rete oggetto di analisi è rappresentata con lo schema a blocchi di Figura 2.

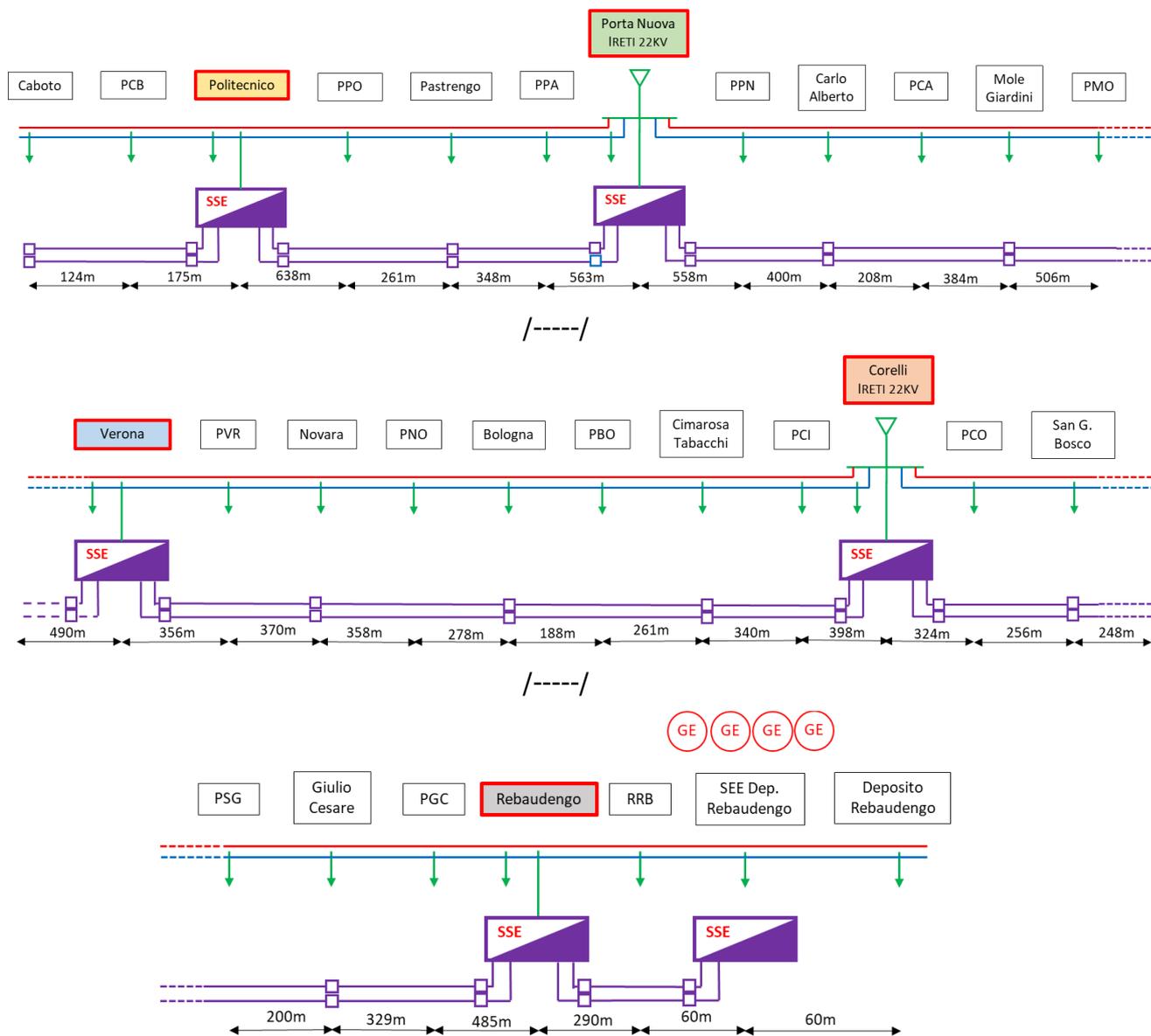


Figura 2 - Schema a blocchi della rete

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Presso Porta Nuova e Corelli sono presenti le connessioni alla rete a 22kVac di distribuzione pubblica di IRETI. La rete a 22kVac interna è invece costituita da due dorsali 1 e 2 (Rossa e Blu nello schema) sezionabile in ogni punto di derivazione, costituito da cabine MT/bt in corrispondenza alle stazioni e ai pozzi di ventilazione. I carichi MT in corrente alternata sono rappresentati con frecce verdi.

Presso Politecnico, Porta Nuova, Verona, Corelli e Rebaudengo sono indicate le SSE per la trazione. La rete in corrente continua che alimenta i treni è indicata dalle linee viola. Sono anche indicati i sezionatori della rete in corrente continua: sostanzialmente, il sezionamento della rete dc è possibile in corrispondenza alle stazioni.

Nel Deposito Rebaudengo sono simbolicamente rappresentati 4 gruppi elettrogeni, la cui taglia scelta preliminarmente a 1250kVA - PRP verrà criticamente verificata in una condizione di emergenza nello Scenario D nel seguito valutato.

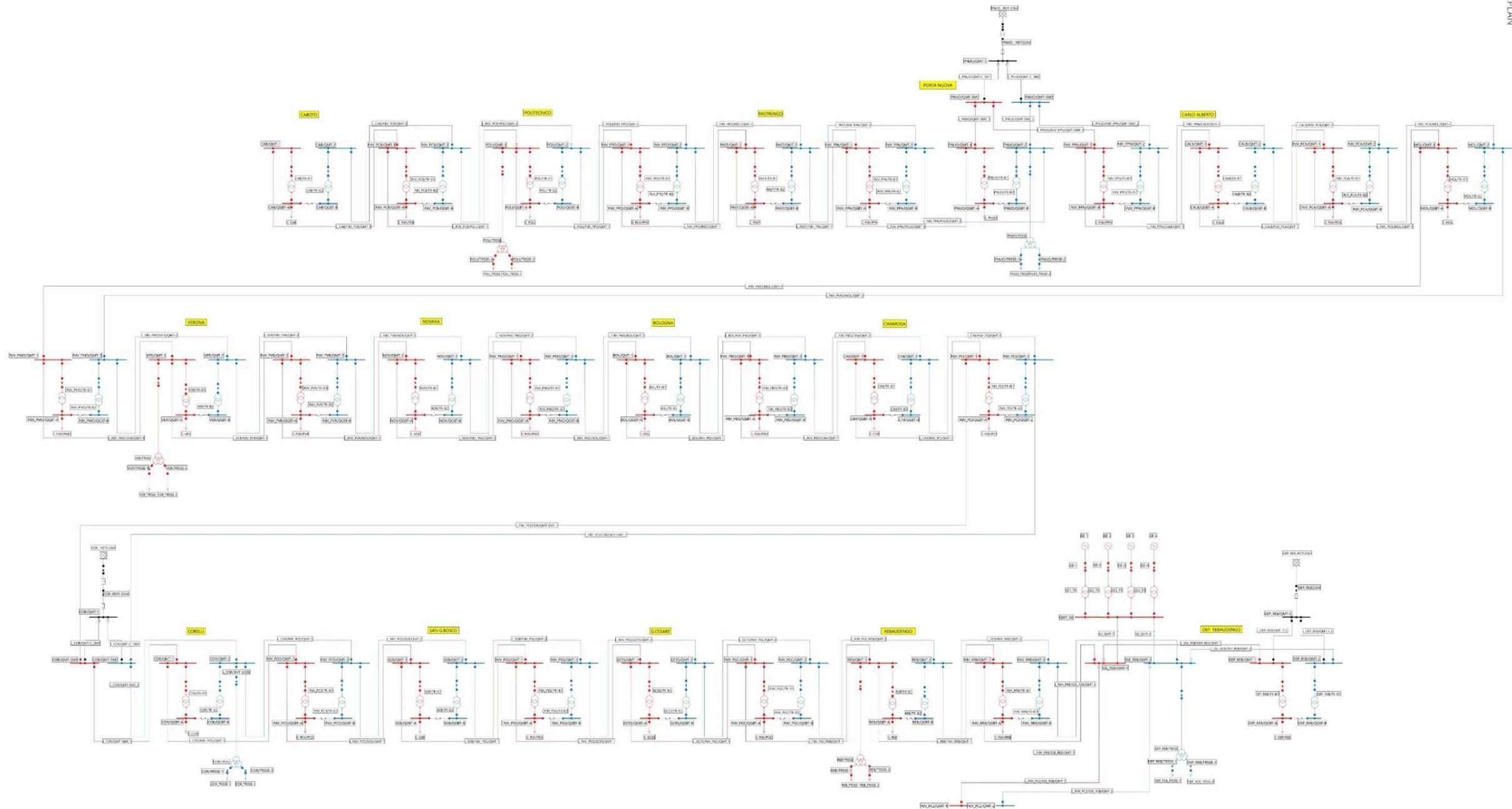
La rete in corrente alternata, rappresentata schematicamente in Figura 2, è stata inoltre rappresentata dettagliatamente nel modello del software NEPLAN<sup>®</sup>, con il quale sono stati effettuati tutti i calcoli di load flow e corto circuito. Il modello così ottenuto è illustrato in Figura 3.



**Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo**

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2



© NEPLAN

**Figura 3 - Rappresentazione del modello della rete con software NEPLAN®**

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 4. DATI DELLA RETE

I dati dei componenti elettrici necessari per caratterizzare il modello di cui alla Figura 3 sono riportati in Appendice 1 alla presente relazione. Di seguito si riporta invece un dettaglio dei carichi dei pozzi di ventilazione, delle stazioni passeggeri e dei treni.

### 4.1 Pozzi di Ventilazione

Ciascuna cabina MT/BT dei pozzi di ventilazione alimenterà, tramite i due quadri QMT-1 e QMT-2, due trasformatori con potenza nominale pari a 800 kVA e costituenti l'uno la "riserva calda" dell'altro. Il carico elettrico proprio a ciascun pozzo sarà così definito, con riferimento agli Scenari che verranno introdotti in 5.3:

- Scenari A, B, C. Uno solo dei due ventilatori sarà costantemente in funzione al 100% della potenza nominale (o, in alternativa, due al 50%). Sono state prese in considerazione anche le alimentazioni delle pompe di aggotamento e delle altre utenze. Nello specifico:

**Tabella 1 - Carichi Pozzi di Ventilazione negli scenari A, B, C**

Utenza	Pn	kc*ku	Peffettiva	cosφ
1 Ventilatore	250 kW	0.85	212.5	0.85
3 Pompe di aggotamento	18 kW	0.85	15.3	0.8
Altre utenze	15 kW	0.85	12.75	0.9
<b>TOT</b>			<b>240.55</b>	<b>0.805</b>

- Scenario D = Emergenza. Si rimanda al dettaglio in 9

### 4.2 Stazioni passeggeri

Ciascuna cabina MT/BT delle stazioni, alimenterà, tramite i due quadri QMT-1 e QMT-2, due trasformatori con potenza nominale pari a 1250 kVA o 2000 kVA, di cui l'uno costituente "riserva calda" dell'altro. Il carico elettrico proprio a ciascuna stazione sarà così definito, in base alle valutazioni di progetto degli impianti elettrici e anche sulla base degli analoghi carichi del sistema Linea 1:

- Scenari A, B, C.

**Tabella 2 - Carichi Stazioni Passeggeri negli scenari A, B, C**

Taglia del trasformatore installato	kc*ku	P (kW)	cosφ
1250 kVA	0.65	731.25	0.9
2000 kVA	0.75	1350	0.9

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

- Scenario D = Emergenza. Si rimanda al dettaglio in 9

### 4.3 Carico di base

In virtù dei valori definiti in 4.1 e 4.2, si configurano le seguenti condizioni di carico base, a cui si sommeranno poi i carichi dinamici richiesti dal sistema di trazione e le perdite nella rete MT per effetto del carico totale. Di questi secondi addendi si terrà opportunamente conto poi nei calcoli svolti.

**Tabella 3 - Carico di base**

<b>Condizione</b>	<b>Carico di base sotteso al punto di fornitura Porta Nuova</b>	<b>Carico di base sotteso al punto di fornitura Corelli</b>
Normale o casi (N-1) sulle SSE	~ 11MW - $\cos\varphi = 0.91$	~ 4MW - $\cos\varphi = 0.90$
Indisponibilità di un punto di fornitura	~ 15MW - $\cos\varphi = 0.91$ (Corelli indisponibile)	~ 15MW - $\cos\varphi = 0.91$ (P.Nuova indisponibile)

### 4.4 Carichi di trazione

La definizione dei carichi di trazione ha necessitato uno studio specifico, in modo da determinare l'andamento della potenza di un treno di riferimento che si muova tra il capolinea Politecnico, sostis ad ogni stazione intermedia, raggiunga Rebaudengo ed inverta la marcia per ritornare a Politecnico, sempre sostando alle stazioni intermedie.

Per il modello del treno si è utilizzata una curva di trazione basata su un profilo di velocità esatto di tipo iperlogistico a tangenti iperboliche e compatibile con le equazioni rigorose del moto. Sono quindi, tutte le grandezze, sia in funzione del tempo che dello spazio analiticamente chiuse. In particolar modo la Potenza dinamica è una espressione analiticamente esatta.

Lo studio preliminare della trazione è stato condotto considerando tutti i vincoli del tracciato, le esigenze del servizio in termini di capacità di trasporto, di tempi di giro e di alimentazione elettrica, ponendo particolare attenzione al contenimento delle potenze di picco nelle tratte inter-stazione. Sono presenti ulteriori margini di ottimizzazione a cura del sistemista.

L'obiettivo era quello di disporre di un modello di treno che fosse rappresentativo di più soluzioni tra quelle tecnicamente e commercialmente possibili nell'ambito della trazione metropolitana, da utilizzare poi come campione per ottenere gli involuipi della dinamica complessiva nel caso peggiore. I dati di analisi adottati sono di seguito elencati:

Sistema in esame, neutro per ogni treno, con le seguenti grandezze puramente indicative:

- Massa Treno = 90-140 [ton] anche in funzione della composizione effettiva;
- Trazione massima = 120-160 [kN]

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

- Potenza Massima = 1.5-2.0 [MW]
- Forze oppponenti riassunte in termini di Parametri di Davis (variano con il tipo di contatto)
  - $A = 2170$  [N]
  - $B = 19.5$  [N \* s / m]
  - $C = 7.5$  [N\* s<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup>]
- Accelerazione Massima = 1. m/s<sup>2</sup>
- Jerk massimo = 0.8m/s<sup>3</sup>
- Vmax = 80 km / h

Si sono utilizzati i parametri di Davis (dati sperimentali diversi da ogni tipo di treno e di armamento) basati sulla esperienza e conoscenza dei sistemi più recenti, ma comunque è il parametro A che include tutti gli effetti statici non legati alla velocità e dipende dalla inerzia del treno e dallo sforzo al cerchione. C tiene conto della aerodinamica del treno e B della forza di attrito tra la ruota e il terreno. Ogni rotabile avrà una curva di Trazione ottimale per gestire il movimento del treno contro le forze oppponenti.

Inoltre, ai fini dello studio rigoroso e completo della trazione, si sono ipotizzati i limiti essenziali dentro i quali sono collocati i principali parametri dinamici; questi saranno poi influenzati dai parametri di tracciato, pendenze, raggi di curvatura, punti di inversione, sistema di trazione elettrica e dalla tipologia di contatto tra ruota e armamento che potranno essere considerati quando noti.

La Trazione è una caratteristica del materiale rotabile, ogni treno ha una sua curva di trazione che è anche funzione di alcuni parametri tipici legati all'accoppiamento del Treno con l'Armamento.

La trazione dipende da:

- Potenza del motore e sue caratteristiche curva della coppia di trazione, efficienza, meccanica ed elettrica, assorbimento etc.;
- Tipo di alimentazione: in continua o in alternata;
- Accoppiamento delle ruote con il terreno e con il tipo di armamento (vedi survey);
- Attriti, viscosità, aerodinamica etc. sono dati separati riassunti nelle funzioni sperimentali di Davis.
- Massa dinamica data dalla Tara (Massa a Vuoto) + massa variabile che è una variabile di tipo stocastico, legata al flusso casuale ma quasi deterministico in ogni stazione che a sua volta dipende dagli orari di punta e di magra. Si considera 1 persona = 70 Kilogrammi.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Il movimento del treno è soggetto alle equazioni generali del moto dove il prodotto Massa complessiva del treno per la accelerazione deve uguagliare la risultante vettoriale di tutte le forze applicate al treno considerato in prima istanza con massa concentrata nel centro di massa. Il treno come sistema completo deve soddisfare anche le condizioni energetiche complessive e quindi nei calcoli si deve tenere in conto sia della trazione dovuta ai motori e agli automatismi, alle forze oppponenti, alla conformazione del tracciato, che alle condizioni di alimentazione.

I dati dimensionali si devono conciliare con l'armamento scelto, con la sagoma delle varie tipologie di galleria ed essere tali da reperire poi i ricambi il più possibile di tipo standard

I requisiti sistemistici sono poi soddisfatti se il movimento dinamico è opportunamente dimensionato. Qui si vedono le ricadute della tabella su velocità e potenza di ogni treno.

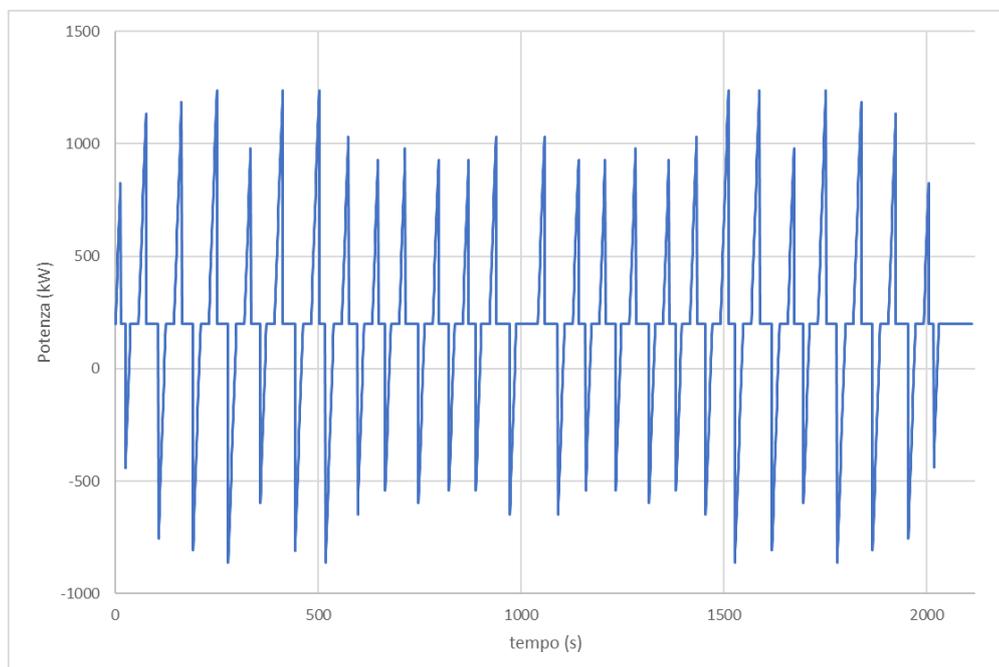
In letteratura e nelle applicazioni pratiche si utilizzano modelli di profilo velocità e parametri del materiale rotabile e dell'Armamento più vicini alla realtà. Pur considerando Treni ad alta automazione il treno non può governare completamente il suo percorso e deve tenere conto di molteplici fattori che ostacolano il suo moto libero. Un altro fattore di grande importanza è il tipo di alimentazione elettrica che si vuole adottare, il quale poi è la componente più impattante con il sistema nel suo complesso e soprattutto condiziona molto i costi di costruzione e di gestione.

Il parametro di sistema più importante è quindi la Potenza totale associata al movimento del treno. Questa Potenza ha una parte fissa legata ai sistemi a bordo treno e la parte più importante è quella associata al suo movimento ed è calcolata come prodotto tra Massa, velocità e accelerazione in funzione del tempo. La energia totale di un sistema chiuso si conserva, e quindi si trasforma in varie forme, tra cui la energia dissipata che diventa calore. Un argomento della massima importanza è ridurre la energia dissipata o la energia restituita cercando di rimetterla nella rete.

La ampia possibilità di modifica dei parametri di progetto viene asservita ai vincoli più importanti di velocità, accelerazione e potenza massime. Questo, quindi viene poi inserito nel modello e utilizzato per lo studio di *trade off*, studio che sarà possibile una volta definito il sistema complessivo. Lo studio complementare della alimentazione ha dimostrato che ci sono dei margini di miglioramento nel posizionare i Generatori (SSE) elettrici e le rispettive potenze nominali. Ampia libertà di scelta viene lasciata ai competitors restando nei limiti indicati.

Con tali condizioni, si determina un tempo totale di andata e ritorno compreso tra 1800 e 2160s.

Assumendo un peso complessivo del treno pari a **106.000kg** e dei tempi di sosta di **20s**, si determina un andamento della potenza assorbita da ciascun treno come rappresentato in Figura 4.



**Figura 4 - Andamento temporale della potenza assorbita da un treno.**

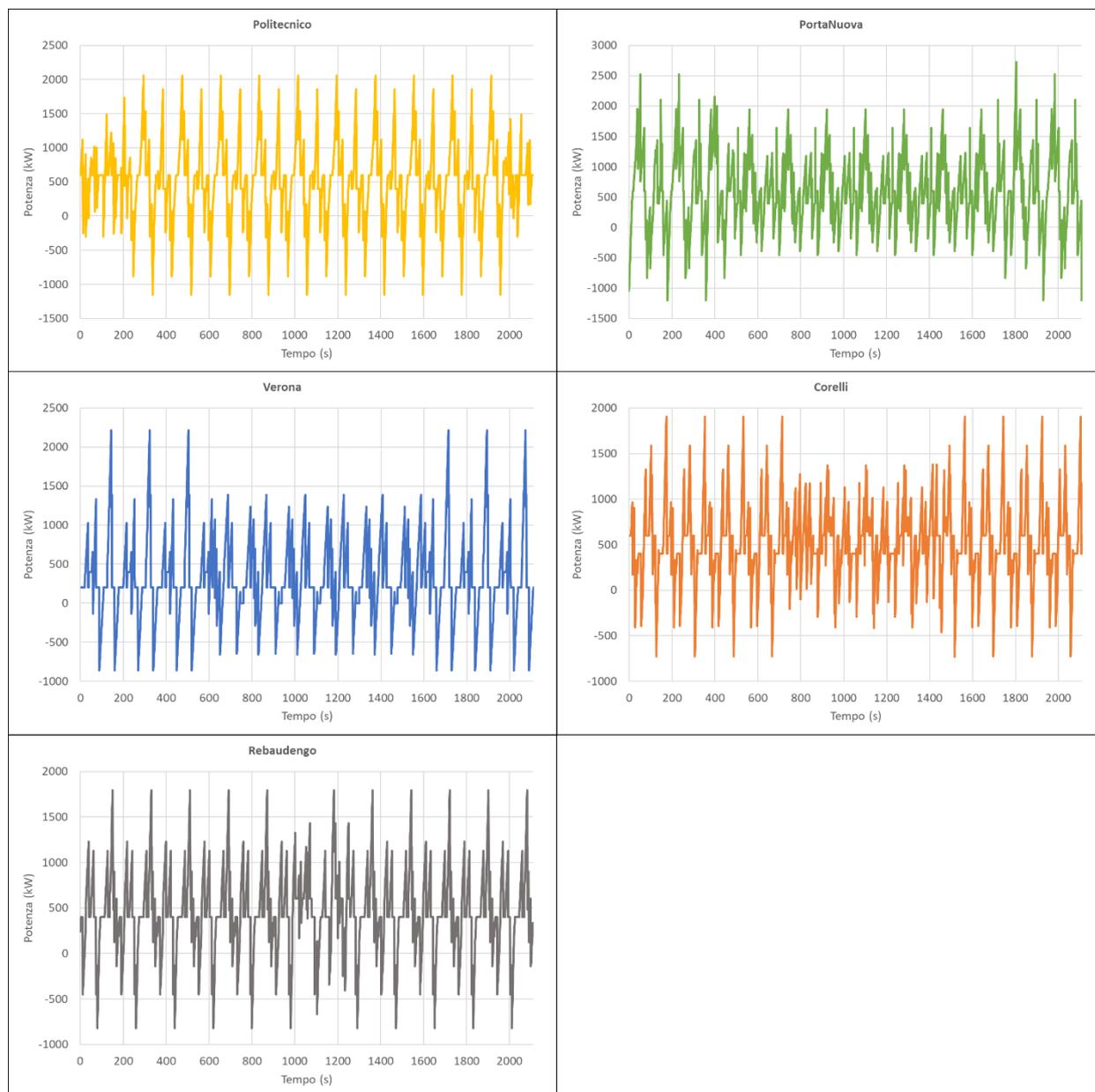
In questo andamento è incluso l'assorbimento dei servizi ausiliari di bordo, stimato in 200kW e la cui definizione puntuale sarà comunque a carico del proponente.

Nel presente studio si è poi assunto che i treni in circolazione sull'intera tratta siano **12** e che siano separati temporalmente di **180s** l'uno rispetto all'altro (massimo Headway considerato).

Questo determina quindi 12 curve di potenza assorbita come quella rappresentata in Figura 4, sfasate temporalmente di 180 s l'una rispetto all'altra. Combinando opportunamente le potenze assorbite dai treni **a parità di tempo**, è stato possibile determinare la potenza totale richiesta a ciascuna SSE.

Per ciascuno dei treni si è determinata la posizione in ogni istante e la corrispondente SSE di competenza, in base ad una suddivisione a sub-tratte della linea di trazione. Si è quindi sommata, istante per istante e per ciascuna SSE, la potenza dinamica richiesta da treni in transito nella tratta di competenza. Un risultato di questa elaborazione a partire dai dati di 1 treno di riferimento ed estendendola a tutti i 12 treni assunti in circolazione, è a titolo illustrativo rappresentato in Figura 5 per una condizione di normale funzionamento per la rete e con le ipotesi poste su treni.

Grazie al modello analitico della potenza dinamica in funzione del tempo e dei parametri geometrici della tratta è stato possibile costruire funzioni esatte per la analisi del singolo treno e per la somma traslata nel tempo delle singole potenze.



**Figura 5 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE in condizioni di funzionamento normale.**

Il modo in cui la combinazione di tali valori viene attribuita a ciascuna delle 5 SSE menzionate al Cap. 3, è ovviamente funzione della potenza assorbita dai singoli treni che stanno transitando nella sub-tratta di competenza della SSE. Per sub-tratta si intende il ramo di linea di trazione in DC alimentato dalla SSE. Si può trattare sia di un ramo che si stacca dalla SSE solo in una direzione oppure di due rami in direzioni opposte.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Gli estremi di ciascuna sub-tratta sono variabili in funzione dello scenario studiato, ovvero per ciascuno si è determinata la posizione ottimale per il sezionamento della rete DC nelle diverse sub-tratte al fine di non superare mediamente la potenza apparente di 2650kVA in ciascuna SSE, pari alla potenza nominale prevista in prima ipotesi per ogni gruppo di conversione AC/DC e per il trasformatore a 3 avvolgimenti che lo alimenta. Il vincolo nella definizione del punto di sezionamento è dettato dalla posizione dei sezionatori stessi, che sono presenti solo in corrispondenza ad una stazione e non anche in corrispondenza ai Pozzi di Ventilazione, come si evince dalla Figura 2.

In conclusione, a ciascuno degli scenari studiati, corrisponde una riconfigurazione della rete, che consiste nella apertura o chiusura dei vari sezionatori.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 5. METODOLOGIA DI CALCOLO

### 5.1 Strumenti di calcolo

Per poter realizzare quanto descritto al paragrafo precedente, si è resa necessaria la realizzazione / utilizzazione di più strumenti di calcolo, nella fattispecie:

- Un foglio di calcolo, il quale, a partire dalle potenze assorbite da un unico treno lungo tutto il percorso e dal numero di treni in circolazione con un certo cadenzamento temporale, permetta di determinare le potenze elettriche richieste in ogni tratta ad ogni SSE ed in ogni istante.
- Un modello completo della rete elettrica allo studio, tramite apposito software di simulazione di reti elettriche NEPLAN® ver. 10.9.1.3 che includa i tratti a progetto ed i tratti futuri della rete di alimentazione MT.

La modellizzazione della rete elettrica è stata arrestata ai nodi secondari dei trasformatori MT/bt a tre avvolgimenti previsti per la trazione (lato AC) ed ai power center di bt per le stazioni passeggeri ed i pozzi di ventilazione, ai quali si sono connessi i rispettivi carichi equivalenti.

Non si è prevista la modellizzazione del sistema di trazione in DC derivato dai convertitori AC/DC sottesi ai trasformatori a tre avvolgimenti.

### 5.2 Procedura di calcolo del load flow

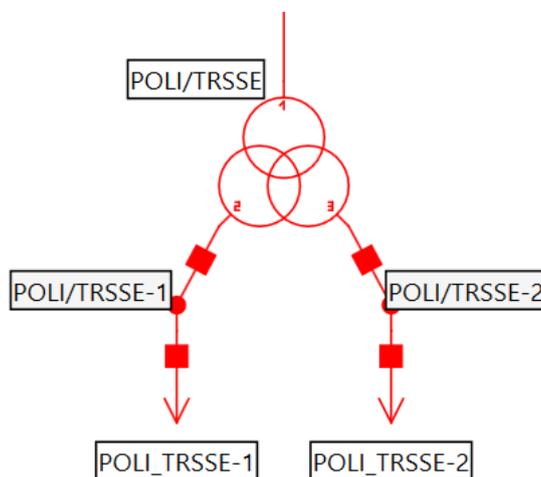
L'andamento delle potenze dei carichi di trazione visibile in Figura 5 chiarisce come un singolo calcolo di load flow, effettuato in un determinato istante e per il valore di carico a quell'istante, possa non risultare significativo, in quanto combinazioni diverse di carico potrebbero risultare in condizioni più critiche per la rete.

Si è quindi preferito ricorrere ad un metodo di risoluzione più corretto, che preveda l'effettuazione di una successione di calcoli di load flow nel tempo, caratterizzando ciascun carico di trazione con gli andamenti di potenza determinati in 4.4.

Ne deriva quindi una simulazione in regime quasi stazionario, possibile con il modulo Time Simulation di NEPLAN®.

Poiché le sub-tratte in cui è suddivisa la rete di trazione sono di lunghezza limitata, determinando quindi delle potenze perse nel sistema di trazione in DC trascurabili rispetto alla potenza richiesta dal treno, si è attribuita la potenza dinamica calcolata per ciascuna sottostazione, suddividendola equamente sui due carichi in AC con cui si è modellizzata la stessa; ad esempio, per SSE Politecnico, i due carichi POLI\_TRSSE-1 e -2 rappresentati di seguito:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2



**Figura 6 - Modellizzazione nel software di calcolo dei carichi di una SSE.**

A ciascun carico viene poi attribuito un fattore di potenza, per cui si tiene conto anche della potenza reattiva associata alla potenza attiva derivante dalla potenza dinamica. Quindi, a fronte di una potenza attiva variabile nel tempo come in Figura 5, il software attribuisce anche un andamento variabile nel tempo della potenza reattiva, fondamentale per determinare le variazioni nei profili di tensione ai nodi.

Come accennato in 4.3, nella determinazione del carico totale sulla rete, a questo carico variabile va sommato poi il carico delle stazioni viaggiatori e dei pozzi di ventilazione, assunto costante in condizioni normali, che ammonta a circa 15MW (16.5 MVA) per tutto il tratto Politecnico - Rebaudengo.

La simulazione nel tempo viene condotta per il tempo totale corrispondente ad un ciclo completo del carosello di treni che parte da Politecnico, arriva a Rebaudengo e ritorna a Politecnico. Poiché il software di calcolo non gestisce dati con tempi di campionamento di 1s, si è caratterizzato il carico su una scala in minuti anziché in secondi. Tuttavia, ciò non cambia il valore dei risultati in termini di potenza, mentre andrebbero interpretati con cautela i risultati in termini di energia.

### 5.3 Scenari di studio

Sono stati studiati i seguenti scenari per verificare che il sistema elettrico garantisca il servizio in ogni situazione:

- A. Configurazione Normale: tutti i componenti elettrici in servizio, tutti i treni in circolazione, tutti i carichi in servizio, con il dettaglio fornito in 4.
- B. Perdita di una SSE di trazione: l'esercizio dei treni può essere possibile sotto diverse modalità degradate. Quindi, allo scopo di validare il dimensionamento del sistema, sarà necessario simulare queste configurazioni e verificare che i vari componenti non superino le capacità e gli standard richiesti. Nel caso specifico, si assume che la situazione

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

degradata si abbia quando una delle sottostazioni che normalmente alimenta il sistema di trazione non è più disponibile per manutenzione, guasto o qualsiasi altra motivazione. Questa configurazione sarà indicata come situazione N-1. I casi considerati sono pertanto:

1. Perdita della SSE di Rebaudengo.
  2. Perdita della SSE di Corelli.
  3. Perdita della SSE di Verona.
  4. Perdita della SSE di Porta Nuova.
  5. Perdita della SSE di Politecnico.
- C. Perdita di una connessione alla rete di distribuzione pubblica in MT:
1. Perdita della Connessione di Porta Nuova.
  2. Perdita della Connessione di Corelli.
- D. Emergenza:
1. Incendio a bordo di un treno in stazione
  2. Incendio a bordo di un treno fermo in galleria
  3. Incendio in un locale di stazione

Gli scenari di emergenza sono in linea col DM 21/10/2015.

Si noti che la rete DC di trazione è stata riconfigurata per ogni scenario.

## 5.4 Verifiche

Un'opportuna serie di calcoli di load flow e di corto circuito permetterà di verificare il corretto dimensionamento della rete elettrica in ogni scenario elencato al punto 5.3. Per ognuno di essi, saranno effettuate le seguenti verifiche:

- 1) il carico sulle SSE di trazione non dovrà superare la taglia prevista per il sistema di conversione, previsto in prima analisi pari a 2650 kVA. Si consideri tuttavia che la classe sul ciclo di carico, secondo la EN 50328, è stata assunta come classe 6, usuale per linee metropolitane. Questa è caratterizzata dai seguenti cicli di sovraccarico:
  - 100% del carico a regime;
  - 150% del carico per due ore;
  - 300% del carico per un minuto.

Non si tratta di condizioni cumulative, ovvero il sovraccarico del 150% e quello del 300% non possono essere consecutivi senza un periodo di raffreddamento di almeno 30 minuti.

- 2) La tensione di funzionamento sulla linea di trazione può essere compresa, ai sensi della norma EN 50163 ed assumendo una tensione nominale del sistema pari a 750Vdc, entro i seguenti intervalli massimi:
  - [500 V (67%); 900 V (180%)] sempre;
  - [500 V (67%); 1000 V (200%)] durante le fasi di frenata rigenerativa.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Il presente studio ha come oggetto di analisi la rete di MT e bt in corrente alternata, mentre la rete in corrente continua sarà rappresentata con dei carichi equivalenti lato AC dei trasformatori a tre avvolgimenti a cui si attribuirà un andamento nel tempo funzione della potenza richiesta per la trazione. In ogni caso, pur se l'analisi si arresta ai nodi in AC, gli intervalli percentuali sopra elencati possono costituire un valido riferimento per l'interpretazione dei valori di tensione ottenuti ai nodi di confine con i convertitori AC/DC.

- 3) Il profilo di tensione sulle dorsali MT dovrà essere tale da limitare le cadute di tensione al 2%, al fine di avere poi un margine adeguato all'alimentazione dei carichi in bassa tensione nelle stazioni passeggeri e nei pozzi di ventilazione.
- 4) Verifica della portata delle dorsali. Le linee della rete MT saranno diversamente caricate in funzione dello scenario, normale o con rete degradata oppure ancora con punto di fornitura non disponibile.

Per ogni condizione si verifica che la corrente non superi mediamente il valore della portata delle dorsali in cavo a 22kV, pari a 486A. Tale valore è calcolato nel modo seguente, in linea con la CEI UNEL 35027, con le informazioni fornite in cataloghi e manuali dei produttori di cavi e sulla base delle assunzioni elencate. Infatti, la CEI UNEL 35027 dà indicazioni sul metodo di calcolo della portata in diverse condizioni di posa, ma le tabelle fornite dai costruttori, sulle quali tutti convergono, risultano poi più adatte per i casi trattati:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_{add}$$

Dove:

- $I_0$  = portata in condizioni nominali dei conduttori isolati in gomma HEPR ed è ricavata dai datasheet (per posa interrata o in aria)
- $k_1$  (solo per posa interrata) = coefficiente di correzione per profondità di posa diversa da quella di riferimento
- $k_2$  (solo per posa interrata) = coefficiente di correzione per resistività termica del terreno diversa da quella di riferimento
- $k_3$  = coefficiente di correzione per temperatura diversa da quella di riferimento (temperatura del terreno o dell'aria)
- $k_4$  = coefficiente di correzione che tiene conto del numero di circuiti affiancati (più cavi o tubi)
- $k_{add}$  (solo per posa interrata) = coefficiente di correzione che tiene conto della posa in tubo

Con  $I_b$  pari alla corrente massima di impiego della linea.



<b>Fattore di riduzione della portata</b>	<b>Valore</b>	<b>Note</b>
$k_1$ – Profondità di posa	1.00	Cavi in tubo annegati nella pavimentazione
$k_2$ – Resistività del terreno	1.00	Cavi in tubo annegati nella pavimentazione
$k_3$ – Temperatura dell'aria	1.00	Coefficiente valido solo per cavi in aria
$k_4$ – Prossimità con altri cavi	0.8	Da tabelle dei costruttori per 2 circuiti all'interno dello stesso tubo
$k_{add}$ – Cavi in tubo	0.69	Per cavi posati in 2 tubi vicini

La portata in posa interrata del cavo assunto (v. 5.5) è pari a 440A e sono previsti 2 cavi/fase, per cui la portata effettiva risulta:

$$I_z = 2 \cdot 440 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.8 \cdot 0.69 = 485.8A$$

La relazione di verifica è la seguente:

$$I_b \leq I_z$$

con  $I_b$  = corrente di esercizio.

In particolare, la condizione viene verificata nel caso più sfavorevole, coincidente con l'indisponibilità di uno dei due punti di fornitura, e sul tratto di linea che si trova più caricato a seguito di tale condizione. A questo proposito si è valutata la corrente della linea L\_COR/QMT-C\_SM1) tra il quadro MT di ricezione ed il quadro di smistamento QMT-SM1 in Corelli a seguito della mancanza della fornitura in Porta Nuova. Risultando verificata questa condizione più severa, risultano di conseguenza verificate tutte le condizioni di portata per tutti i tratti di dorsale in qualsiasi condizione di funzionamento tra quelle contemplate.

Trattandosi comunque di una condizione di posa non convenzionale, in 10.1 si proporrà anche una valutazione della portata effettuata con un software di calcolo specifico secondo la IEC 60287, la quale conferma comunque i valori sopra determinati con il ricorso all'uso di tabelle.

- 5) Negli scenari B, C e D, ogni sottostazione può essere sovraccaricata in base alla sua classe, in questo caso la 6, quindi al 150 % per due ore.
- 6) Sulla base delle valutazioni della *Relazione del PFTE sul Sistema di Alimentazione* erano stati pre-concordati con il gestore di rete IRETI le potenze disponibili nei due nodi di consegna in MT a 22 kV di Porta Nuova e Corelli. Nella fattispecie, i valori finora concessi da IRETI sono i seguenti:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Punto di fornitura	Potenza disponibile (PFTE)
Porta Nuova	19MVA
Corelli	15MVA (*)

(\*) mediamente, ma la potenza prelevabile può arrivare fino a 18.1 MVA

- 7) Data la presenza di lunghi tratti di linea in cavo MT, si osserva anche l'andamento dello scambio di potenza reattiva ai nodi di fornitura di Corelli e Porta Nuova, per verificare
- che il fattore di potenza medio non scenda sotto 0.7
  - che non vi siano inversioni di flusso di potenza reattiva, ovvero che questa sia sempre assorbita dalla rete e non viceversa

Questo per non violare le prescrizioni dettate da ARERA per gli utenti MT connessi in parallelo alla rete di distribuzione pubblica, che prevedono:

- Livello minimo del fattore di potenza istantaneo in fascia F1 e F2, pari a 0,9.
- Livello minimo del fattore di potenza medio mensile pari a 0,7.
- Divieto di immissione di energia reattiva nella rete di distribuzione da parte dell'Utenza.

I calcoli delle correnti di corto circuito saranno effettuati in accordo con la normativa CEI EN 60909-0:2016 e permetteranno di verificare il dimensionamento dei componenti elettrici.

## 5.5 Ipotesi iniziali

- Si è assunto un fattore di potenza in ingresso ai convertitori per la trazione pari a **0.9rit**. Questo per definire anche un assorbimento di potenza reattiva da parte del sistema di trazione, a fronte della potenza attiva calcolata come descritto in 4.4. La corretta definizione del fattore di potenza dei gruppi di conversione sarà a cura dei proponenti e opportune verifiche andranno effettuate sulla base del reale  $\cos\varphi$  dei convertitori, in particolare se risulta inferiore a quello ipotizzato.
- Rigenerazione delle potenze: si è ammesso che possa avvenire verso la rete AC, in modo da considerare le massime variazioni sulla stessa. Questo significa che si ammettono gruppi di conversione rigenerativi. I proponenti si faranno carico dell'aggiornamento delle verifiche qui condotte in funzione dell'effettiva soluzione proposta, che potrà prevedere anche la rigenerazione a livello della rete DC di trazione. Tuttavia, la condizione simulata è quella che determina le maggiori variazioni di potenza e pertanto di tensione nella rete AC, per cui le ipotesi poste appaiono in questo senso conservative per gli scopi di verifica della rete AC nelle condizioni più severe che lo studio si pone.
- Le dorsali in cavo della rete di alimentazione primaria del sistema hanno la seguente formazione:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

### **2x(3x1x150mm<sup>2</sup>) RG26H1M16 12/20kV Classe Cca-s1b,d1,a1**

La scelta del tipo di cavo è dettata da:

- portata rispettata anche nel caso più critico, in cui tutta la potenza debba provenire da un unico punto di fornitura, assunto l'altro indisponibile
- cadute di tensione contenute al 2%, così da lasciare margine per i nodi a tensione più bassa
- tenuta alla corrente di corto circuito
- contributo capacitivo tale da non creare inversione di potenza reattiva verso la rete di distribuzione
- caratteristiche costruttive adatte al luogo di installazione

I risultati dei calcoli dimostreranno che i criteri sopra esposti sono soddisfatti.

Rispetto a quanto prescritto nel PFTE, ovvero un cavo RG16H1M20 18/30kV B2ca-s1a,d1,a1 si noti infatti:

- che questo non è ancora disponibile in commercio, o al più nella versione 12/20kV ma da un unico produttore;
- la versione 12/20kV è comunque accettabile dato che la tensione massima della rete è comunque 24kV anche se gestita a 22kV;
- il cavo qui proposto, oltre che essere maggiormente reperibile, è comunque dotato di caratteristiche di reazione al fuoco sufficienti per gli usi dell'opera (è uno dei cavi unificati secondo la CEI UNEL 35016 e comunque a bassa emissione di fumi e gas corrosivi come richiesto dal DM 21/10/2015 al punto VII.5) e per le metodologie costruttive adottate, visto che i cavi sono posati entro polifore in galleria ed entro cunicoli e vani con protezione minimo REI60 nelle risalite, in linea con quanto specificato dal DM 21/10/2015 al punto VII.5.

## **5.6 Note per confronto con PFTE**

Come accennato, la presente relazione rappresenta una riedizione della relazione del PFTE

*MTO2PFLGSISCOMR004-00 rev. B – Alimentazione Elettrica Relazione Tecnica Preliminare sul Sistema di Alimentazione Elettrica'*, (per brevità, *Relazione del PFTE sul Sistema di Alimentazione*)

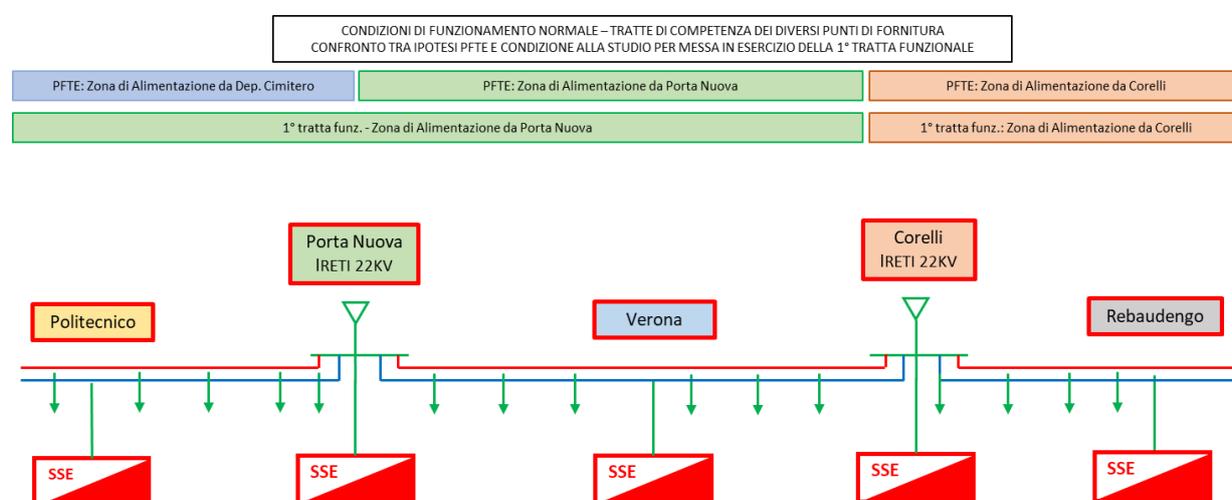
con un affinamento sulla metodologia di calcolo che consenta di valutare gli andamenti nel tempo delle grandezze elettriche, data l'estrema variabilità dei carichi del sistema di trazione, e non limitati all'istante di massimo assorbimento da parte dei carichi totali della rete.

Inoltre, lo studio si focalizza solamente sulla tratta funzionale Rebaudengo – Politecnico isolata e non sull'intera linea 2, come presentato nella *Relazione del PFTE sul Sistema di Alimentazione*. Questo richiede un approccio differente rispetto a quanto proposto nella valutazione precedente sull'intero sistema.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

In particolare, gli assetti della rete che sono necessari per il servizio della tratta in esame non trovano riscontro tra quelli presentati nella suddetta relazione, in quanto, essendo la prima tratta funzionale in servizio ed in condizioni normali, il punto di fornitura di Porta Nuova si dovrà fare carico dell'alimentazione fino a Politecnico, mentre nell'ipotesi del PFTE il tratto tra Porta Nuova e Politecnico è alimentato dalla fornitura di Deposito Cimitero Parco.

Questo è illustrato nella figura seguente:



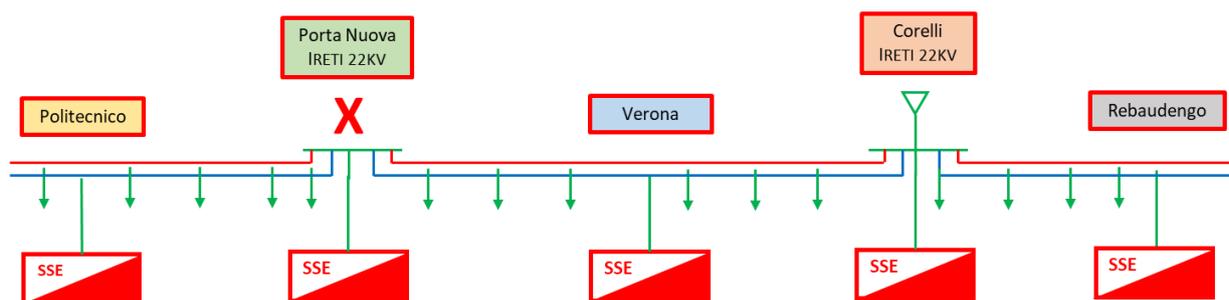
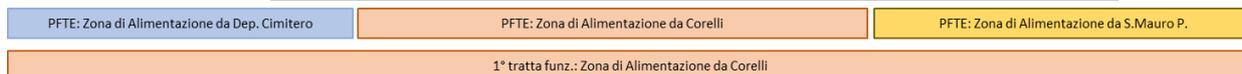
**Figura 7 - Modifica della zona di competenza del punto di fornitura di Porta Nuova tra ipotesi PFTE ed esigenze di messa in esercizio della 1a tratta funzionale – Condizione Normale.**

Questo determina, in condizioni normali, una richiesta di potenza maggiore al nodo di Porta Nuova, quantificabile in circa 3 MVA sul carico di base, a cui si somma poi l'assorbimento della SSE Politecnico.

In condizioni di indisponibilità di uno dei due punti di fornitura, il rimanente si deve necessariamente fare carico dell'alimentazione dell'intera tratta funzionale, diversamente da quanto previsto nel PFTE sull'intero tracciato. Ad esempio, nel caso in cui risulti indisponibile Porta Nuova, la situazione per Corelli diventa quella illustrata in Figura 8.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
<b>SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO</b>	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO (N-1) CON PORTA NUOVA INDISPONIBILE – TRATTE DI COMPETENZA DEI DIVERSI PUNTI DI FORNITURA CONFRONTO TRA IPOTESI PFTE E CONDIZIONE ALLA STUDIO PER MESSA IN ESERCIZIO DELLA 1ª TRATTA FUNZIONALE



**Figura 8 - Modifica della zona di competenza del punto di fornitura di Corelli tra ipotesi PFTE ed esigenze di messa in esercizio della 1a tratta funzionale – Indisponibilità della fornitura a Porta Nuova.**

È evidente come nella gestione della prima tratta funzionale venga a mancare il soccorso di altri punti di fornitura (Deposito Cimitero Parco e S. Mauro Pescarito), che invece sarà disponibile nel sistema interamente realizzato. Questo determina una delle condizioni più critiche per la rete e pertanto meritevole di approfondimento negli scenari C.

Questo comporta, nello studio della prima tratta funzionale, un incremento nel carico di base costituito dall'assorbimento delle stazioni e dei pozzi di ventilazione di circa 7 MVA rispetto a quanto preventivato nel PFTE, a cui si sommano anche gli assorbimenti delle SSE Rebaudengo e Politecnico.

Pertanto, si vuole evidenziare il fatto che, nella prima fase di esercizio limitata alla tratta Politecnico – Rebaudengo, le potenze richieste ai due punti di fornitura saranno necessariamente diverse rispetto a quelle esplicitate nella *Relazione del PFTE sul Sistema di Alimentazione* e pertanto tale aspetto andrà ridiscusso con l'ente distributore IRETI.

## 5.7 Presentazione dei risultati

I risultati dei calcoli di load flow nel tempo per i diversi scenari sono presentati nei capitoli 6, 7 e 8. In tutti i casi vengono riportati i seguenti andamenti:

- Potenza apparente assorbita dalla rete pubblica ai nodi di Porta Nuova e Corelli (in MVA)
- Dettaglio sulle potenze attive e reattive assorbite dalla rete pubblica ai nodi di Porta Nuova e Corelli (in MW e Mvar)
- Fattore di potenza nei punti di scambio di Porta Nuova e Corelli
- Profilo di tensione al nodo di Porta Nuova (PNUO/QMT-C) (in % di 22kV)

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

- Profili di tensione ai due nodi di estremità della tratta MT alimentata da Porta Nuova, quindi Politecnico (POLI/QMT-1) e pozzo di ventilazione PCI (PdV\_PCI/QMT-1) (in % di 22kV)
- Profili di tensione ai nodi AC in BT delle SSE sulla tratta alimentata da Porta Nuova, quindi Politecnico (POLI/TRSSE-1), Porta Nuova (PNUO/TRSSE-1) e Verona (VER/TRSSE-1) (in % di 275V (\*))
- Profili di tensione ai due nodi di estremità della tratta MT alimentata da Corelli, quindi lo stesso nodo di Corelli (COR/QMT-C) e il Deposito di Rebaudengo (SSE\_REB/QMT-1) (in % di 22kV)
- Profili di tensione ai nodi AC in BT delle SSE sulla tratta alimentata da Corelli, quindi Corelli (COR/TRSSE-1) e Rebaudengo (REB/TRSSE-1) (in % di 275V (\*))

(\*) Avendo assunto in prima ipotesi che questa sia la tensione nominale secondaria dei trasformatori di trazione. Questo non preclude la possibilità della scelta da parte dei proponenti di una tensione nominale secondaria diversa, in funzione anche del collegamento dei gruppi raddrizzatori, e non modifica quanto presentato.

Per gli Scenari C si è aggiunto poi anche l'andamento delle correnti nelle linee più caricate e nella condizione di massima potenza transitante. Questa condizione si verifica infatti quando ciascun punto di fornitura sia chiamato ad alimentare tutta la tratta in caso di indisponibilità dell'altro e le linee più caricate sono quelle che distribuiscono la potenza verso le dorsali MT nella cabina di smistamento. Se le correnti in questo scenario risultano inferiori al valore di portata definito al punto 4) in 5.4, significa che tutte le linee del sistema conducono una corrente inferiore alla portata e pertanto sono da questo punto verificate.

Le convenzioni di segno nella potenza di scambio con la rete pubblica sono le seguenti, valendo nel software utilizzato la convenzione di UTILIZZATORE al punto di scambio:

- Potenza attiva P con segno "-": IMPORTATA dalla rete della linea L2 e proveniente quindi dalla rete di distribuzione pubblica
- Potenza attiva P con segno "+": ESPORTATA dalla rete della linea L2 verso la rete di distribuzione pubblica (riportata solo per completezza in quanto non si verifica mai questa eventualità, data la sovrapposizione del carico di base)
- Potenza reattiva Q con segno "-": potenza reattiva induttiva IMPORTATA dalla rete della linea L2 e proveniente quindi dalla rete di distribuzione pubblica
- Potenza reattiva Q con segno "+": potenza reattiva induttiva ESPORTATA dalla rete della linea L2 verso la rete di distribuzione pubblica ovvero potenza reattiva capacitiva IMPORTATA dalla rete della linea L2

Un esempio grafico è fornito in Figura 9, che rappresenta un'istantanea dove sono visibili le condizioni sopra esposte. Sono di ausilio anche delle frecce, vuota ad indicare il flusso di potenza attiva P e piena ad indicare il flusso di potenza reattiva Q. In figura è riportata una condizione in cui, su entrambe le linee che dal nodo di consegna PNUO/QMT-C sono collegate al quadro di smistamento nelle due sezioni QMT-SM1 e QMT-SM2, la potenza attiva, richiesta dai carichi a valle, è diretta verso quest'ultimo (con prevalenza verso QMT-SM1). Con la convenzione di



utilizzatore, invece, i segni si invertono sull'elemento PNUO\_IRETI 22kV che rappresenta la rete equivalente di IRETI in quel punto.

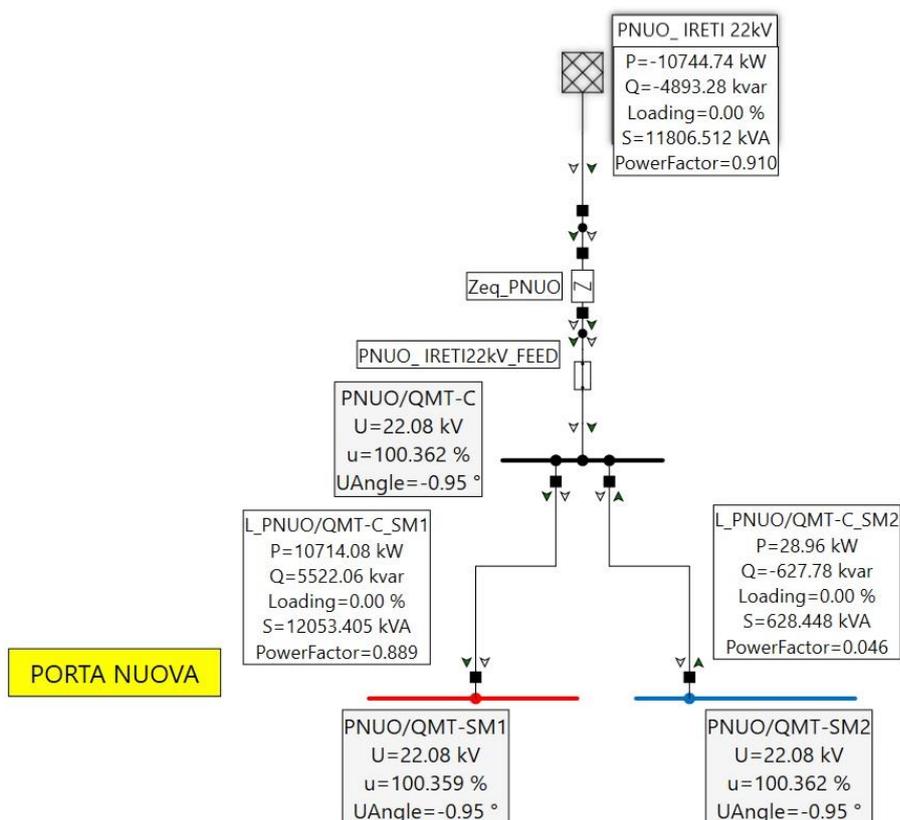


Figura 9 - Convenzione dei segni delle potenze P, Q nei risultati.



## 6. SCENARIO A: CONFIGURAZIONE NORMALE

### 6.1 Descrizione dello Scenario

Le condizioni di lavoro sono le seguenti:

- assetto della rete MT rispetto ai punti di fornitura di Porta Nuova e Corelli come in Figura 10

CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO NORMALE – TRATTE DI COMPETENZA DEI DIVERSI PUNTI DI FORNITURA

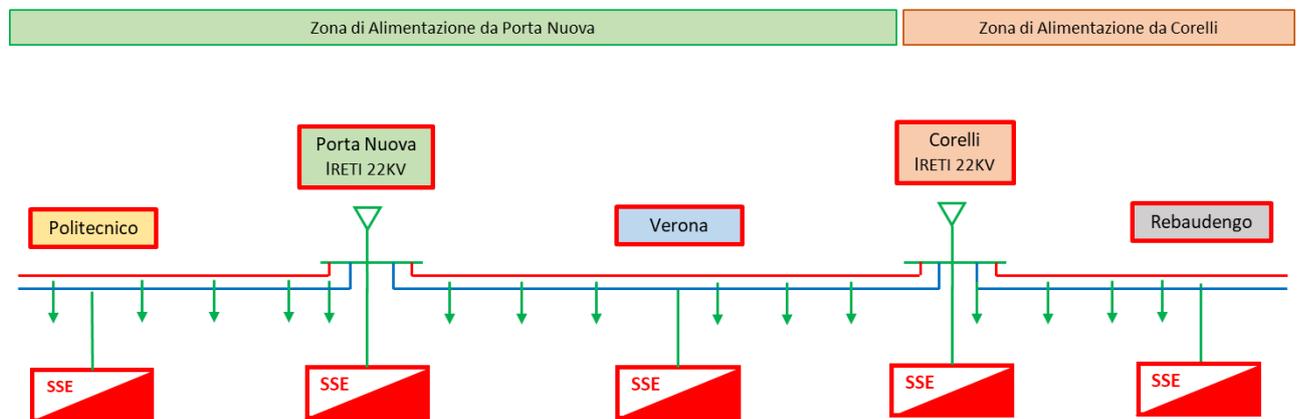


Figura 10 - Assetto della rete MT con zone di alimentazione dai due punti di fornitura.

- tutti i componenti elettrici sono in servizio
- tutti i treni sono in circolazione (12)
- tutti i carichi sono in servizio (stazioni e pozzi di ventilazione).

La tabella seguente mostra come le SSE alimentano (coprono) le tratte.



Tabella 4 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario A

Tratta		SSE	Copertura (m)
Da	A		
CABOTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO	299.3
POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO		
<b>POLITECNICO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPO		1810.17
POZZO DI VENTILAZIONE PPO	PASTRENGO		
PASTRENGO	POZZO DI VENTILAZIONE PPA		
POZZO DI VENTILAZIONE PPA	PORTA NUOVA		
<b>PORTA NUOVA SM</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPN	PORTA NUOVA SM	2545.82
POZZO DI VENTILAZIONE PPN	CARLO ALBERTO		
CARLOALBERTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCA		
POZZO DI VENTILAZIONE PCA	MOLE/GIARDINI REALI		
MOLE/GIARDINI REALI	POZZO DI VENTILAZIONE PMO		
POZZO DI VENTILAZIONE PMO	VERONA		
<b>VERONA</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PVR	VERONA	1361.75
POZZO DI VENTILAZIONE PVR	NOVARA		
NOVARA	POZZO DI VENTILAZIONE PNO		
POZZO DI VENTILAZIONE PNO	BOLOGNA		
BOLOGNA	POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CORELLI	1187.81
POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CIMAROSA TABACCHI		
CIMAROSA TABACCHI	POZZO DI VENTILAZIONE PCI		
POZZO DI VENTILAZIONE PCI	CORELLI - COR/QMT-SM		580.11
<b>CORELLI/QMT-1</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PCO		
POZZO DI VENTILAZIONE PCO	SAN GIOVANNI BOSCO		
SAN GIOVANNI BOSCO	POZZO DI VENTILAZIONE PSG	REBAUDENGO	1262.84
POZZO DI VENTILAZIONE PSG	GIULIO CESARE		
GIULIO CESARE	POZZO DI VENTILAZIONE PGC		
POZZO DI VENTILAZIONE PGC	REBAUDENGO		410
<b>REBAUDENGO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE RRB		
POZZO DI VENTILAZIONE RRB	SSE DEPOSITO REBAUDENGO		
SSE DEPOSITO REBAUDENGO	DEPOSITO REBAUDENGO	<b>TOTALE</b>	<b>9457.8</b>



## 6.2 Caratterizzazione dei carichi di trazione nelle diverse SSE

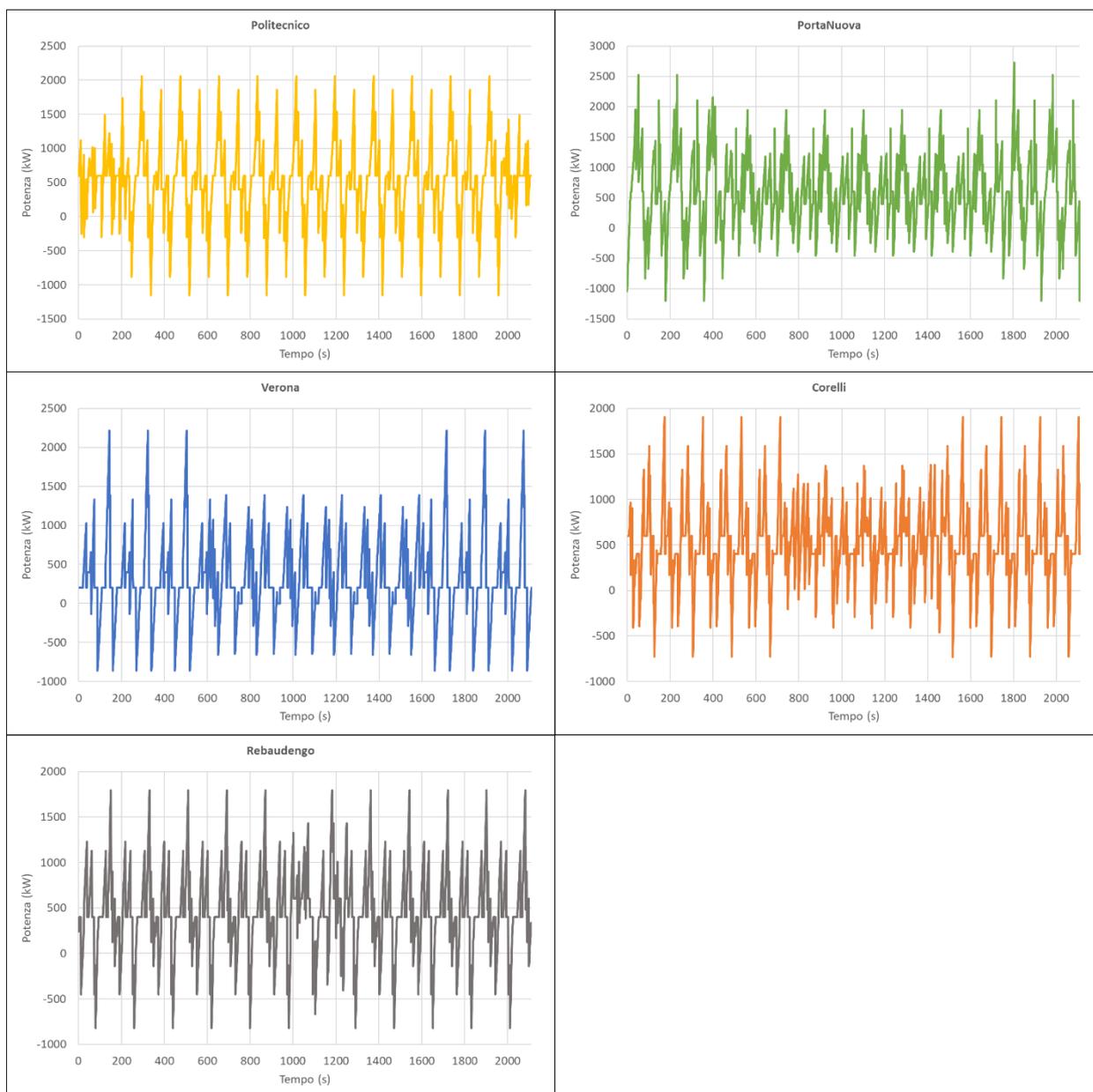
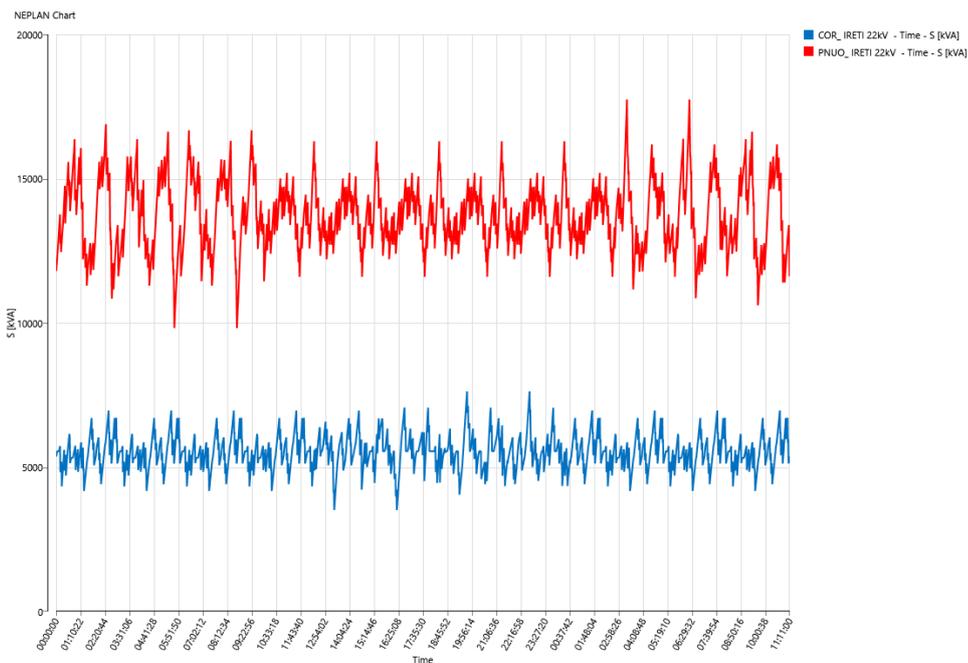
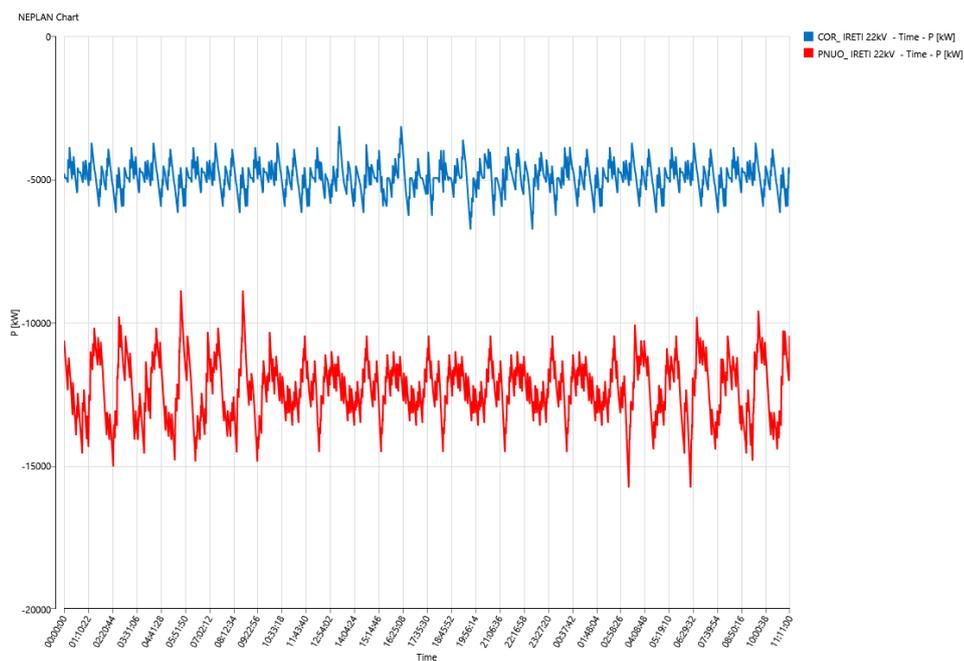


Figura 11 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario A.

### 6.3 Risultati del calcolo di load flow nel tempo



**Figura 12 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario A.**



**Figura 13 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario A.**



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

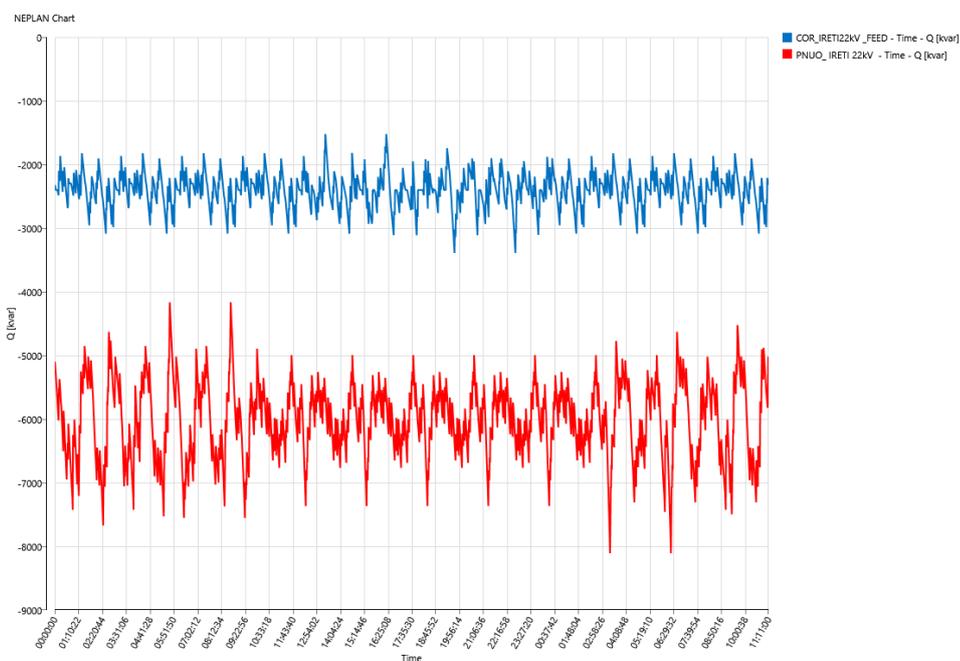


Figura 14 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario A.

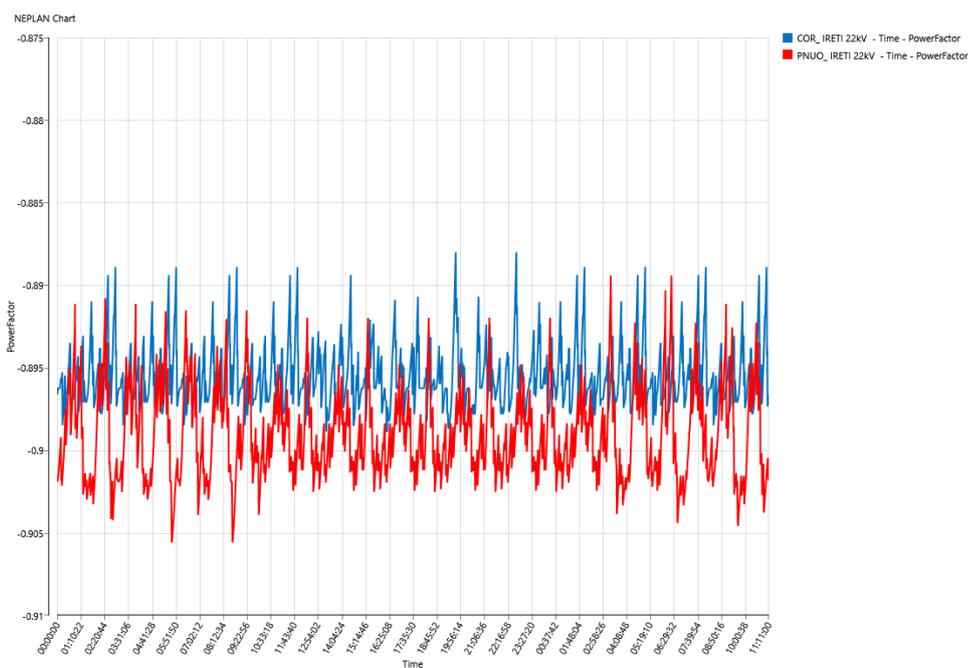


Figura 15 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario A.

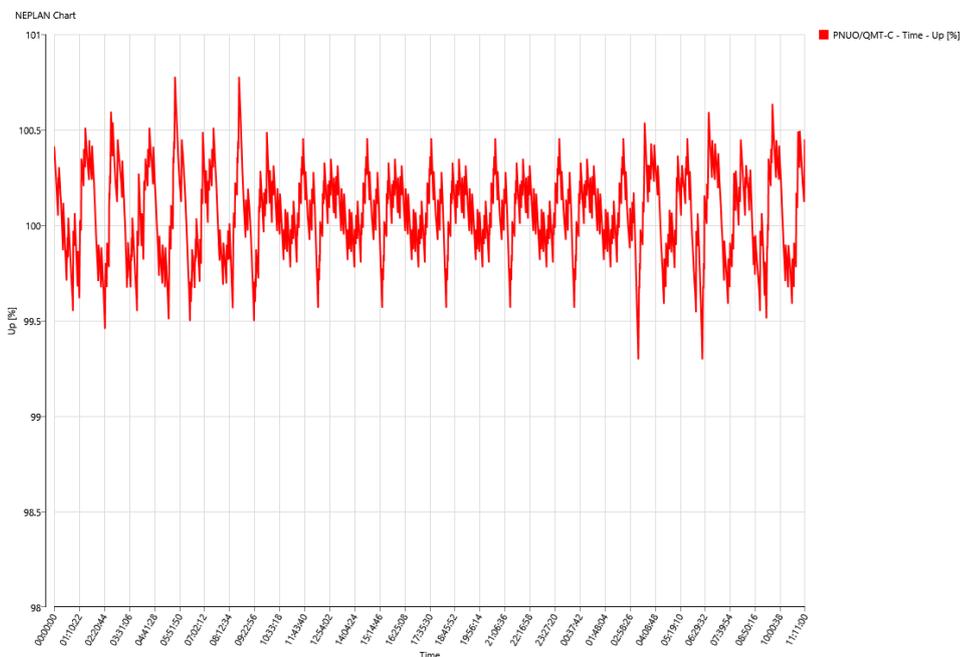


Figura 16 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario A.

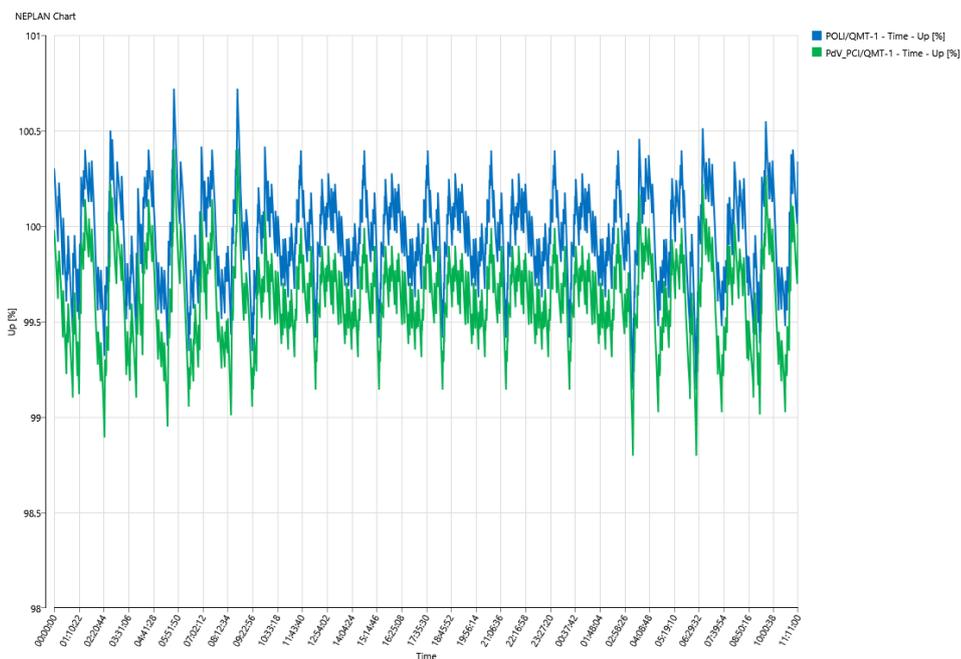


Figura 17 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV\_PCI/QMT-1 nello scenario A.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

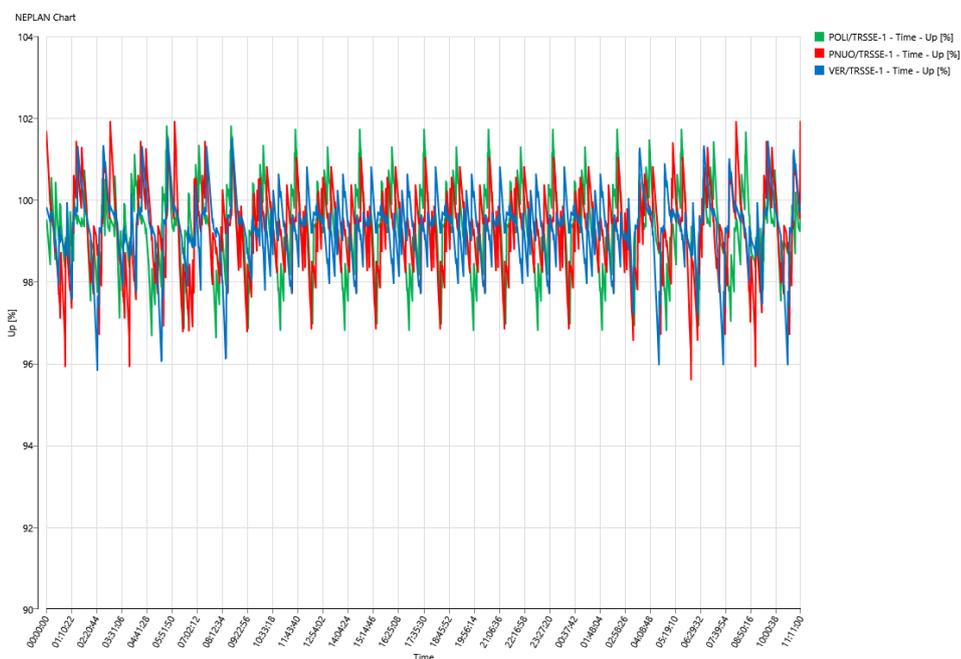


Figura 18 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario A.

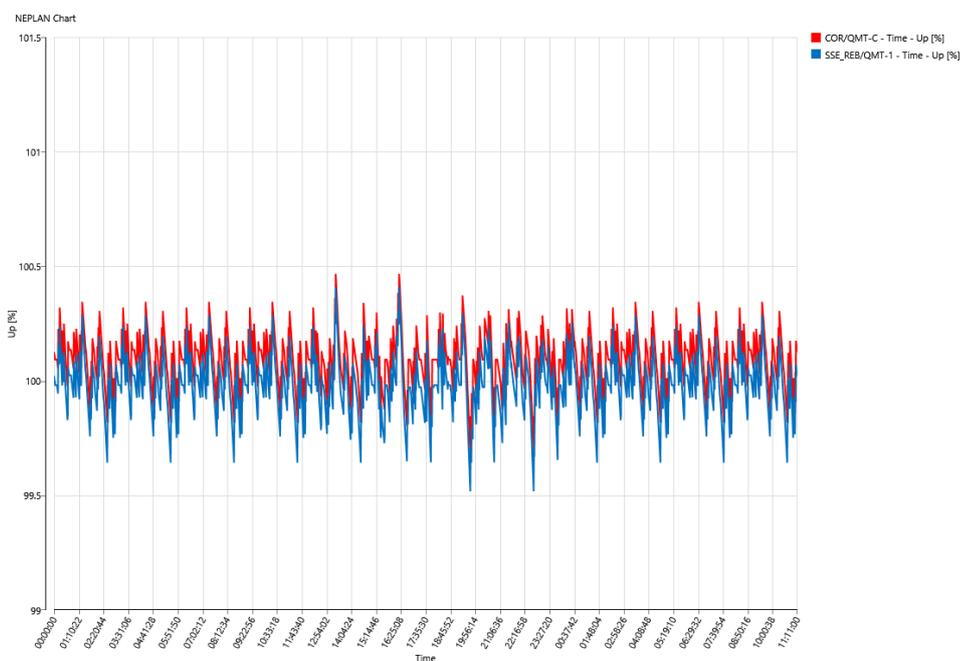


Figura 19 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE\_REB/QMT-1 nello scenario A.

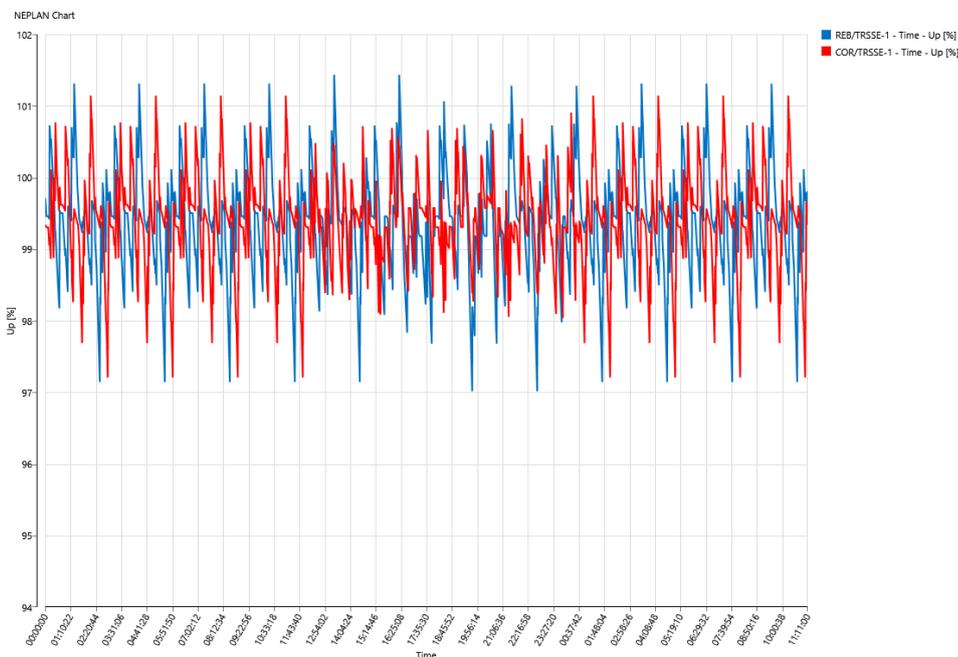


Figura 20 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario A.

### 6.3.1 Esito delle verifiche

Dai risultati ottenuti dal calcolo è possibile definire l'esito delle seguenti verifiche:

Tabella 5 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario A

Verifica	Risultato
Carico medio sulle SSE minore di 2385kW / Eventuale sovraccarico nei limiti di norma	Positivo
Tensione della linea di trazione entro i limiti normativi	Positivo
Tensione ai nodi delle dorsali MT entro i limiti del $\pm 2\%$	Positivo
Correnti nei cavi entro le portate	Positivo
Scambio di potenza con la rete entro i limiti concordati	Positivo
Fattore di potenza al punto di scambio con la rete entro i limiti definiti da ARERA	Parzialmente positivo $\cos\phi$ istantaneo < 0.9

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 7. SCENARI B: PERDITA DI UNA SSE

Le condizioni di lavoro comuni a tutti gli scenari B sono le seguenti:

- assetto della rete MT rispetto ai punti di fornitura di Porta Nuova e Corelli come in Figura 10
- tutti i componenti elettrici sono in servizio
- tutti i treni sono in circolazione (12)
- tutti i carichi sono in servizio (stazioni e pozzi di ventilazione) con il dettaglio fornito in 4.



## 7.1 Scenario B1: Perdita della SSE di Rebaudengo

### 7.1.1 Descrizione dello Scenario

Sottostazione elettrica di Rebaudengo fuori servizio. La tabella mostra come le SSE rimanenti alimentano (coprono) le tratte.

**Tabella 6 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B1**

Tratta		SSE	Copertura (m)
Da	A		
CABOTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO	299.3
POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO		
<b>POLITECNICO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPO		1810.17
POZZO DI VENTILAZIONE PPO	PASTRENGO		
PASTRENGO	POZZO DI VENTILAZIONE PPA		
POZZO DI VENTILAZIONE PPA	PORTA NUOVA		
<b>PORTA NUOVA SM</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPN		
POZZO DI VENTILAZIONE PPN	CARLO ALBERTO	PORTA NUOVA	2545.82
CARLOALBERTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCA		
POZZO DI VENTILAZIONE PCA	MOLE/GIARDINI REALI		
MOLE/GIARDINI REALI	POZZO DI VENTILAZIONE PMO		
POZZO DI VENTILAZIONE PMO	VERONA		
<b>VERONA</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PVR		
POZZO DI VENTILAZIONE PVR	NOVARA		
NOVARA	POZZO DI VENTILAZIONE PNO		
POZZO DI VENTILAZIONE PNO	BOLOGNA		
BOLOGNA	POZZO DI VENTILAZIONE PBO		
POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CIMAROSA TABACCHI		
CIMAROSA TABACCHI	POZZO DI VENTILAZIONE PCI		
POZZO DI VENTILAZIONE PCI	CORELLI - COR/QMT-SM		
<b>CORELLI</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PCO	CORELLI	2252.95
POZZO DI VENTILAZIONE PCO	SAN GIOVANNI BOSCO		
SAN GIOVANNI BOSCO	POZZO DI VENTILAZIONE PSG		
POZZO DI VENTILAZIONE PSG	GIULIO CESARE		
GIULIO CESARE	POZZO DI VENTILAZIONE PGC		
POZZO DI VENTILAZIONE PGC	REBAUDENGO		
REBAUDENGO	POZZO DI VENTILAZIONE RRB		
POZZO DI VENTILAZIONE RRB	SSE DEPOSITO REBAUDENGO		
SSE DEPOSITO REBAUDENGO	DEPOSITO REBAUDENGO	<b>TOTALE</b>	<b>9457.8</b>



### 7.1.2 Caratterizzazione dei carichi di trazione nelle diverse SSE

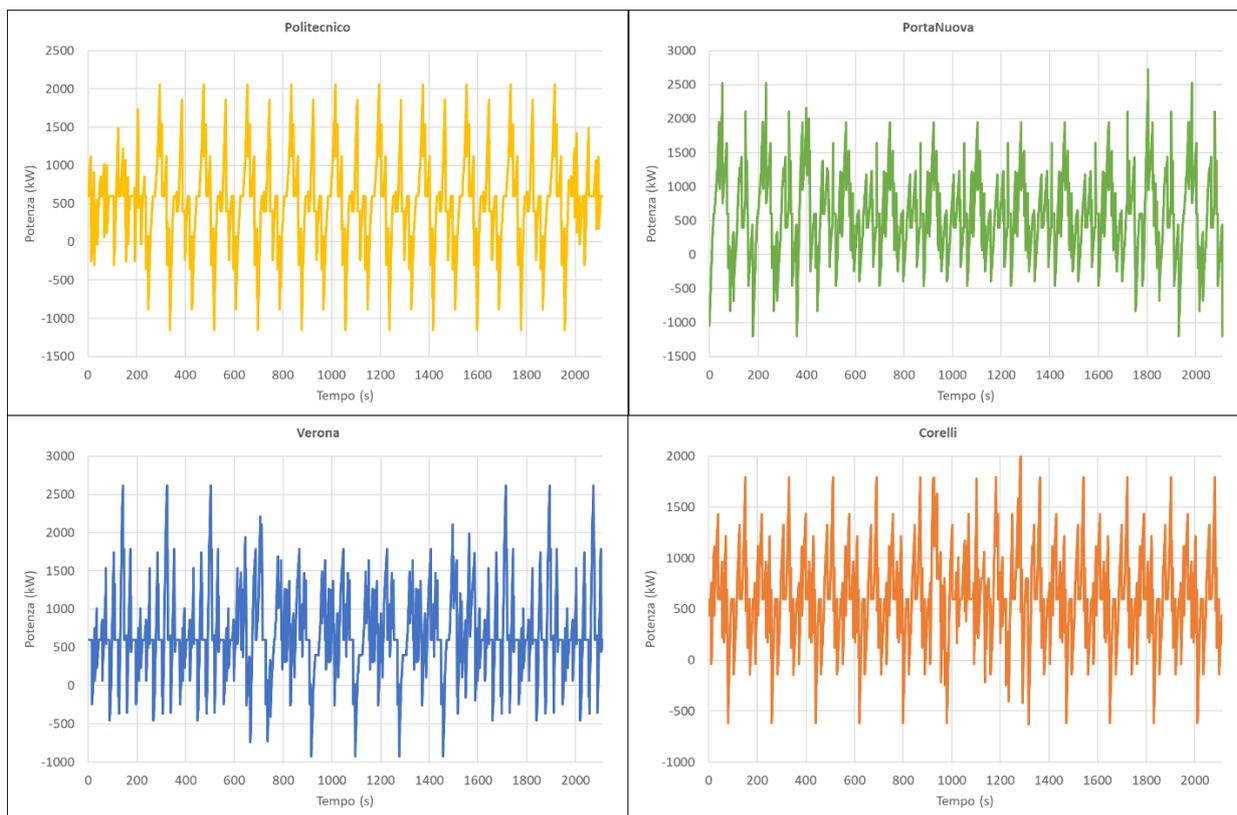
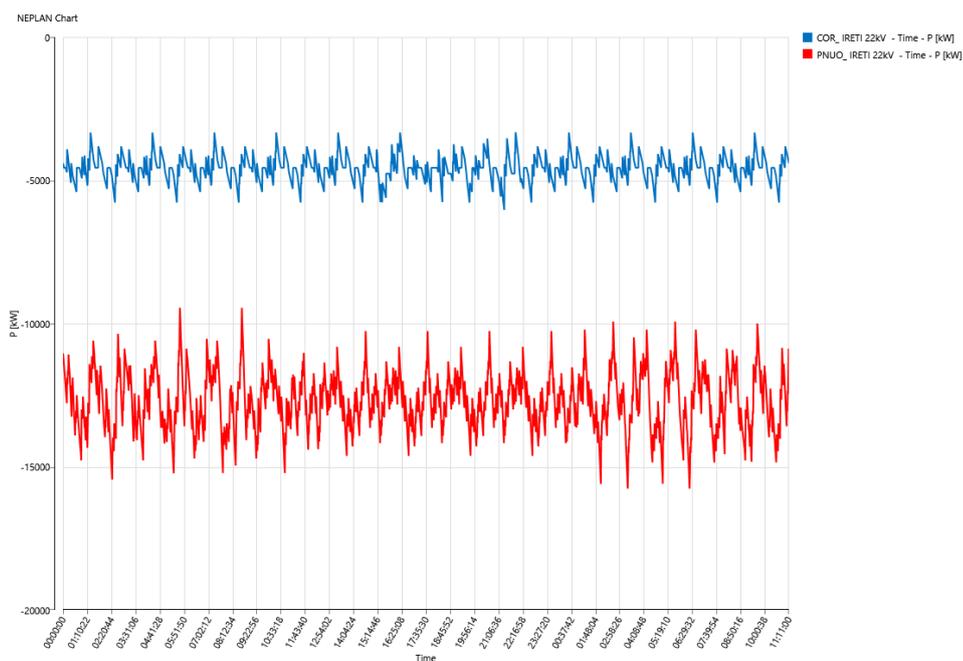


Figura 21 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B1.

### 7.1.3 Risultati del calcolo di load flow nel tempo



**Figura 22 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B1.**



**Figura 23 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B1.**

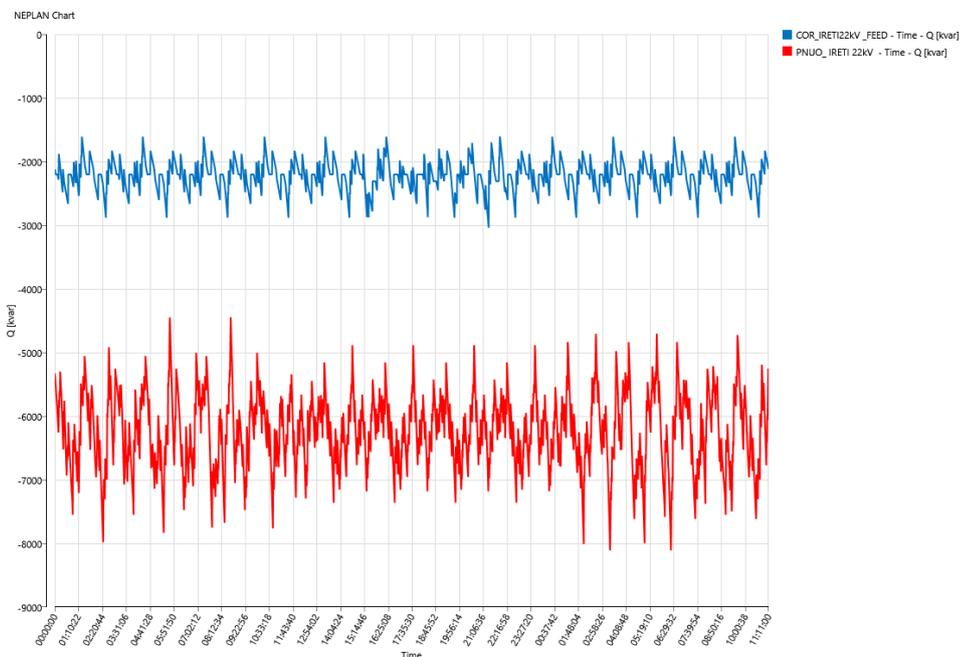


Figura 24 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B1.

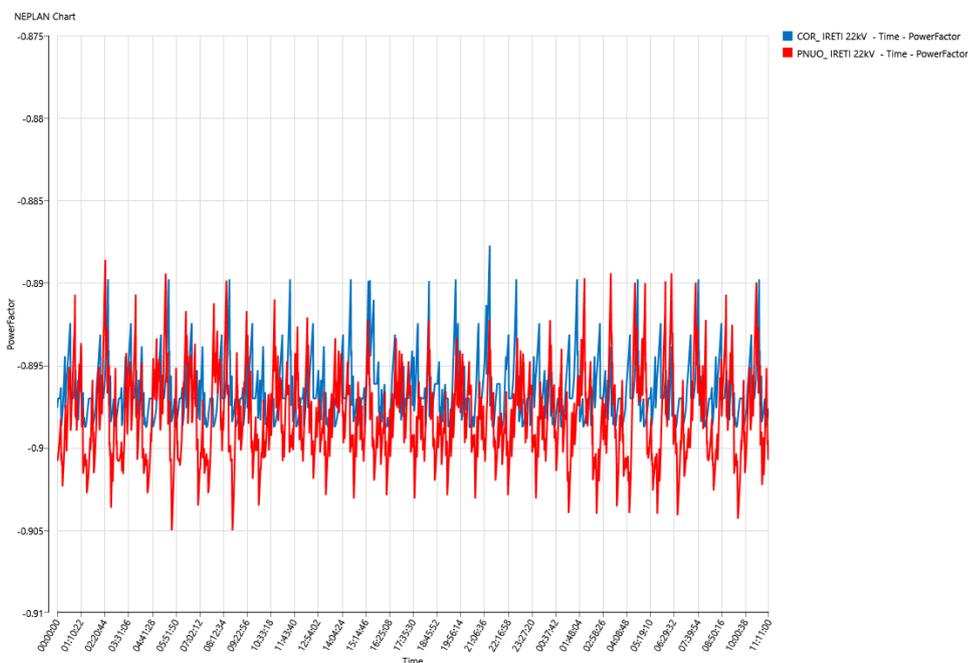


Figura 25 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B1.



Figura 26 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B1.

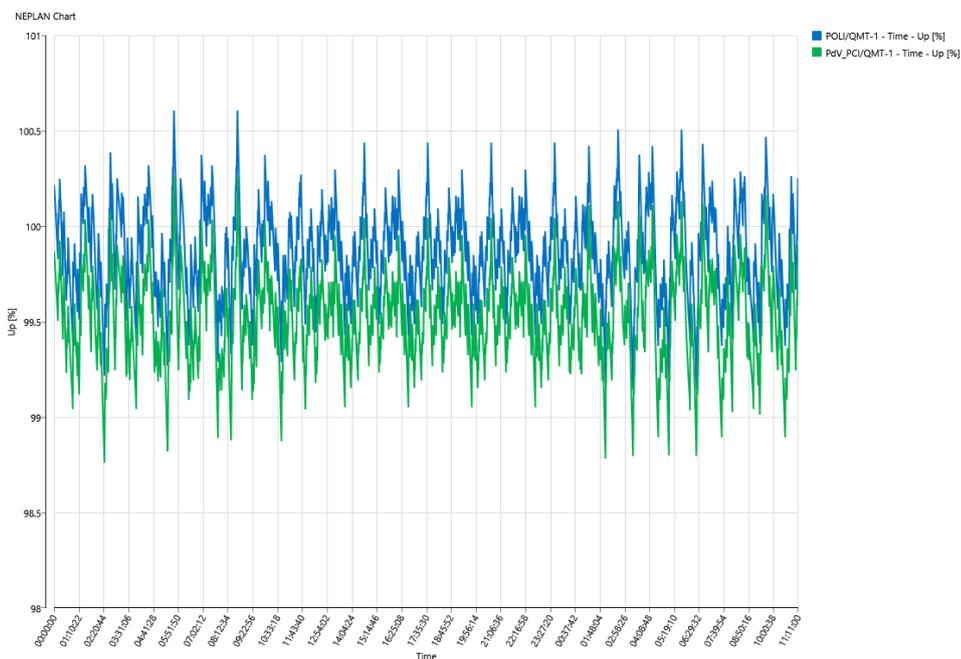


Figura 27 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV\_PCI/QMT-1 nello scenario B1.

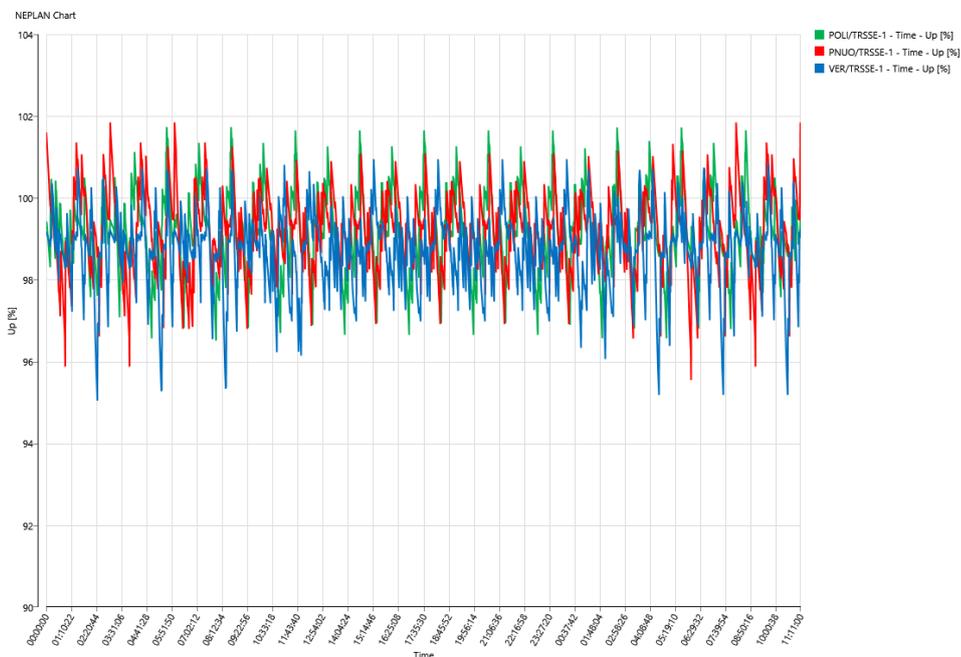


Figura 28 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B1.

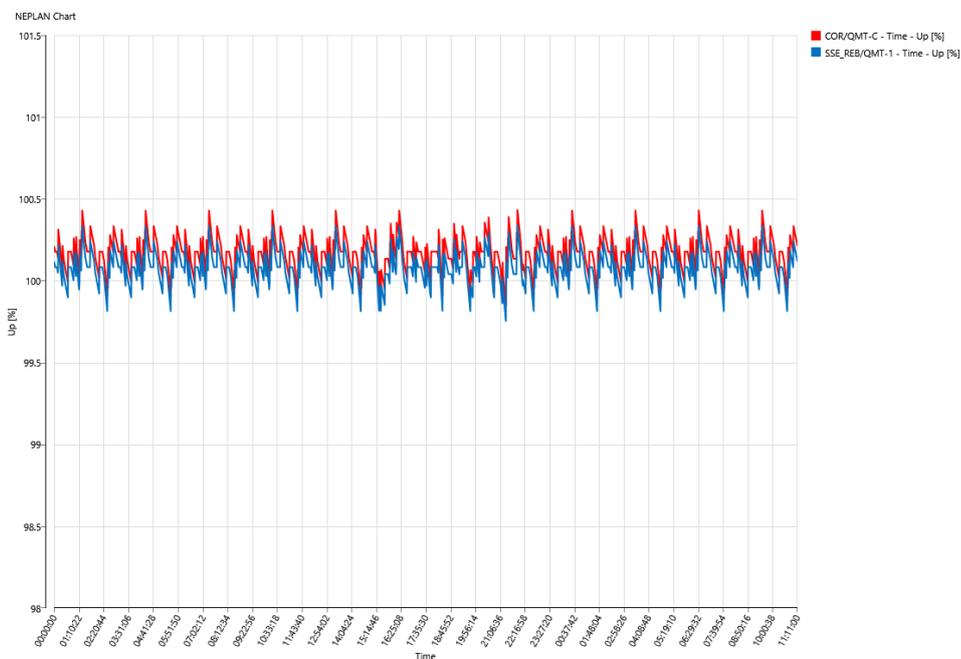


Figura 29 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE\_REB/QMT-1 nello scenario B1.

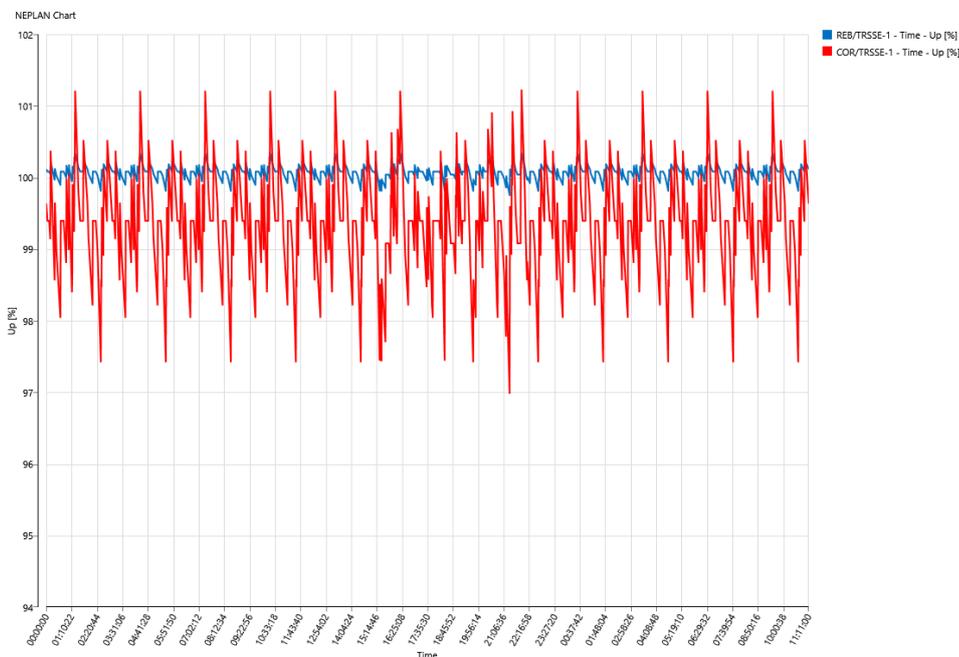


Figura 30 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B1.

### 7.1.4 Esito delle verifiche

Dai risultati ottenuti dal calcolo è possibile definire l'esito delle seguenti verifiche:

Tabella 7 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B1

Verifica	Risultato
Carico medio sulle SSE minore di 2385kW / Eventuale sovraccarico nei limiti di norma	<b>Positivo</b>
Tensione della linea di trazione entro i limiti normativi	<b>Positivo</b>
Tensione ai nodi delle dorsali MT entro i limiti del $\pm 2\%$	<b>Positivo</b>
Correnti nei cavi entro le portate	<b>Positivo</b>
Scambio di potenza con la rete entro i limiti concordati	<b>Positivo</b>
Fattore di potenza al punto di scambio con la rete entro i limiti definiti da ARERA	<b>Parzialmente positivo</b> <b>cosφ istantaneo &lt; 0.9</b>



## 7.2 Scenario B2: Perdita della SSE di Corelli

### 7.2.1 Descrizione dello Scenario

Sottostazione elettrica di Corelli fuori servizio. La tabella mostra come le SSE rimanenti alimentano (coprono) le tratte.

**Tabella 8 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B2**

Tratta		SSE	Copertura (m)
Da	A		
CABOTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO	299.3
POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO		
<b>POLITECNICO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPO		1810.17
POZZO DI VENTILAZIONE PPO	PASTRENGO		
PASTRENGO	POZZO DI VENTILAZIONE PPA		
POZZO DI VENTILAZIONE PPA	PORTA NUOVA		
<b>PORTA NUOVA SM</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPN	PORTA NUOVA SM	2545.82
POZZO DI VENTILAZIONE PPN	CARLO ALBERTO		
CARLOALBERTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCA		
POZZO DI VENTILAZIONE PCA	MOLE/GIARDINI REALI		
MOLE/GIARDINI REALI	POZZO DI VENTILAZIONE PMO		
POZZO DI VENTILAZIONE PMO	VERONA		
<b>VERONA</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PVR	VERONA	2549.56
POZZO DI VENTILAZIONE PVR	NOVARA		
NOVARA	POZZO DI VENTILAZIONE PNO		
POZZO DI VENTILAZIONE PNO	BOLOGNA		
BOLOGNA	POZZO DI VENTILAZIONE PBO		
POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CIMAROSA TABACCHI		
CIMAROSA TABACCHI	POZZO DI VENTILAZIONE PCI		
POZZO DI VENTILAZIONE PCI	CORELLI - COR/QMT-SM		
CORELLI	POZZO DI VENTILAZIONE PCO	REBAUDENGO	1842.95
POZZO DI VENTILAZIONE PCO	SAN GIOVANNI BOSCO		
SAN GIOVANNI BOSCO	POZZO DI VENTILAZIONE PSG		
POZZO DI VENTILAZIONE PSG	GIULIO CESARE		
GIULIO CESARE	POZZO DI VENTILAZIONE PGC		
POZZO DI VENTILAZIONE PGC	REBAUDENGO		
<b>REBAUDENGO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE RRB		
POZZO DI VENTILAZIONE RRB	SSE DEPOSITO REBAUDENGO		
SSE DEPOSITO REBAUDENGO	DEPOSITO REBAUDENGO		
<b>TOTALE</b>			<b>9457.8</b>



### 7.2.2 Caratterizzazione dei carichi di trazione nelle diverse SSE

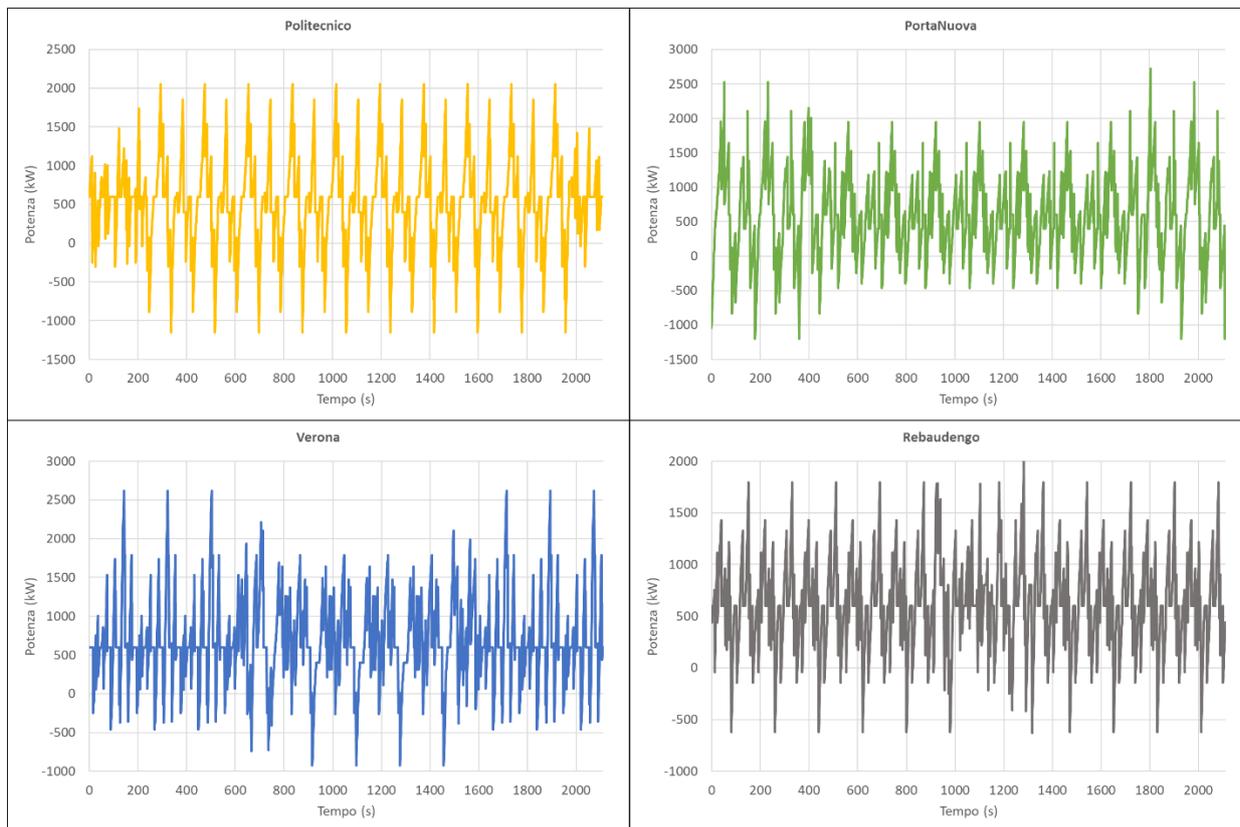


Figura 31 - Potenza assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B2.



### 7.2.3 Risultati del calcolo di load flow nel tempo

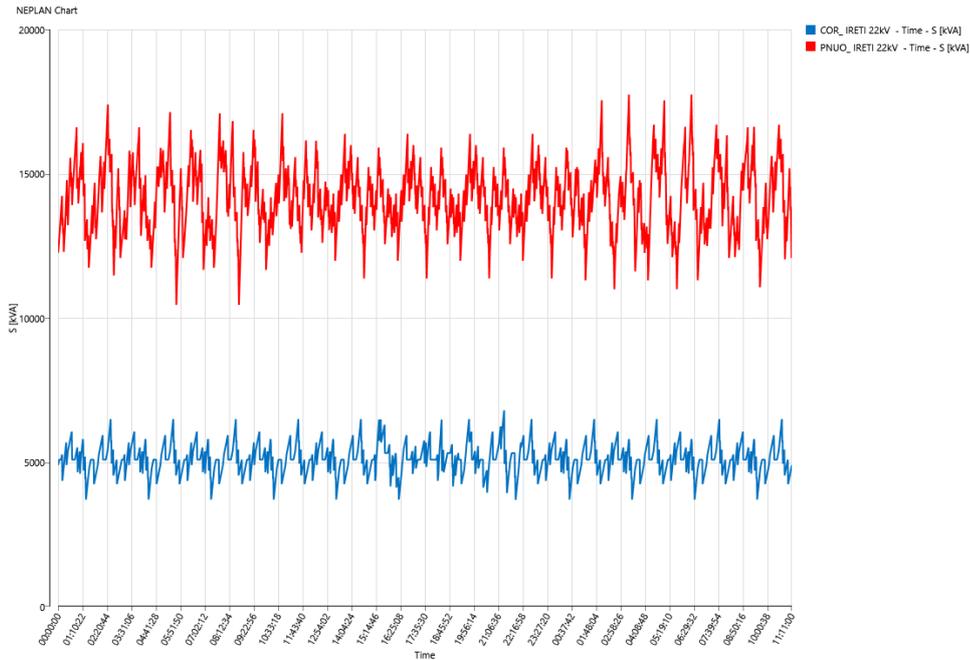


Figura 32 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B2.

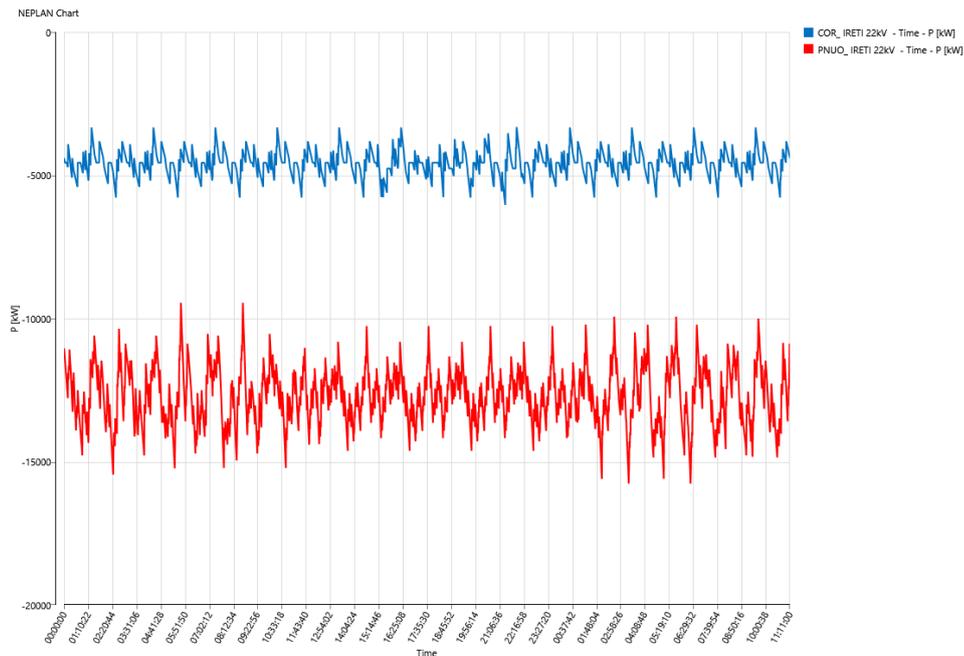


Figura 33 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B2.

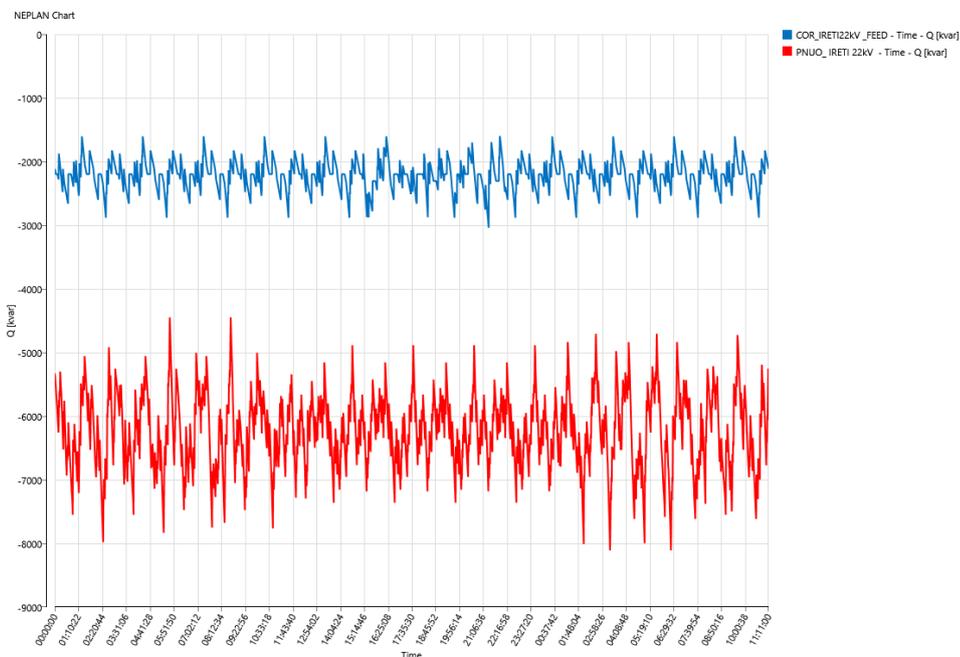


Figura 34 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B2.

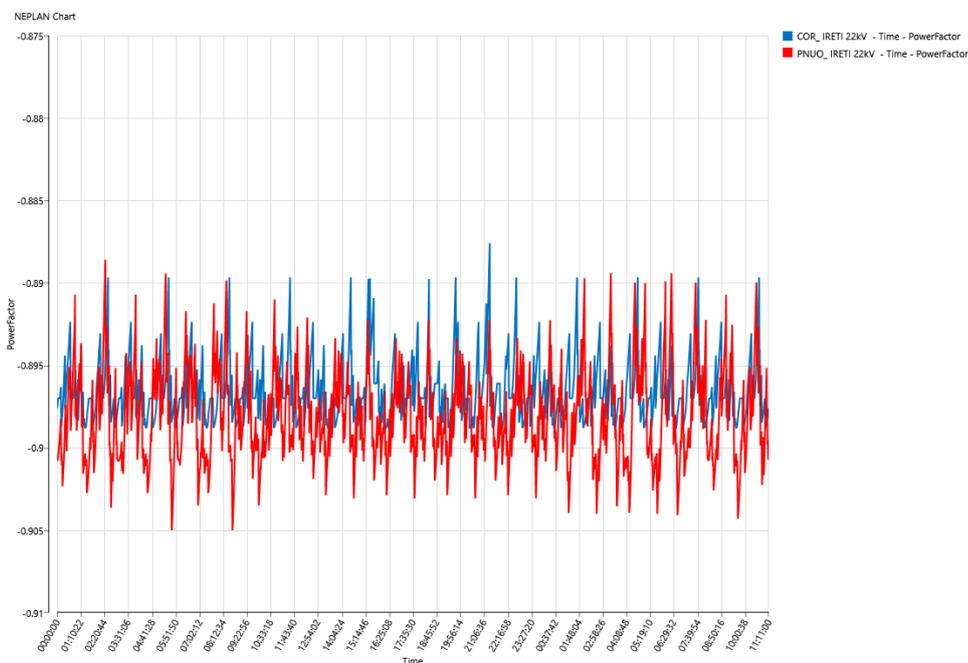


Figura 35 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B2.



Figura 36 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B2.

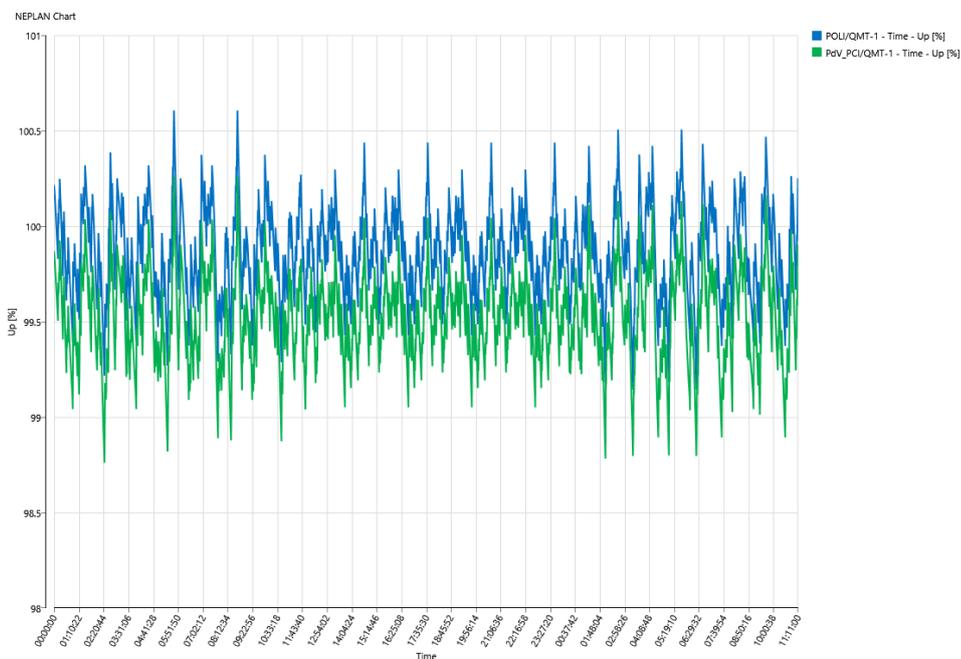


Figura 37 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV\_PCI/QMT-1 nello scenario B2.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

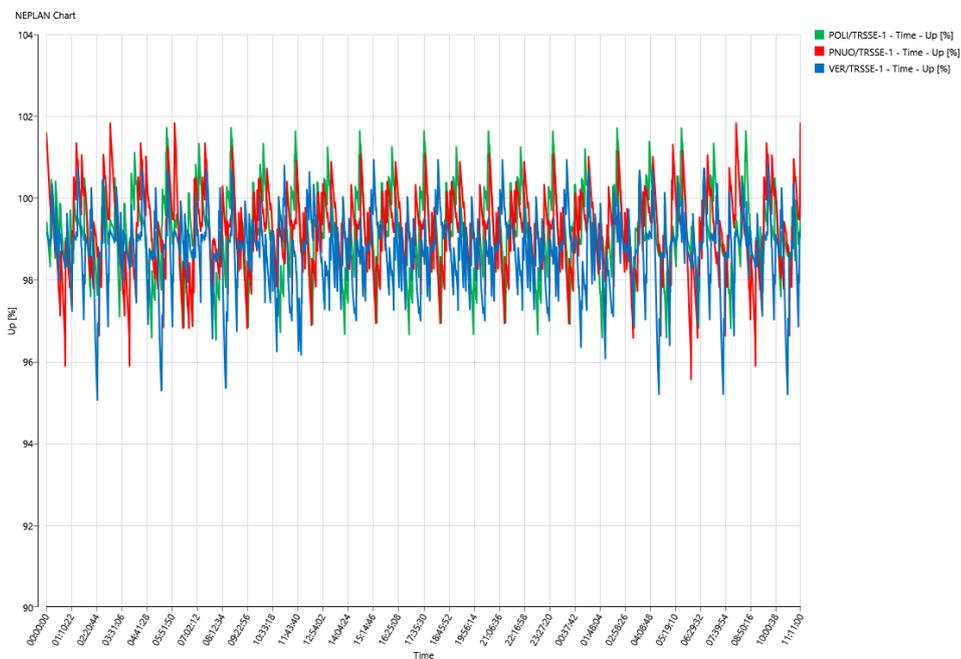


Figura 38 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B2.

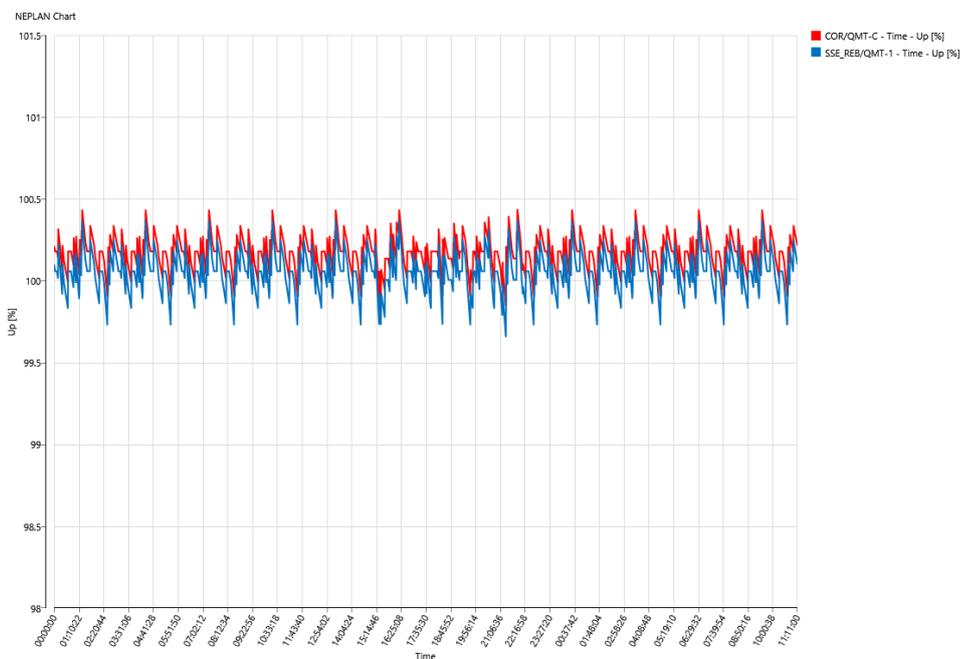


Figura 39 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE\_REB/QMT-1 nello scenario B2.

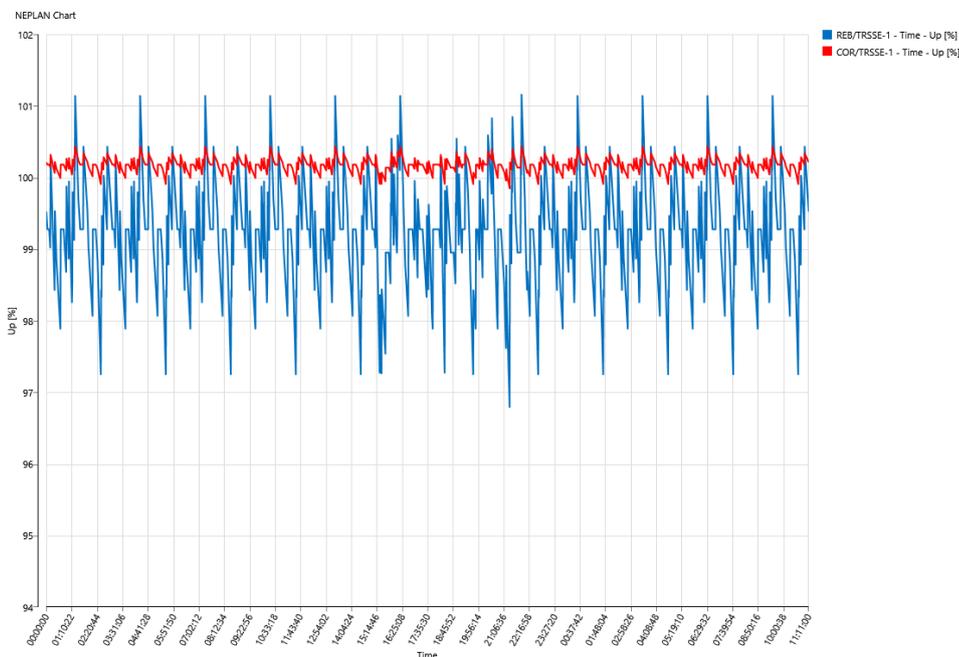


Figura 40 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B2.

### 7.2.4 Esito delle verifiche

Dai risultati ottenuti dal calcolo è possibile definire l'esito delle seguenti verifiche:

Tabella 9 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B2

Verifica	Risultato
Carico medio sulle SSE minore di 2385kW / Eventuale sovraccarico nei limiti di norma	<b>Positivo</b>
Tensione della linea di trazione entro i limiti normativi	<b>Positivo</b>
Tensione ai nodi delle dorsali MT entro i limiti del $\pm 2\%$	<b>Positivo</b>
Correnti nei cavi entro le portate	<b>Positivo</b>
Scambio di potenza con la rete entro i limiti concordati	<b>Positivo</b>
Fattore di potenza al punto di scambio con la rete entro i limiti definiti da ARERA	<b>Parzialmente positivo</b> <b>cosφ istantaneo &lt; 0.9</b>



### 7.3 Scenario B3: Perdita della SSE di Verona

#### 7.3.1 Descrizione dello Scenario

Sottostazione elettrica di Verona fuori servizio. La tabella mostra come le SSE rimanenti alimentano (coprono) le tratte.

**Tabella 10 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B3**

Tratta		SSE	Copertura (m)
Da	A		
CABOTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO	299.3
POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO		
<b>POLITECNICO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPO		1810.17
POZZO DI VENTILAZIONE PPO	PASTRENGO		
PASTRENGO	POZZO DI VENTILAZIONE PPA		
POZZO DI VENTILAZIONE PPA	PORTA NUOVA		
<b>PORTA NUOVA SM</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPN	PORTA NUOVA	2545.82
POZZO DI VENTILAZIONE PPN	CARLO ALBERTO		
CARLOALBERTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCA		
POZZO DI VENTILAZIONE PCA	MOLE/GIARDINI REALI		
MOLE/GIARDINI REALI	POZZO DI VENTILAZIONE PMO		
POZZO DI VENTILAZIONE PMO	VERONA		
VERONA	POZZO DI VENTILAZIONE PVR	CORELLI	2549.56
POZZO DI VENTILAZIONE PVR	NOVARA		
NOVARA	POZZO DI VENTILAZIONE PNO		
POZZO DI VENTILAZIONE PNO	BOLOGNA		
BOLOGNA	POZZO DI VENTILAZIONE PBO		
POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CIMAROSA TABACCHI		
CIMAROSA TABACCHI	POZZO DI VENTILAZIONE PCI		
POZZO DI VENTILAZIONE PCI	CORELLI - COR/QMT-SM		
<b>CORELLI</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PCO		
POZZO DI VENTILAZIONE PCO	SAN GIOVANNI BOSCO		
SAN GIOVANNI BOSCO	POZZO DI VENTILAZIONE PSG	REBAUDENGO	1262.84
POZZO DI VENTILAZIONE PSG	GIULIO CESARE		
GIULIO CESARE	POZZO DI VENTILAZIONE PGC		
POZZO DI VENTILAZIONE PGC	REBAUDENGO		410
<b>REBAUDENGO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE RRB		
POZZO DI VENTILAZIONE RRB	SSE DEPOSITO REBAUDENGO		
SSE DEPOSITO REBAUDENGO	DEPOSITO REBAUDENGO	<b>TOTALE</b>	<b>9457.8</b>



### 7.3.2 Caratterizzazione dei carichi di trazione nelle diverse SSE

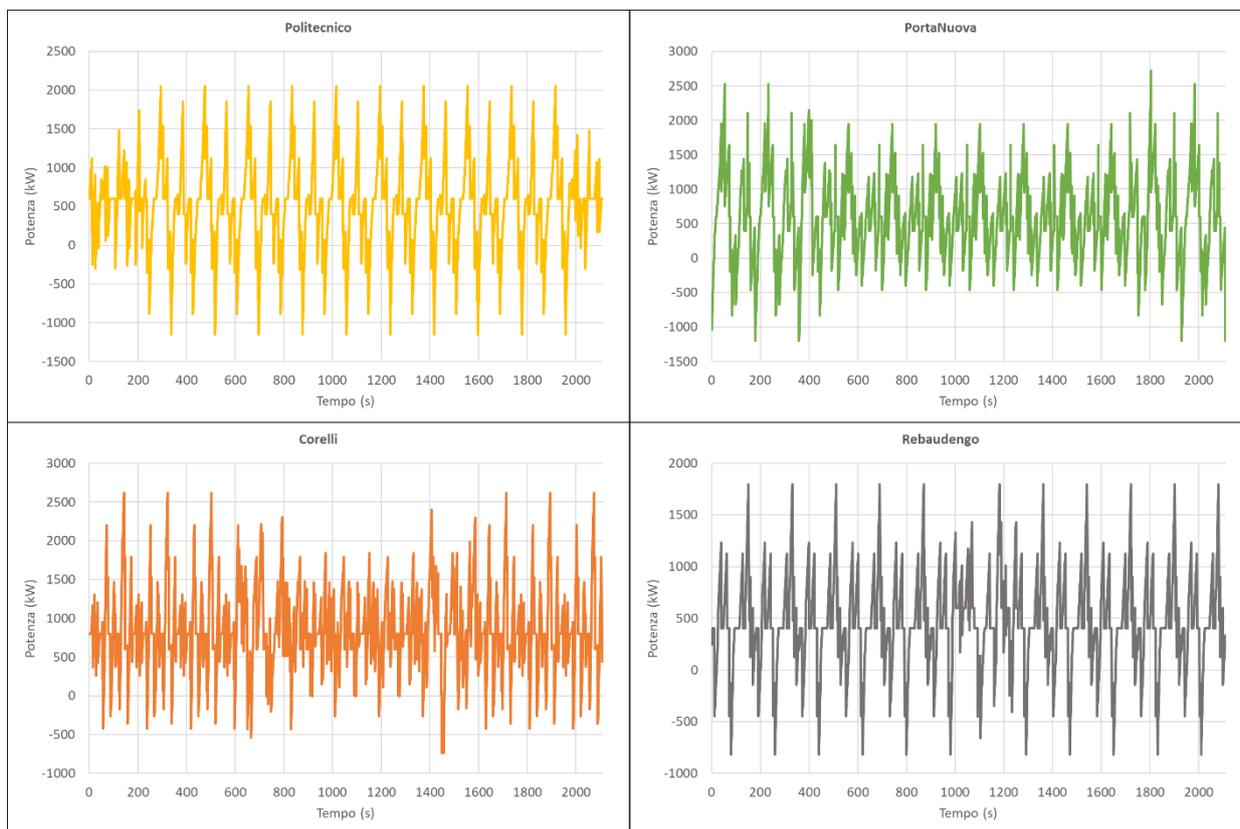


Figura 41 - Potenza assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B3.



### 7.3.3 Risultati del calcolo di load flow nel tempo

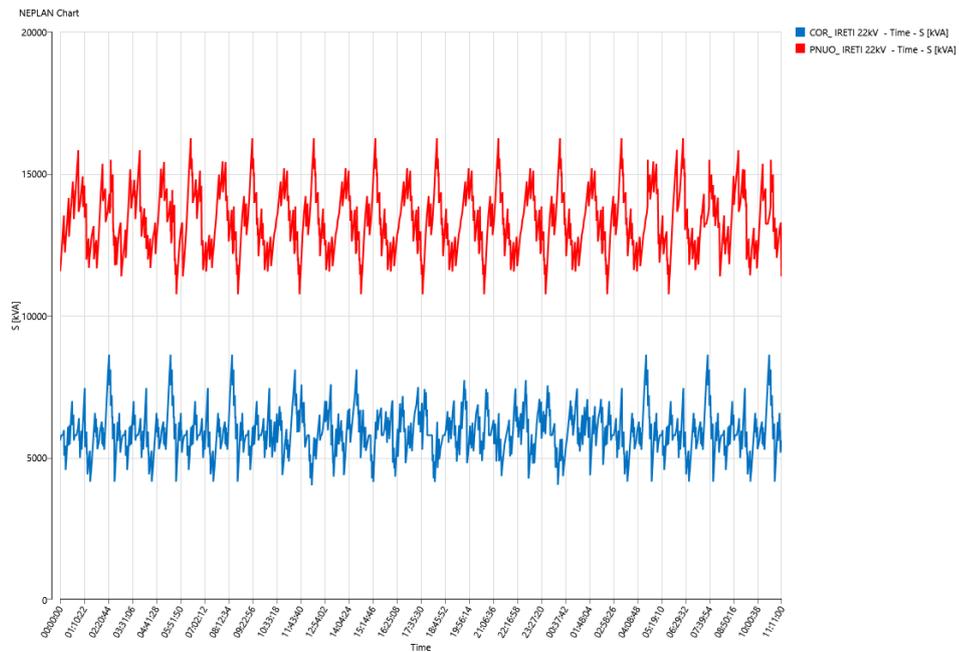


Figura 42 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B3.

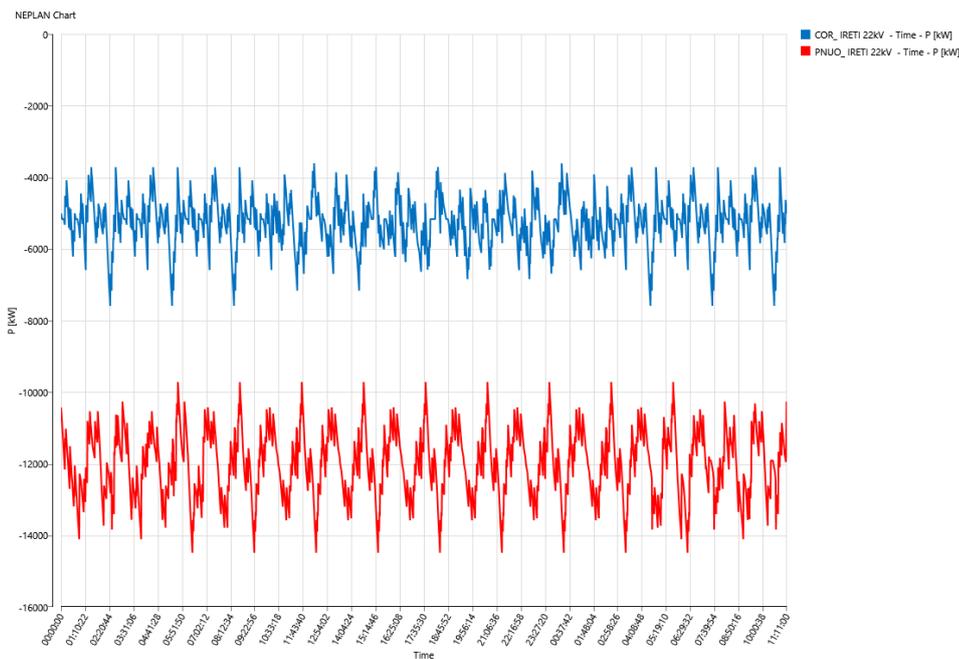


Figura 43 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B3.

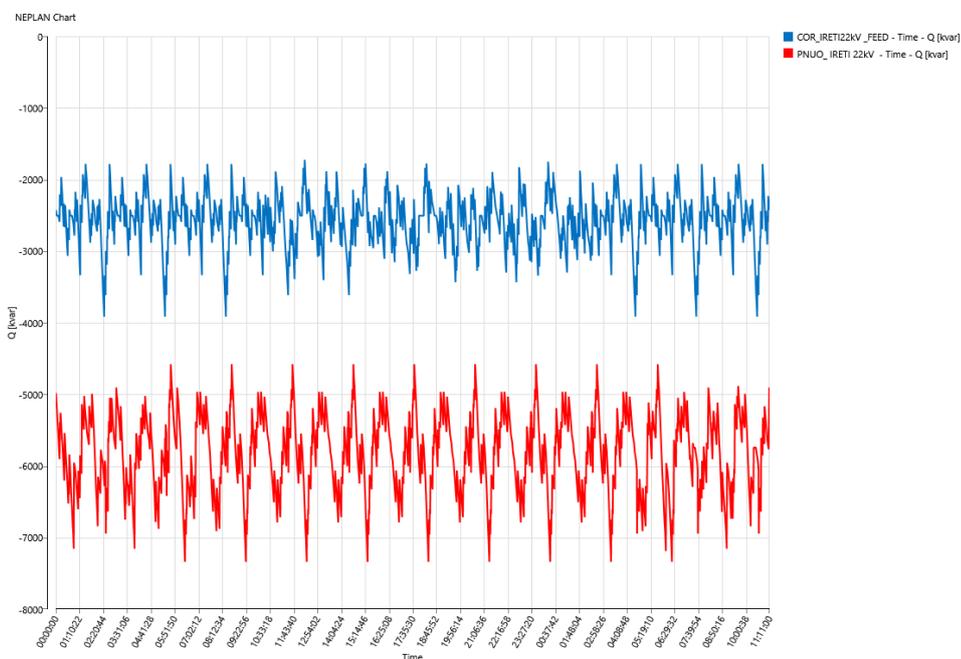


Figura 44 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B3.

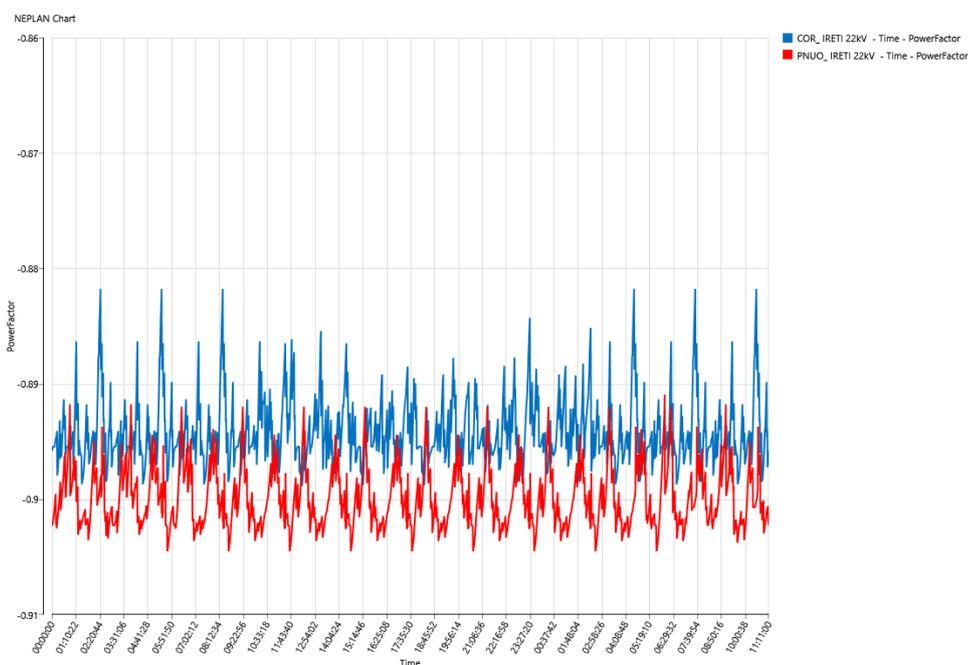


Figura 45 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B3.

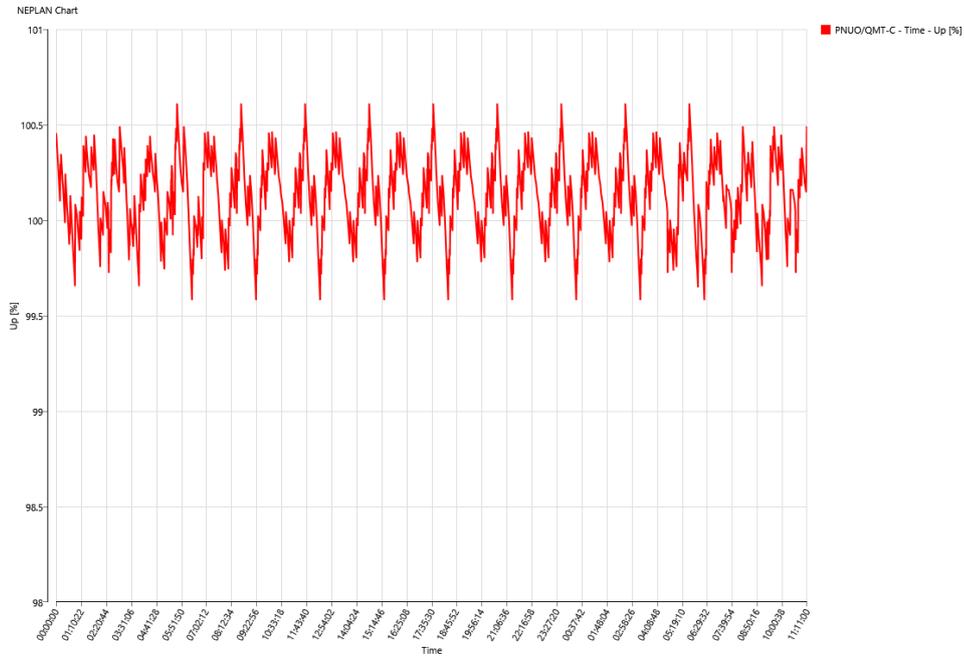


Figura 46 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B3.

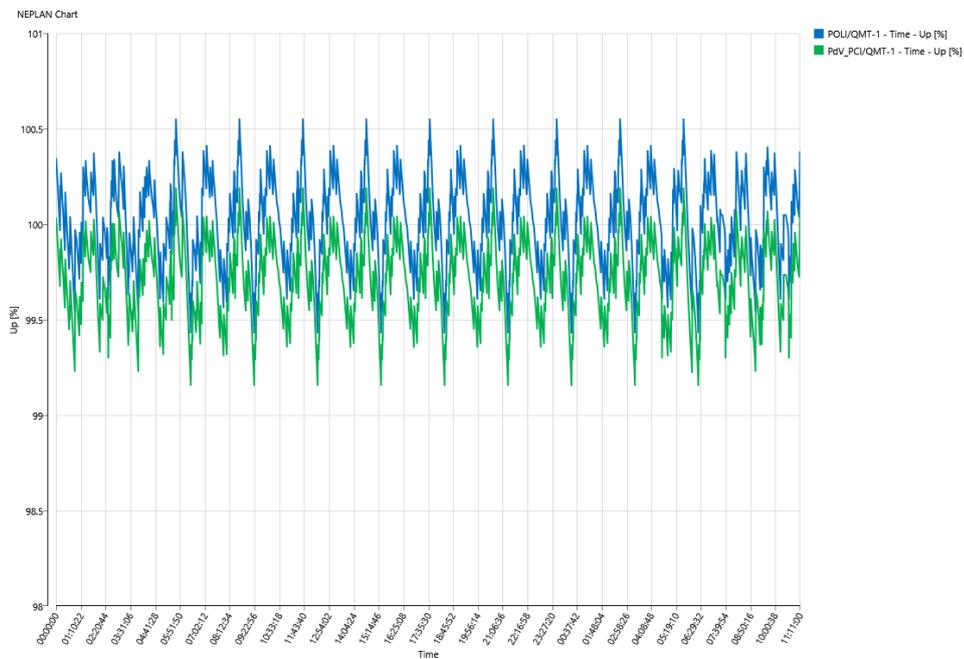


Figura 47 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV\_PCI/QMT-1 nello scenario B3.

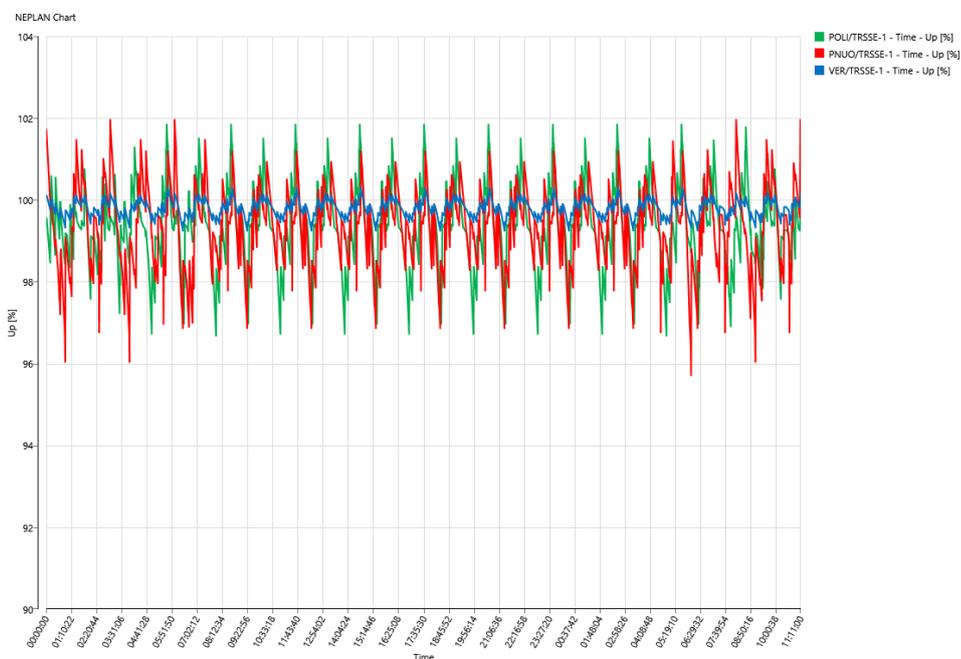


Figura 48 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B3.

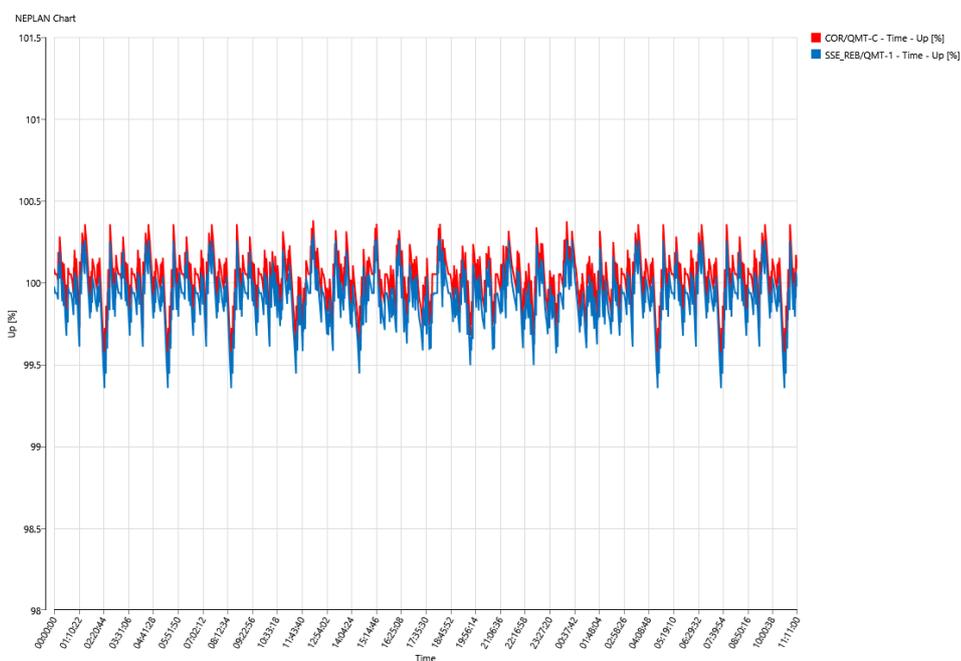


Figura 49 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE\_REB/QMT-1 nello scenario B3.

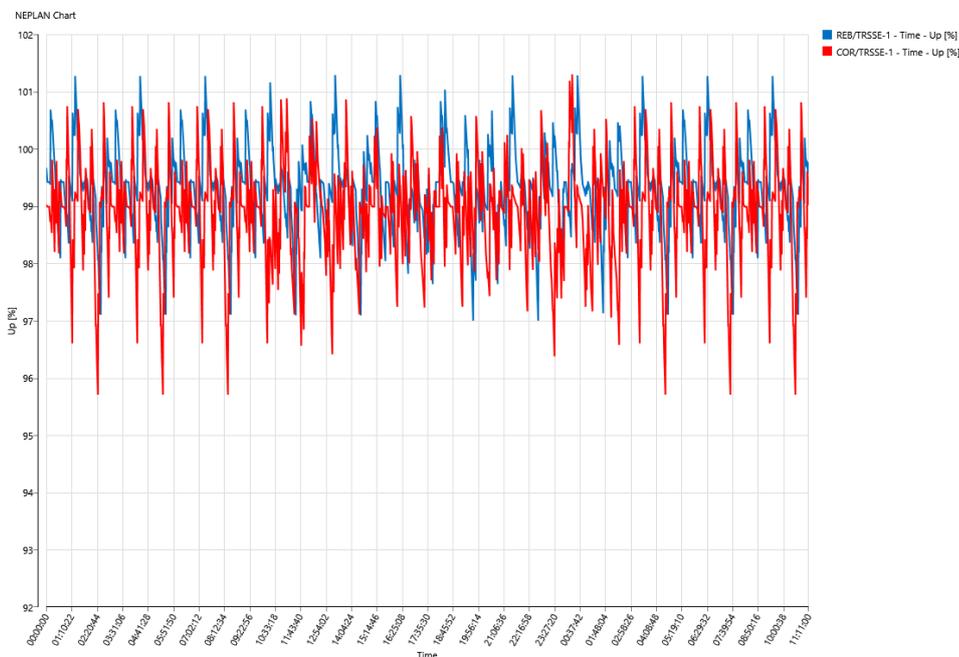


Figura 50 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B3.

### 7.3.4 Esito delle verifiche

Dai risultati ottenuti dal calcolo è possibile definire l'esito delle seguenti verifiche:

Tabella 11 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B3

Verifica	Risultato
Carico medio sulle SSE minore di 2385kW / Eventuale sovraccarico nei limiti di norma	<b>Positivo</b>
Tensione della linea di trazione entro i limiti normativi	<b>Positivo</b>
Tensione ai nodi delle dorsali MT entro i limiti del $\pm 2\%$	<b>Positivo</b>
Correnti nei cavi entro le portate	<b>Positivo</b>
Scambio di potenza con la rete entro i limiti concordati	<b>Positivo</b>
Fattore di potenza al punto di scambio con la rete entro i limiti definiti da ARERA	<b>Parzialmente positivo</b> <b>cos<math>\phi</math> istantaneo &lt; 0.9</b>



## 7.4 Scenario B4: Perdita della SSE di Porta Nuova

### 7.4.1 Descrizione dello Scenario

Sottostazione elettrica di Porta Nuova fuori servizio. La tabella mostra come le SSE rimanenti alimentano (coprono) le tratte.

**Tabella 12 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B4**

Tratta		SSE	Copertura (m)
Da	A		
CABOTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCB	<b>POLITECNICO</b>	299.3
POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO		
<b>POLITECNICO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPO		1810.17
POZZO DI VENTILAZIONE PPO	PASTRENGO		
PASTRENGO	POZZO DI VENTILAZIONE PPA		
POZZO DI VENTILAZIONE PPA	PORTA NUOVA SM		
PORTA NUOVA SM	POZZO DI VENTILAZIONE PPN	<b>VERONA</b>	2545.82
POZZO DI VENTILAZIONE PPN	CARLO ALBERTO		
CARLOALBERTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCA		
POZZO DI VENTILAZIONE PCA	MOLE/GIARDINI REALI		
MOLE/GIARDINI REALI	POZZO DI VENTILAZIONE PMO		
POZZO DI VENTILAZIONE PMO	<b>VERONA</b>		
<b>VERONA</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PVR	725.52	
POZZO DI VENTILAZIONE PVR	NOVARA		
NOVARA	POZZO DI VENTILAZIONE PNO	<b>CORELLI</b>	1824.04
POZZO DI VENTILAZIONE PNO	BOLOGNA		
BOLOGNA	POZZO DI VENTILAZIONE PBO		
POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CIMAROSA TABACCHI		
CIMAROSA TABACCHI	POZZO DI VENTILAZIONE PCI		
POZZO DI VENTILAZIONE PCI	CORELLI - COR/QMT-SM		
<b>CORELLI</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PCO	580.11	
POZZO DI VENTILAZIONE PCO	SAN GIOVANNI BOSCO		
SAN GIOVANNI BOSCO	POZZO DI VENTILAZIONE PSG	<b>REBAUDENGO</b>	1262.84
POZZO DI VENTILAZIONE PSG	GIULIO CESARE		
GIULIO CESARE	POZZO DI VENTILAZIONE PGC		
POZZO DI VENTILAZIONE PGC	REBAUDENGO		
<b>REBAUDENGO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE RRB		
POZZO DI VENTILAZIONE RRB	SSE DEPOSITO REBAUDENGO		
SSE DEPOSITO REBAUDENGO	DEPOSITO REBAUDENGO	410	
<b>TOTALE</b>			<b>9457.8</b>



### 7.4.2 Caratterizzazione dei carichi di trazione nelle diverse SSE

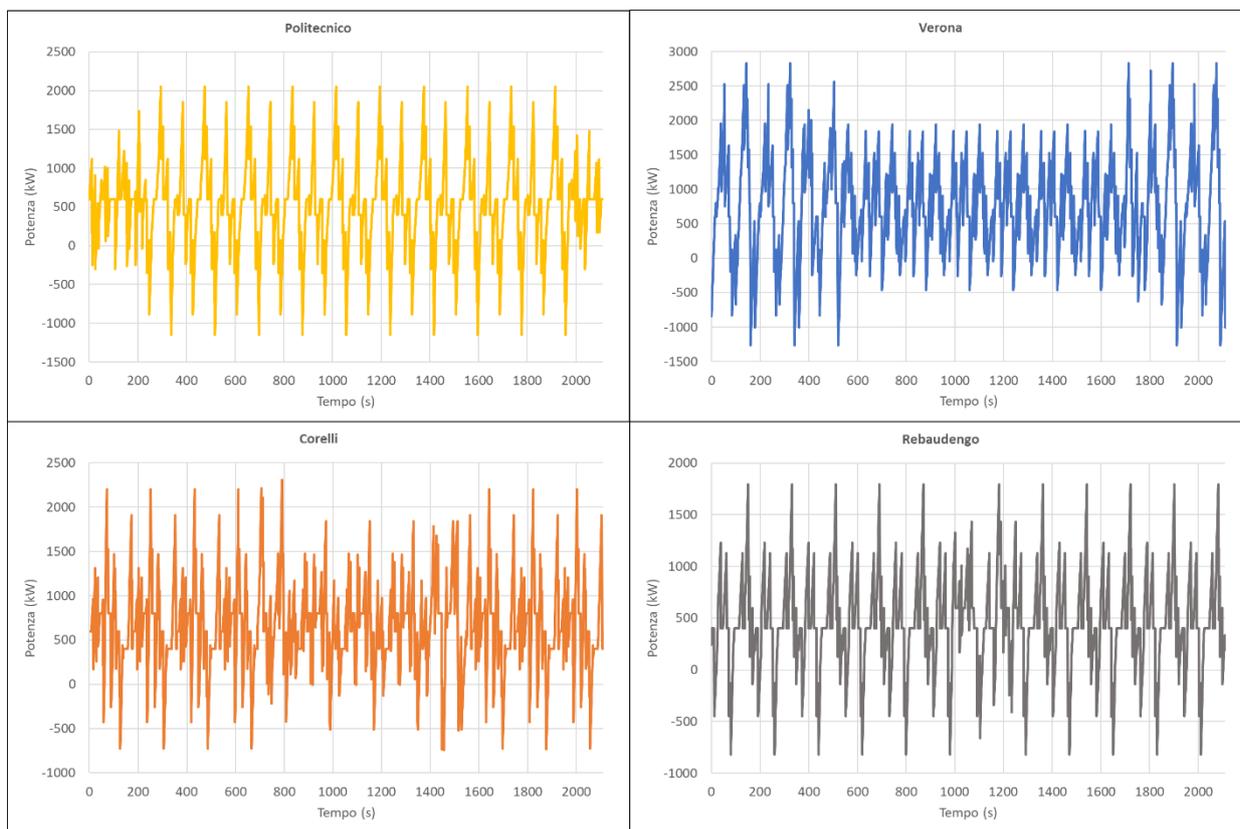


Figura 51 - Potenza assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B4.



### 7.4.3 Risultati del calcolo di load flow nel tempo

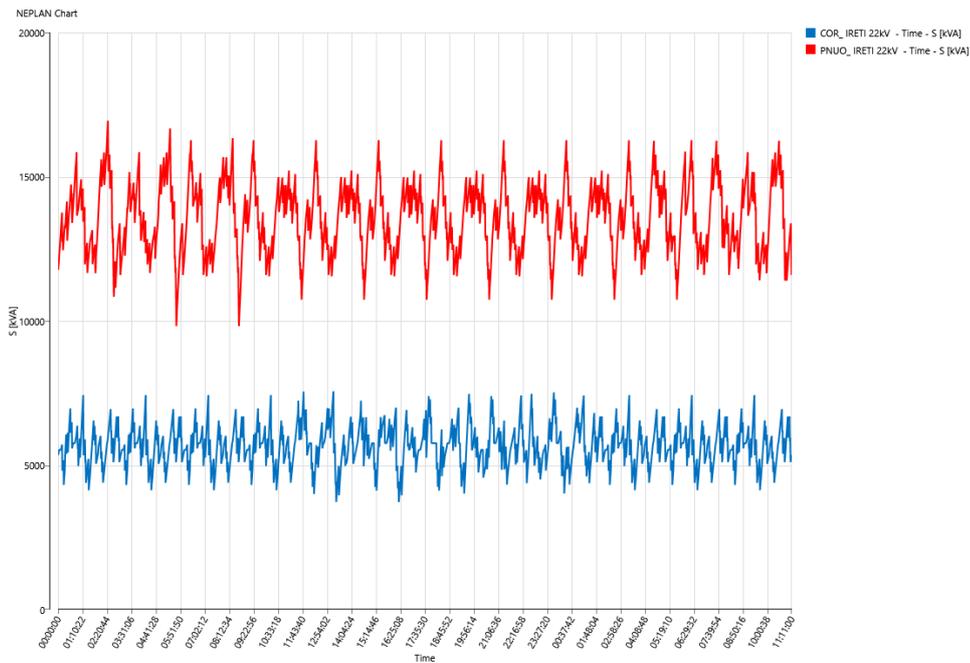


Figura 52 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B4.

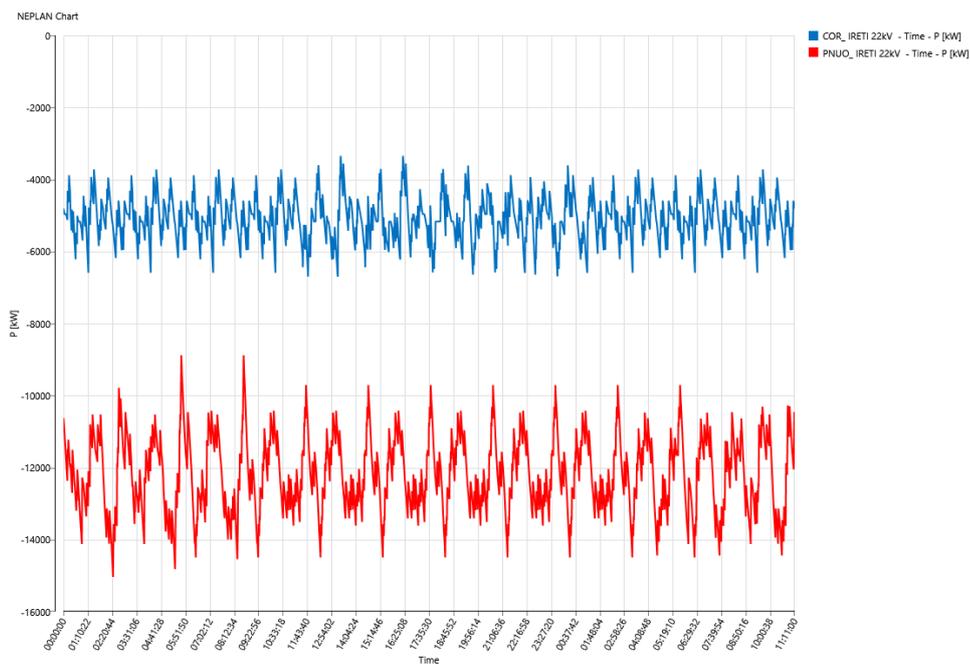


Figura 53 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B4.

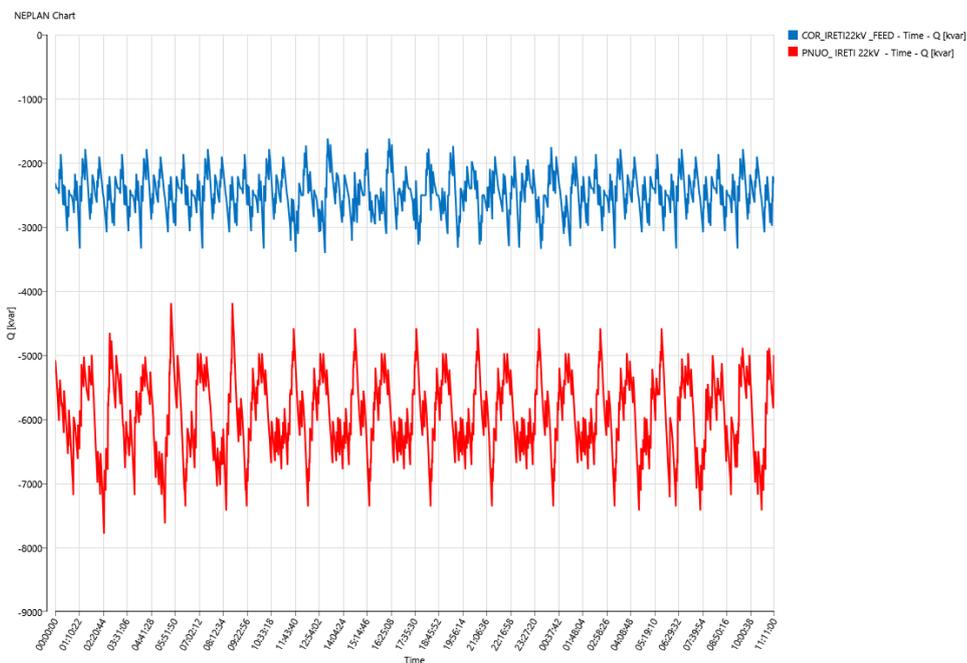


Figura 54 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B4.

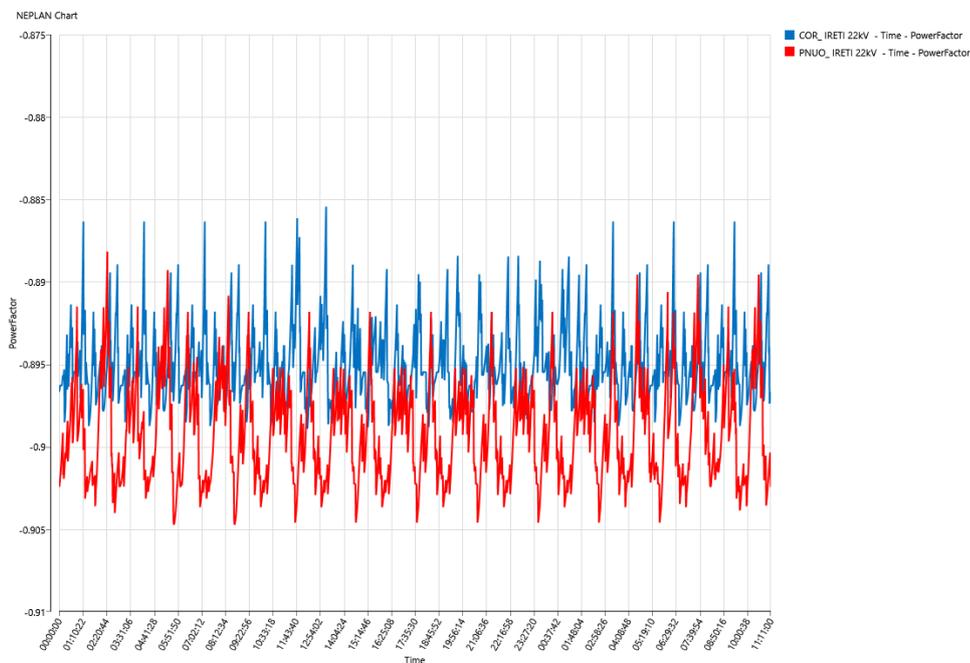


Figura 55 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B4.

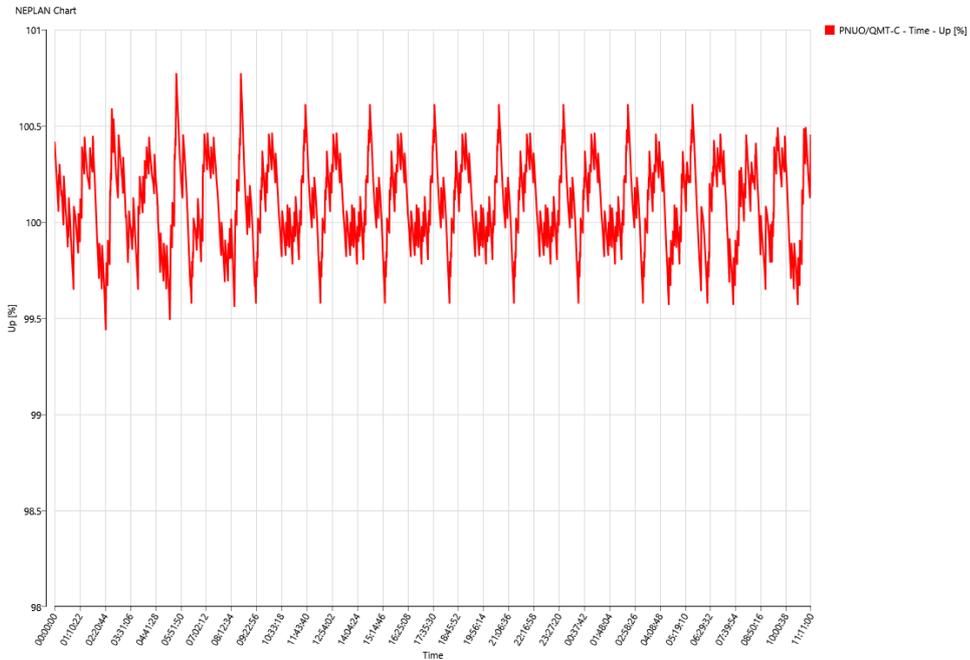


Figura 56 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B4.

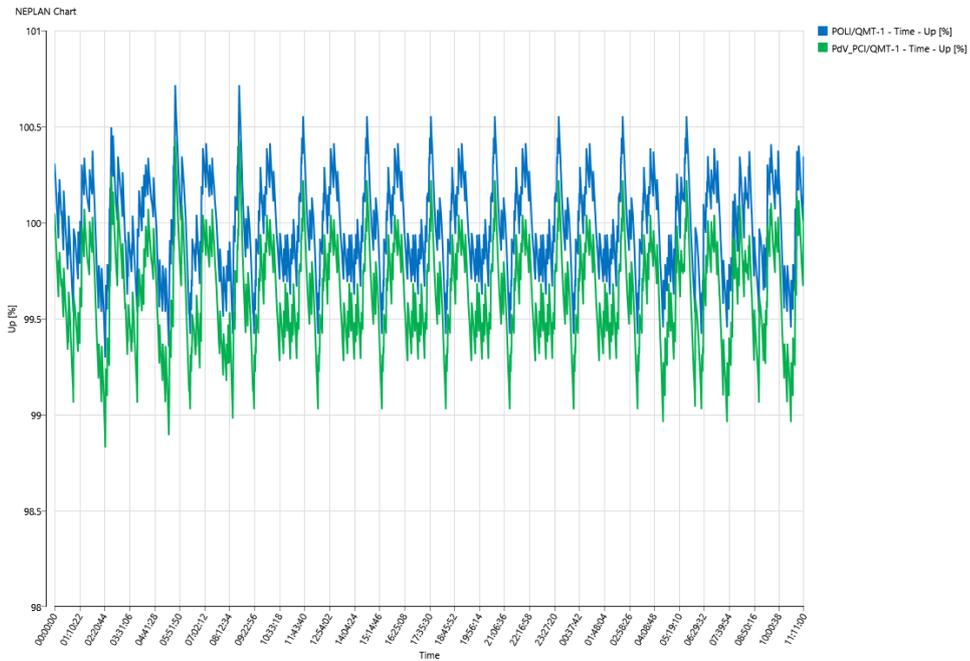


Figura 57 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV\_PCI/QMT-1 nello scenario B4.

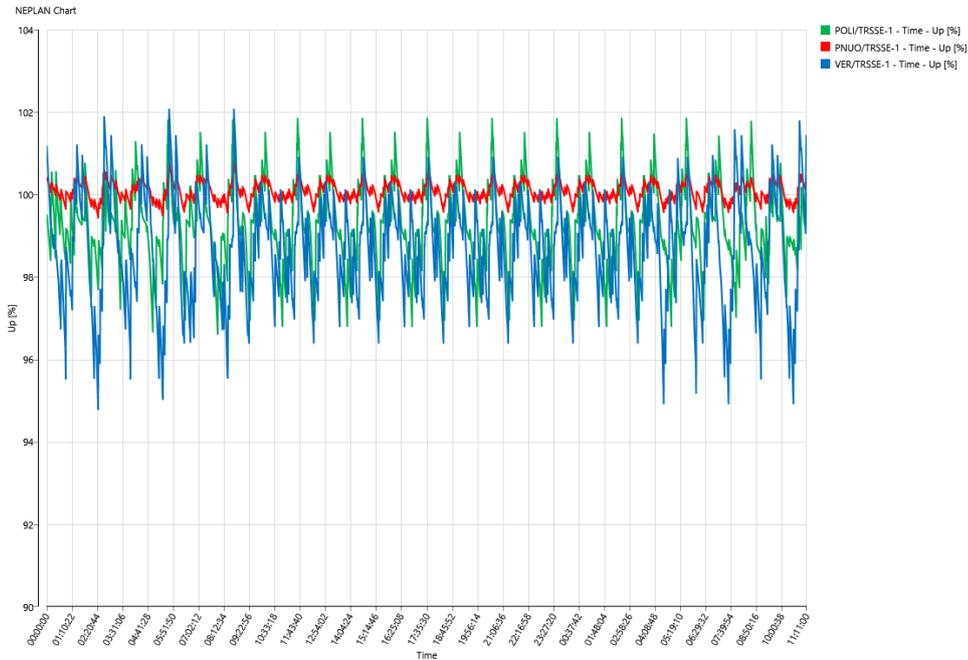


Figura 58 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B4.

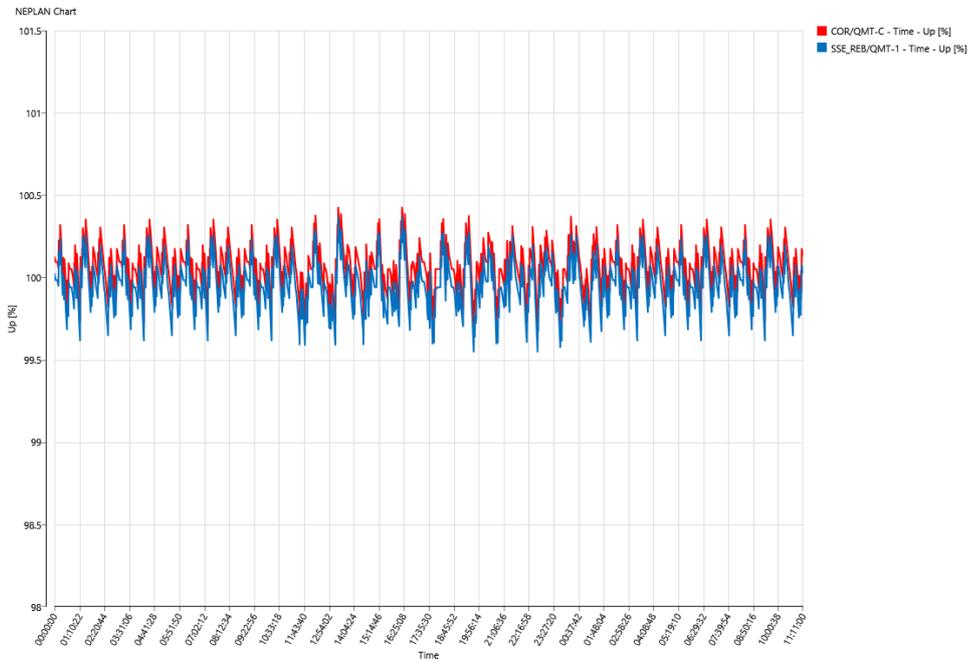


Figura 59 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE\_REB/QMT-1 nello scenario B4.

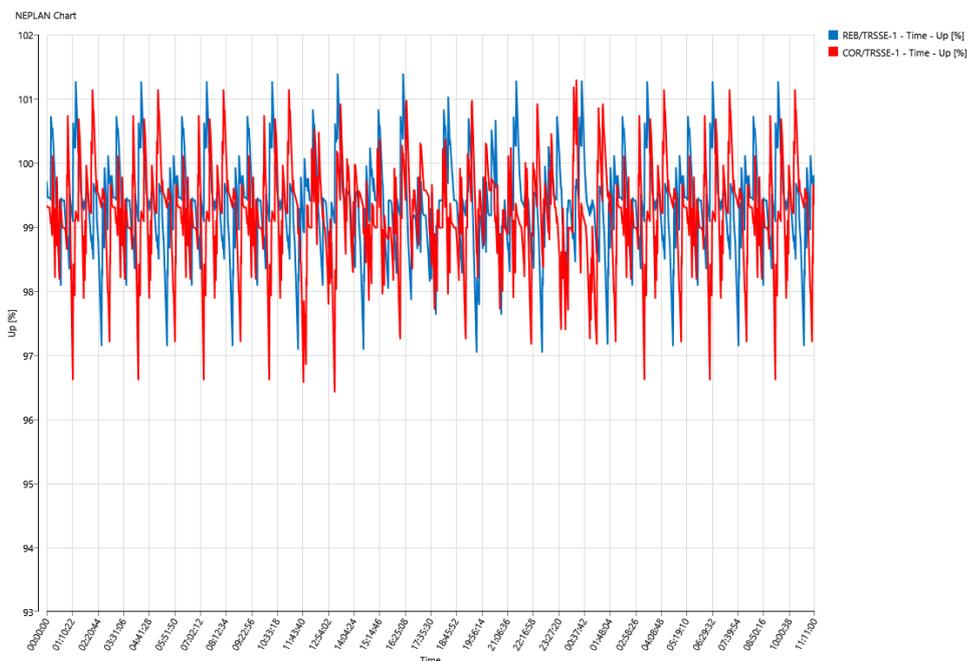


Figura 60 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B4.

### 7.4.4 Esito delle verifiche

Dai risultati ottenuti dal calcolo è possibile definire l'esito delle seguenti verifiche:

Tabella 13 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B4

Verifica	Risultato
Carico medio sulle SSE minore di 2385kW / Eventuale sovraccarico nei limiti di norma	<b>Positivo</b>
Tensione della linea di trazione entro i limiti normativi	<b>Positivo</b>
Tensione ai nodi delle dorsali MT entro i limiti del $\pm 2\%$	<b>Positivo</b>
Correnti nei cavi entro le portate	<b>Positivo</b>
Scambio di potenza con la rete entro i limiti concordati	<b>Positivo</b>
Fattore di potenza al punto di scambio con la rete entro i limiti definiti da ARERA	<b>Parzialmente positivo</b> <b>cos<math>\phi</math> istantaneo &lt; 0.9</b>



## 7.5 Scenario B5: Perdita della SSE di Politecnico

### 7.5.1 Descrizione dello Scenario

Sottostazione elettrica di Politecnico fuori servizio. La tabella mostra come le SSE rimanenti alimentano (coprono) le tratte.

**Tabella 14 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario B5**

Tratta		SSE	Copertura (m)
Da	A		
CABOTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCB	PORTA NUOVA	2109.47
POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO		
POLITECNICO	POZZO DI VENTILAZIONE PPO		
POZZO DI VENTILAZIONE PPO	PASTRENGO		
PASTRENGO	POZZO DI VENTILAZIONE PPA		
POZZO DI VENTILAZIONE PPA	<b>PORTA NUOVA SM</b>		
PORTA NUOVA SM	POZZO DI VENTILAZIONE PPN	VERONA	2545.82
POZZO DI VENTILAZIONE PPN	CARLO ALBERTO		
CARLOALBERTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCA		
POZZO DI VENTILAZIONE PCA	MOLE/GIARDINI REALI		
MOLE/GIARDINI REALI	POZZO DI VENTILAZIONE PMO		
POZZO DI VENTILAZIONE PMO	VERONA		
<b>VERONA</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PVR		725.52
POZZO DI VENTILAZIONE PVR	NOVARA		
NOVARA	POZZO DI VENTILAZIONE PNO	CORELLI	1824.04
POZZO DI VENTILAZIONE PNO	BOLOGNA		
BOLOGNA	POZZO DI VENTILAZIONE PBO		
POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CIMAROSA TABACCHI		
CIMAROSA TABACCHI	POZZO DI VENTILAZIONE PCI		
POZZO DI VENTILAZIONE PCI	CORELLI - COR/QMT-SM		
<b>CORELLI</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PCO		580.11
POZZO DI VENTILAZIONE PCO	SAN GIOVANNI BOSCO		
SAN GIOVANNI BOSCO	POZZO DI VENTILAZIONE PSG	REBAUDENGO	1262.84
POZZO DI VENTILAZIONE PSG	GIULIO CESARE		
GIULIO CESARE	POZZO DI VENTILAZIONE PGC		
POZZO DI VENTILAZIONE PGC	REBAUDENGO		
<b>REBAUDENGO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE RRB		
POZZO DI VENTILAZIONE RRB	SSE DEPOSITO REBAUDENGO		
SSE DEPOSITO REBAUDENGO	DEPOSITO REBAUDENGO		410
<b>TOTALE</b>			<b>9457.8</b>



### 7.5.2 Caratterizzazione dei carichi di trazione nelle diverse SSE

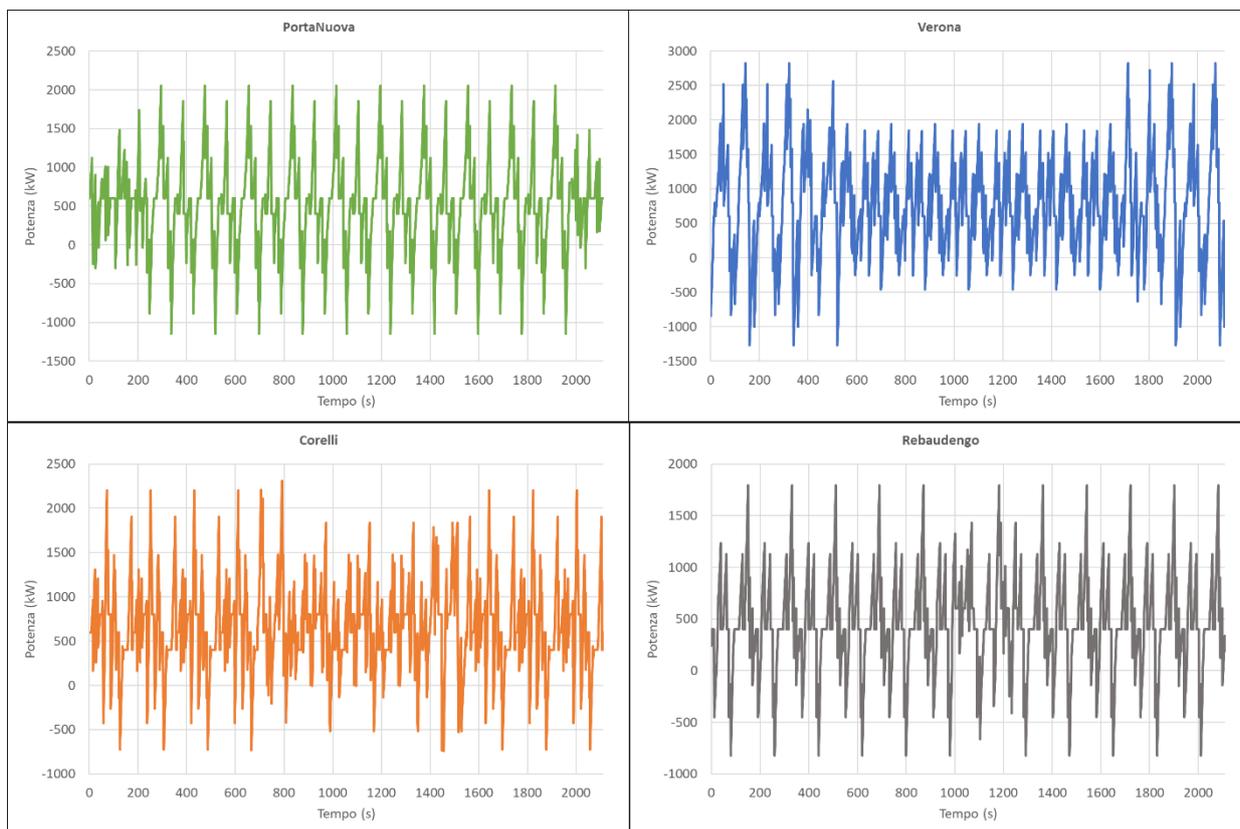


Figura 61 - Potenza assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario B5.



### 7.5.3 Risultati del calcolo di load flow nel tempo

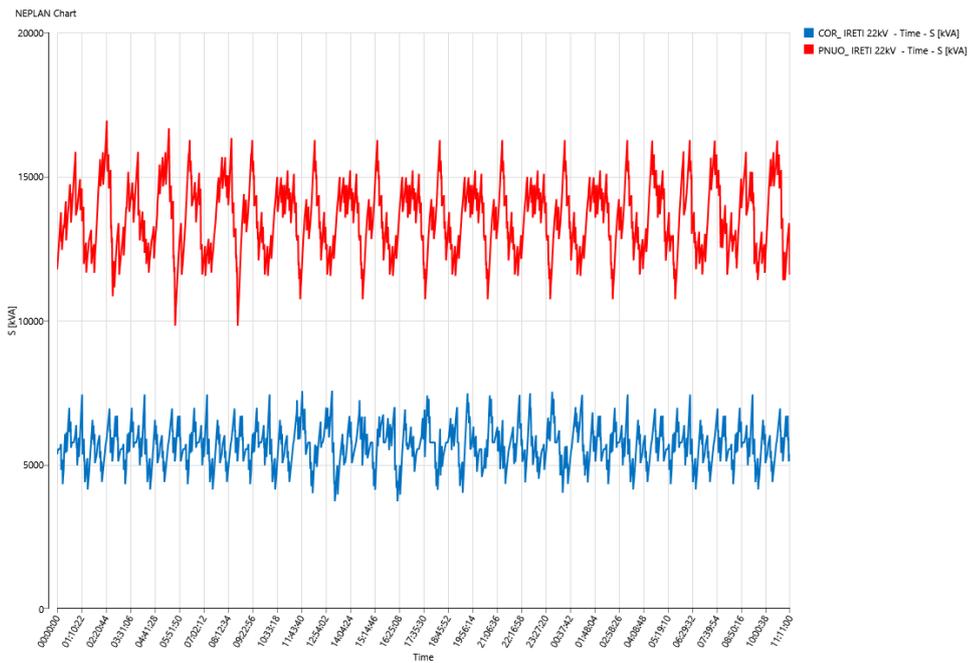


Figura 62 - Potenza apparente assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B5.

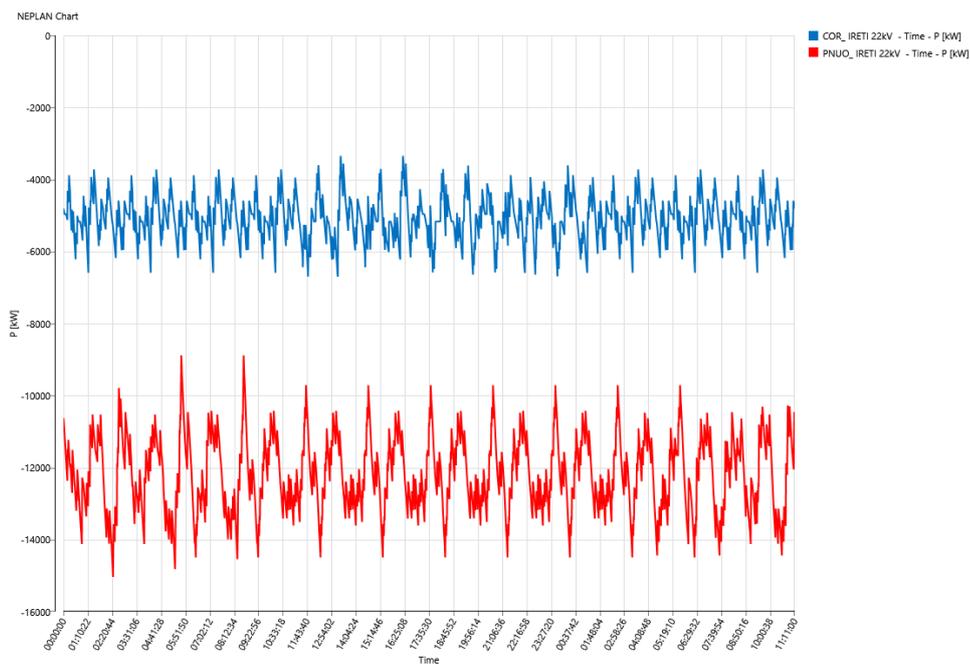


Figura 63 - Potenza attiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B5.

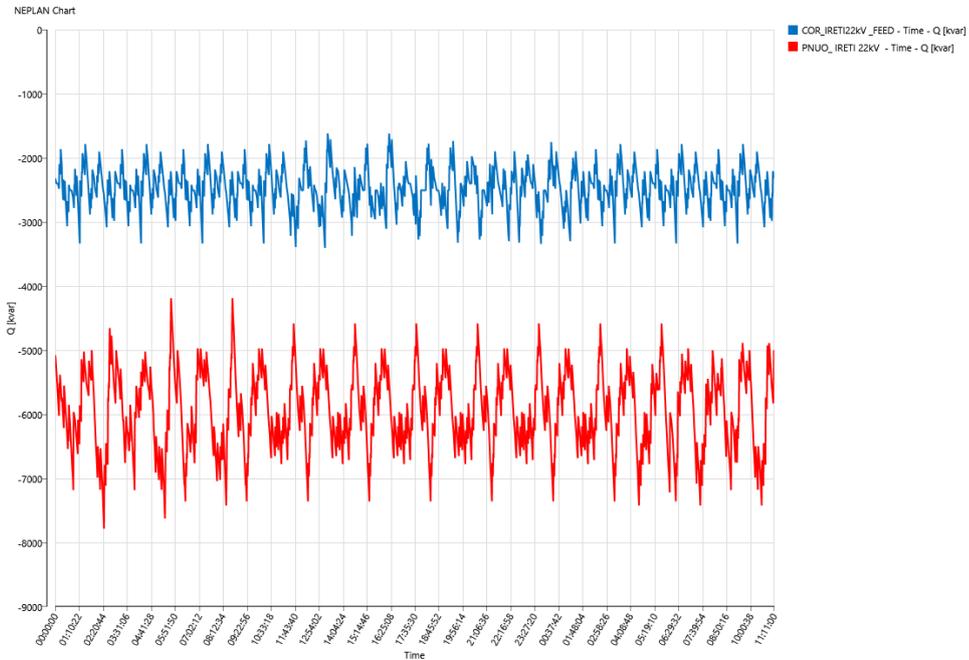


Figura 64 - Potenza reattiva assorbita dalle due connessioni alla rete pubblica nello scenario B5.

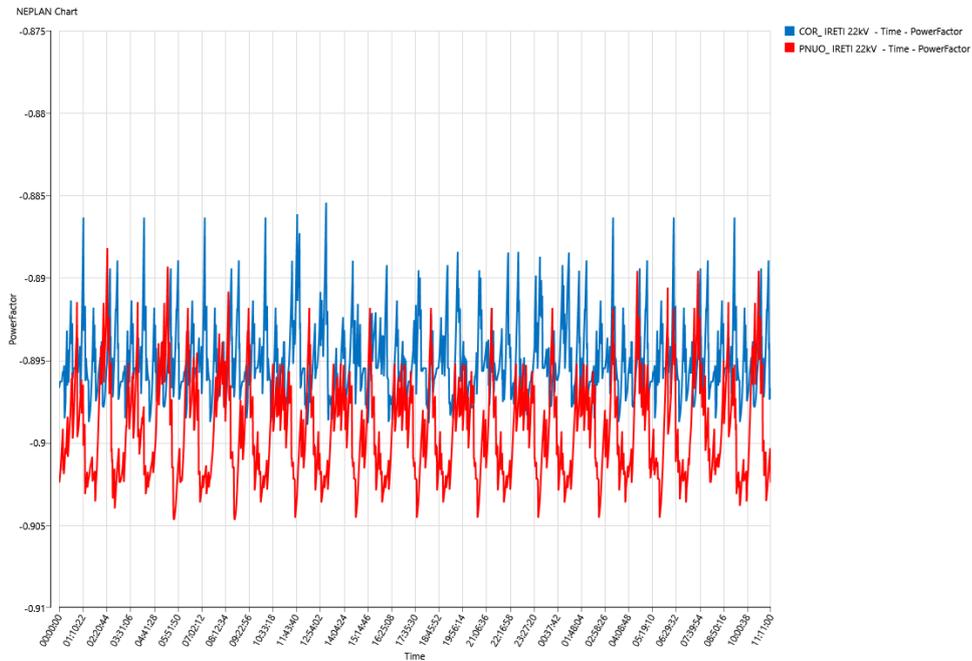


Figura 65 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario B5.

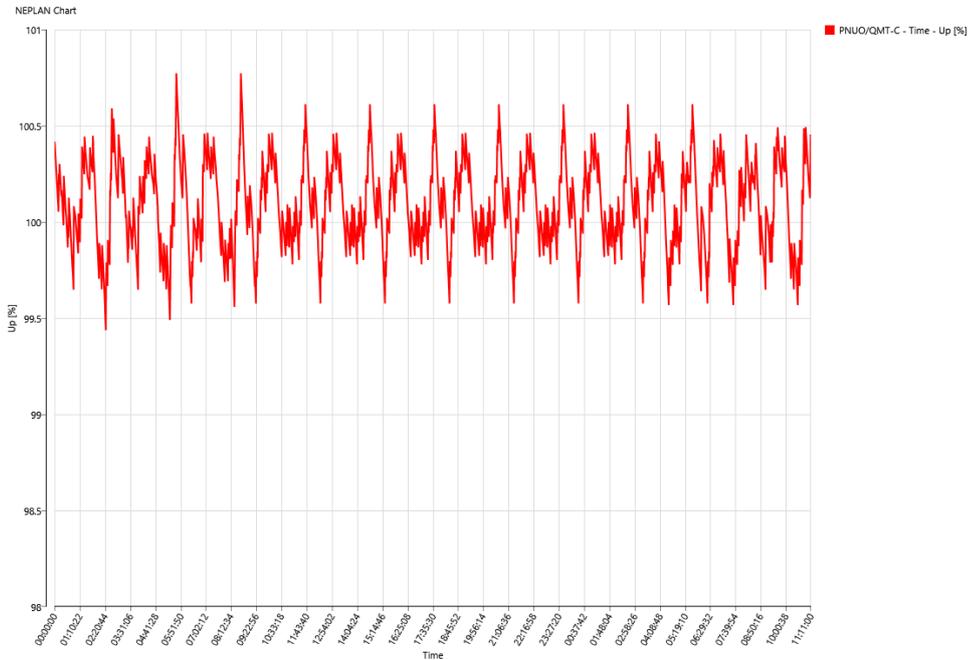


Figura 66 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario B5.

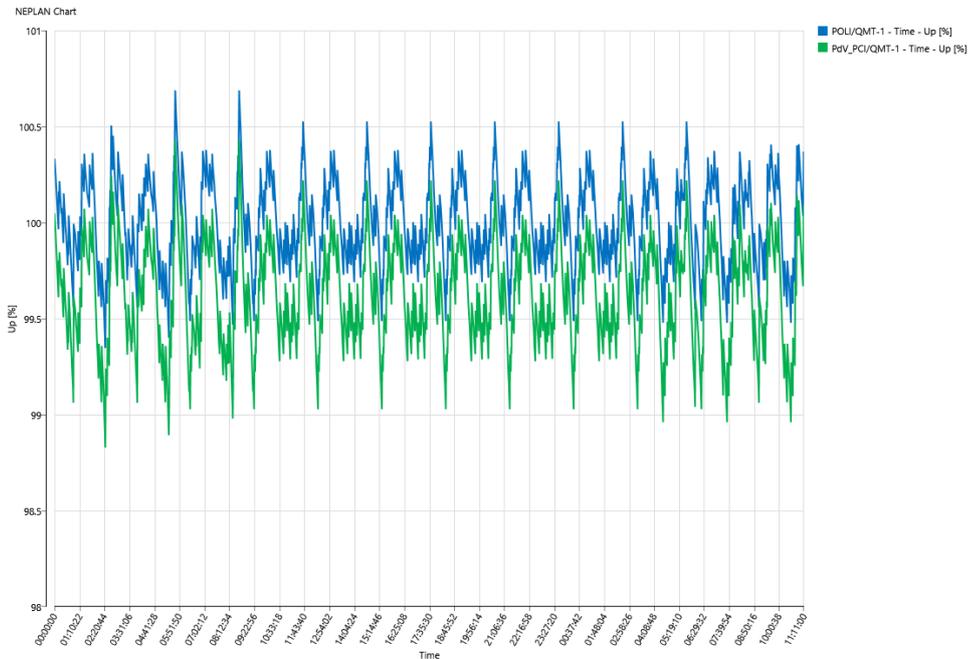


Figura 67 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV\_PCI/QMT-1 nello scenario B5.

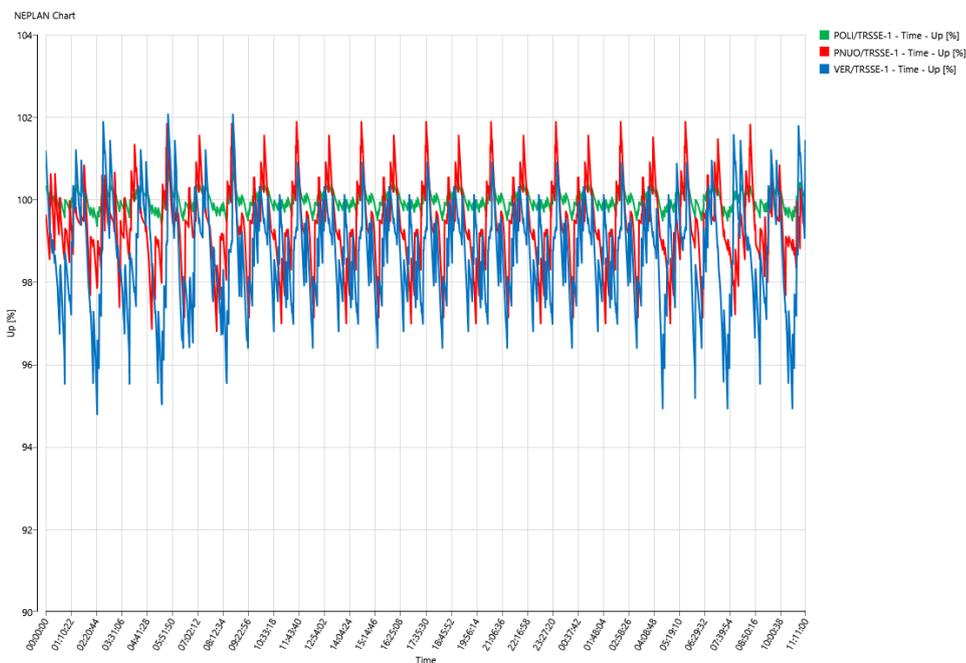


Figura 68 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario B5.

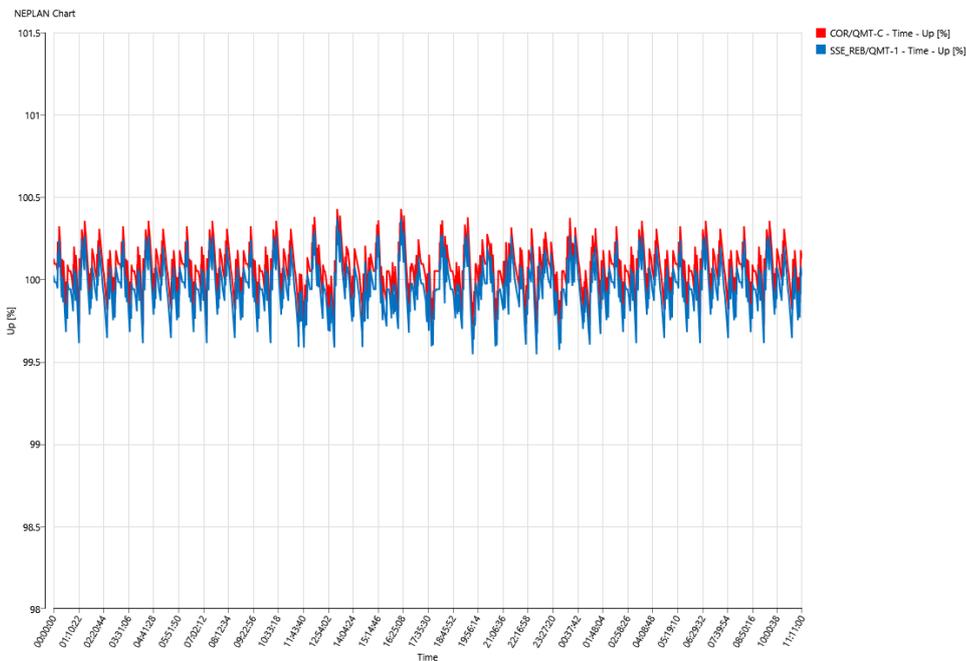


Figura 69 - Tensione ai nodi COR/QMT-C e SSE\_REB/QMT-1 nello scenario B5.

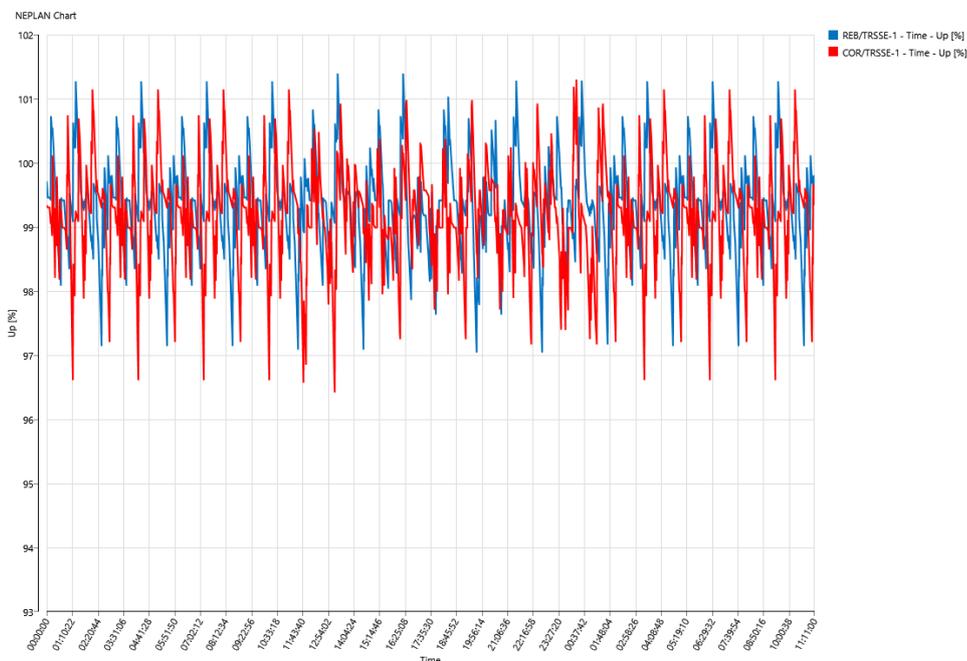


Figura 70 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario B5.

### 7.5.4 Esito delle verifiche

Dai risultati ottenuti dal calcolo è possibile definire l'esito delle seguenti verifiche:

Tabella 15 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario B5

Verifica	Risultato
Carico medio sulle SSE minore di 2385kW / Eventuale sovraccarico nei limiti di norma	<b>Positivo</b>
Tensione della linea di trazione entro i limiti normativi	<b>Positivo</b>
Tensione ai nodi delle dorsali MT entro i limiti del $\pm 2\%$	<b>Positivo</b>
Correnti nei cavi entro le portate	<b>Positivo</b>
Scambio di potenza con la rete entro i limiti concordati	<b>Positivo</b>
Fattore di potenza al punto di scambio con la rete entro i limiti definiti da ARERA	<b>Parzialmente positivo</b> <b>cos<math>\phi</math> istantaneo &lt; 0.9</b>



## 8. SCENARI C: PERDITA DI UNA CONNESSIONE MT

### 8.1 Scenario C1: Perdita della Connessione di Porta Nuova

#### 8.1.1 Descrizione dello Scenario

Le condizioni di lavoro sono le seguenti:

- assetto della rete MT rispetto al punto di fornitura di Corelli come in Figura 71

CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO CON PUNTO DI FORNITURA DI PORTA NUOVA INDISPONIBILE

Zona di Alimentazione da Corelli

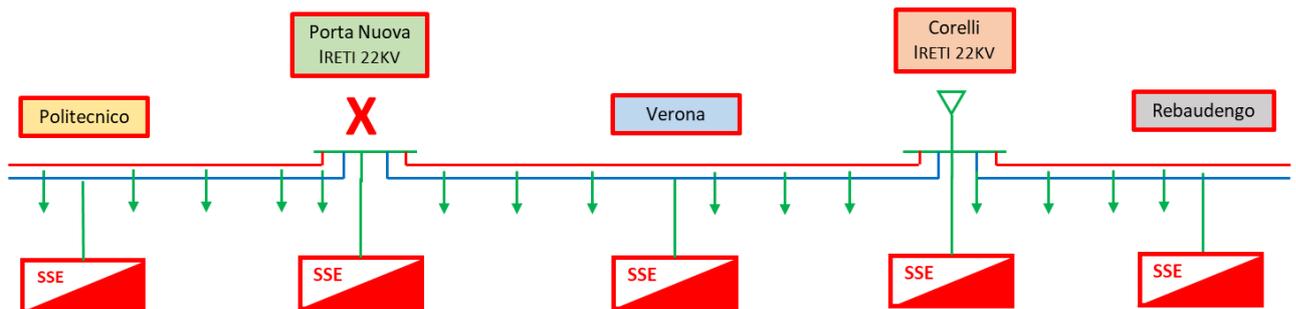


Figura 71 - Assetto della rete MT con zone di alimentazione dal punto di fornitura disponibile.

- tutti i componenti elettrici sono in servizio
- tutti i treni sono in circolazione (12)
- tutti i carichi sono in servizio (stazioni e pozzi di ventilazione).

La tabella seguente mostra come le SSE alimentano (coprono) le tratte.



Tabella 16 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario C1

Tratta		SSE	Copertura (m)
Da	A		
CABOTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO	299.3
POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO		
<b>POLITECNICO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPO		1810.17
POZZO DI VENTILAZIONE PPO	PASTRENGO		
PASTRENGO	POZZO DI VENTILAZIONE PPA		
POZZO DI VENTILAZIONE PPA	PORTA NUOVA		
<b>PORTA NUOVA SM</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPN	PORTA NUOVA SM	2545.82
POZZO DI VENTILAZIONE PPN	CARLO ALBERTO		
CARLOALBERTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCA		
POZZO DI VENTILAZIONE PCA	MOLE/GIARDINI REALI		
MOLE/GIARDINI REALI	POZZO DI VENTILAZIONE PMO		
POZZO DI VENTILAZIONE PMO	VERONA		
<b>VERONA</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PVR	VERONA	1361.75
POZZO DI VENTILAZIONE PVR	NOVARA		
NOVARA	POZZO DI VENTILAZIONE PNO		
POZZO DI VENTILAZIONE PNO	BOLOGNA		
BOLOGNA	POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CORELLI	1187.81
POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CIMAROSA TABACCHI		
CIMAROSA TABACCHI	POZZO DI VENTILAZIONE PCI		
POZZO DI VENTILAZIONE PCI	CORELLI - COR/QMT-SM		580.11
<b>CORELLI/QMT-1</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PCO		
POZZO DI VENTILAZIONE PCO	SAN GIOVANNI BOSCO	REBAUDENGO	1262.84
SAN GIOVANNI BOSCO	POZZO DI VENTILAZIONE PSG		
POZZO DI VENTILAZIONE PSG	GIULIO CESARE		
GIULIO CESARE	POZZO DI VENTILAZIONE PGC		410
POZZO DI VENTILAZIONE PGC	REBAUDENGO		
<b>REBAUDENGO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE RRB		
POZZO DI VENTILAZIONE RRB	SSE DEPOSITO REBAUDENGO		
SSE DEPOSITO REBAUDENGO	DEPOSITO REBAUDENGO		
<b>TOTALE</b>			<b>9457.8</b>



### 8.1.2 Caratterizzazione dei carichi di trazione nelle diverse SSE

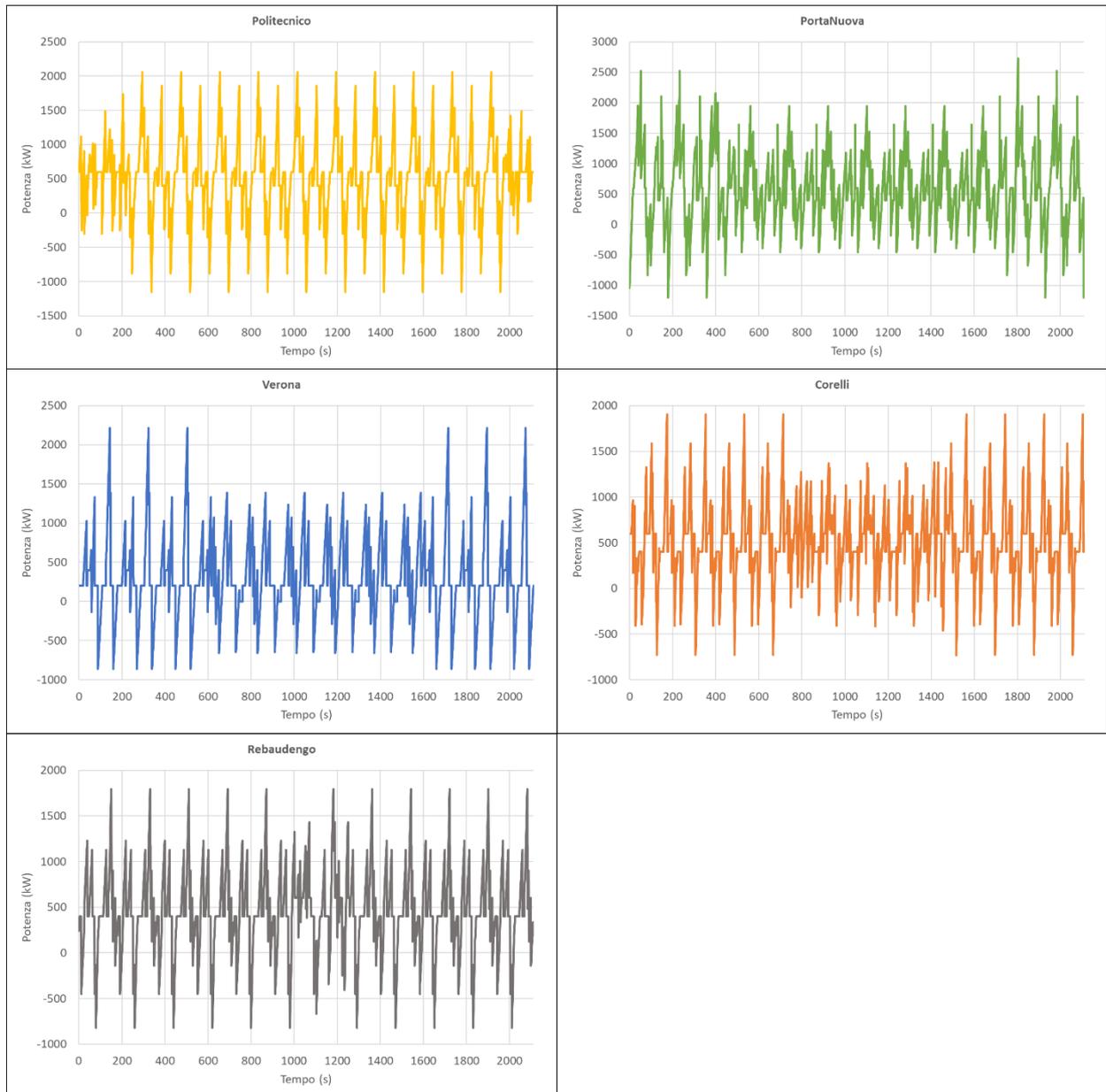
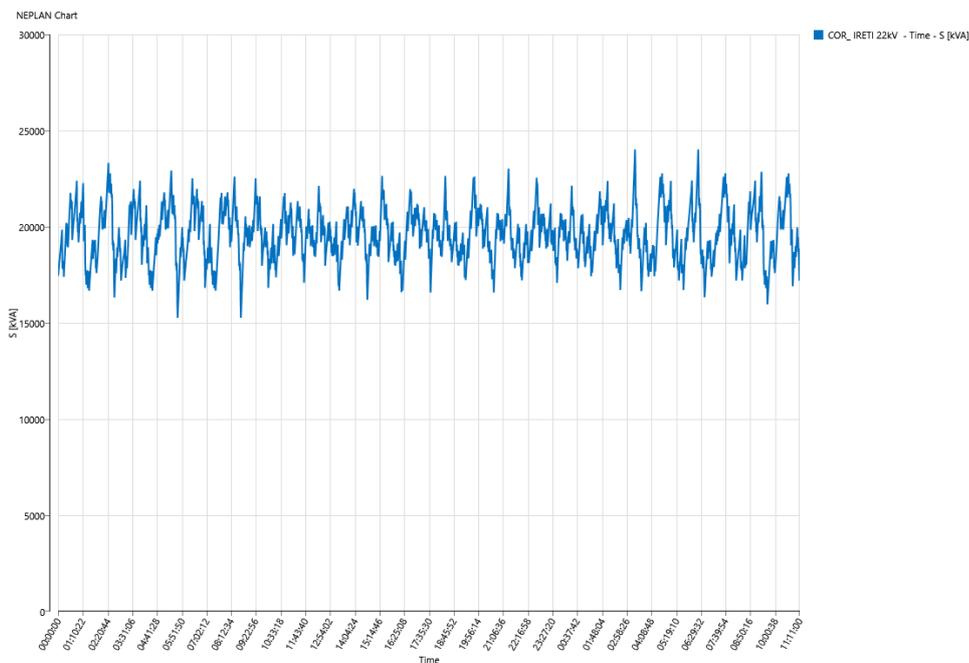
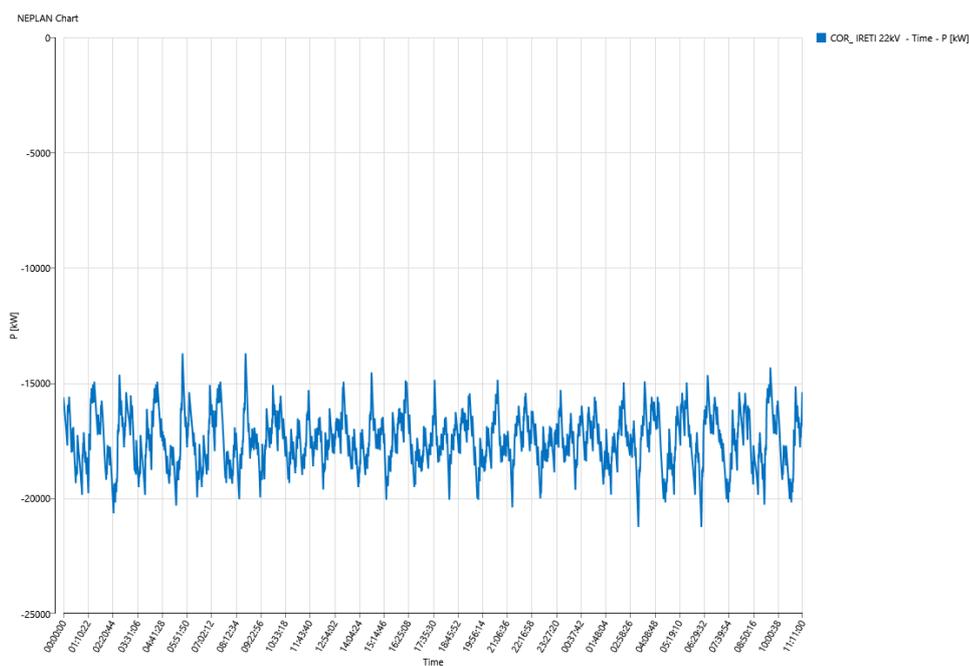


Figura 72 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario C1.

### 8.1.3 Risultati del calcolo di load flow nel tempo



**Figura 73 - Potenza apparente assorbita al PdC Corelli dalla rete pubblica nello scenario C1.**



**Figura 74 - Potenza attiva assorbita al PdC Corelli dalla rete pubblica nello scenario C1.**

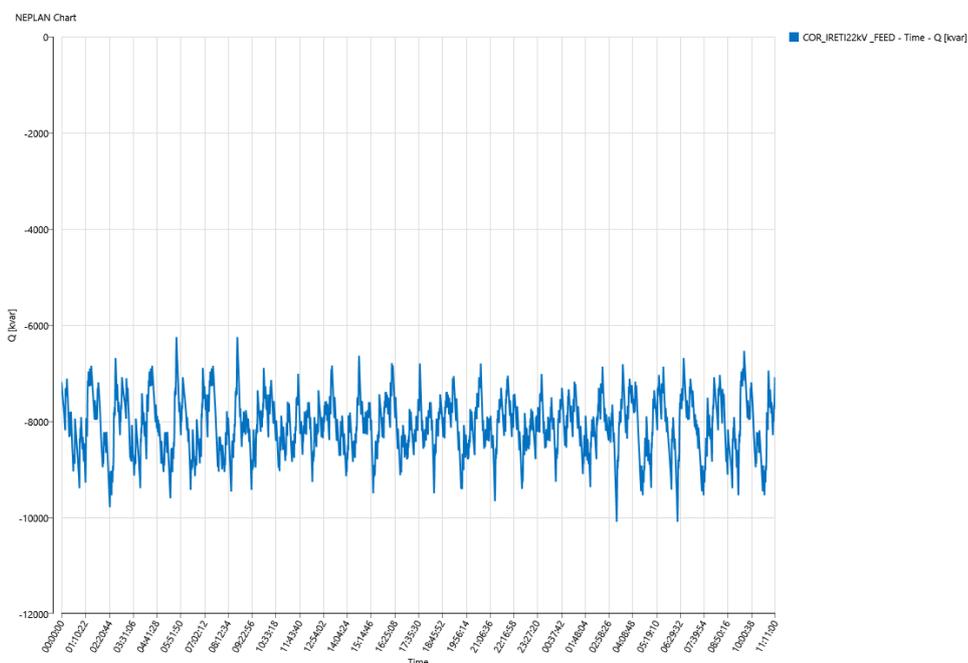


Figura 75 - Potenza reattiva assorbita al PdC Corelli dalla rete pubblica nello scenario C1.

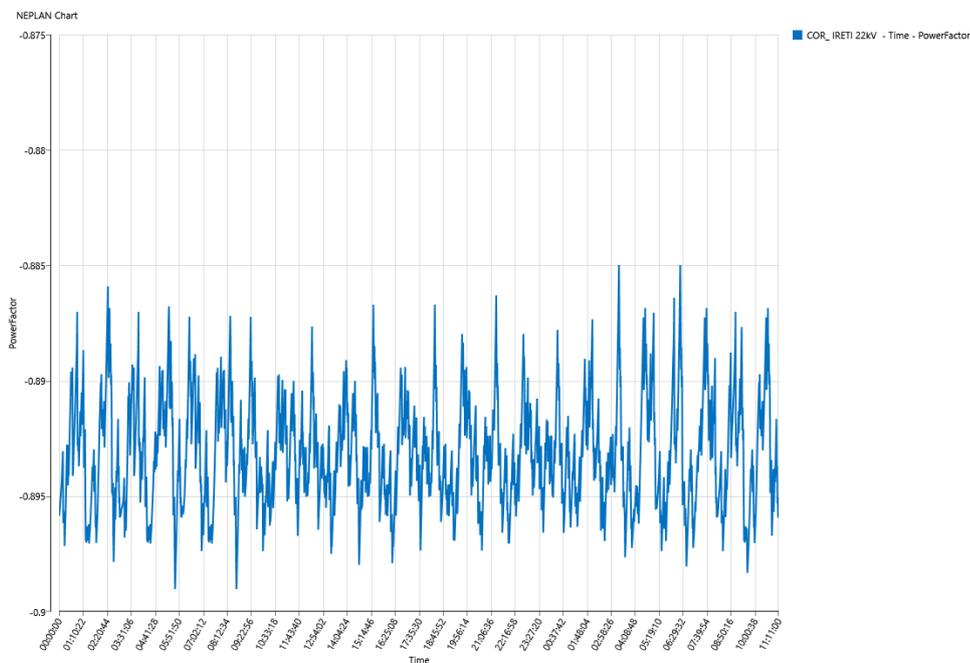


Figura 76 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario C1.

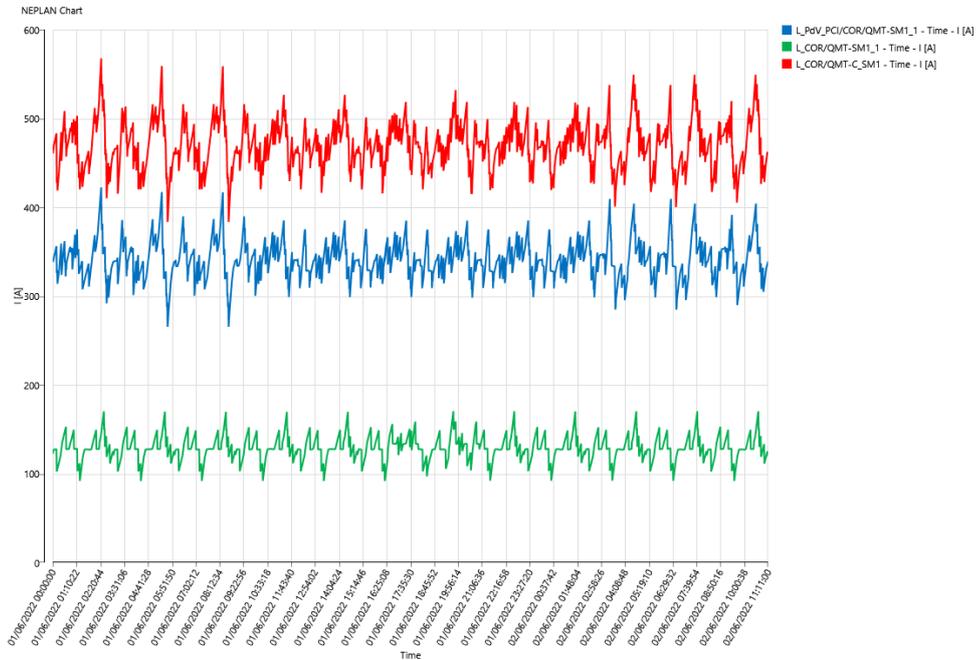


Figura 77 - Correnti nelle linee più caricate nello scenario C1.

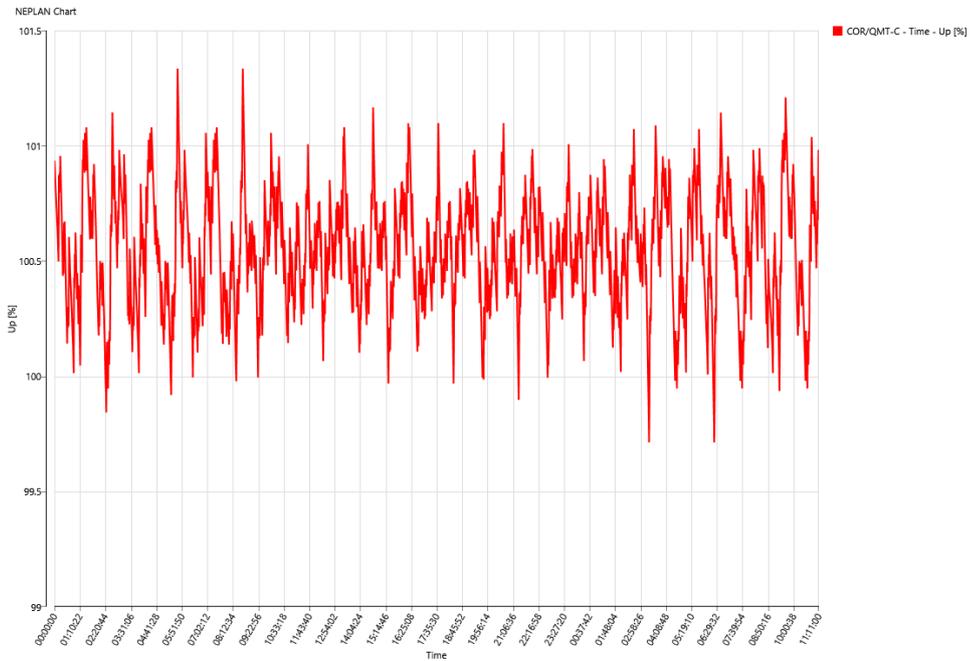


Figura 78 - Tensione al nodo COR/QMT-C nello scenario C1.

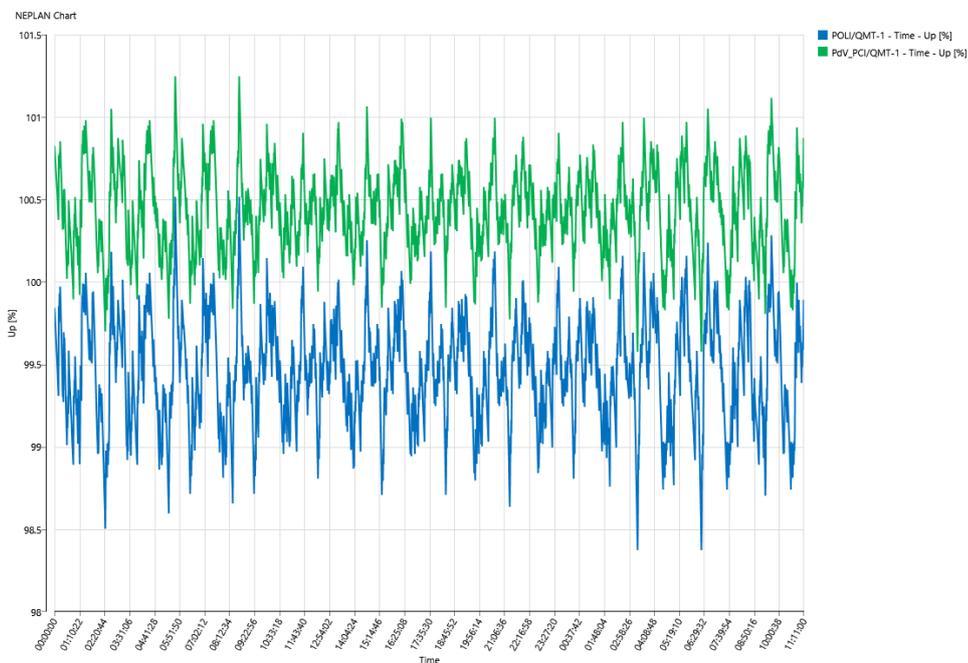


Figura 79 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV\_PCI/QMT-1 nello scenario C1.

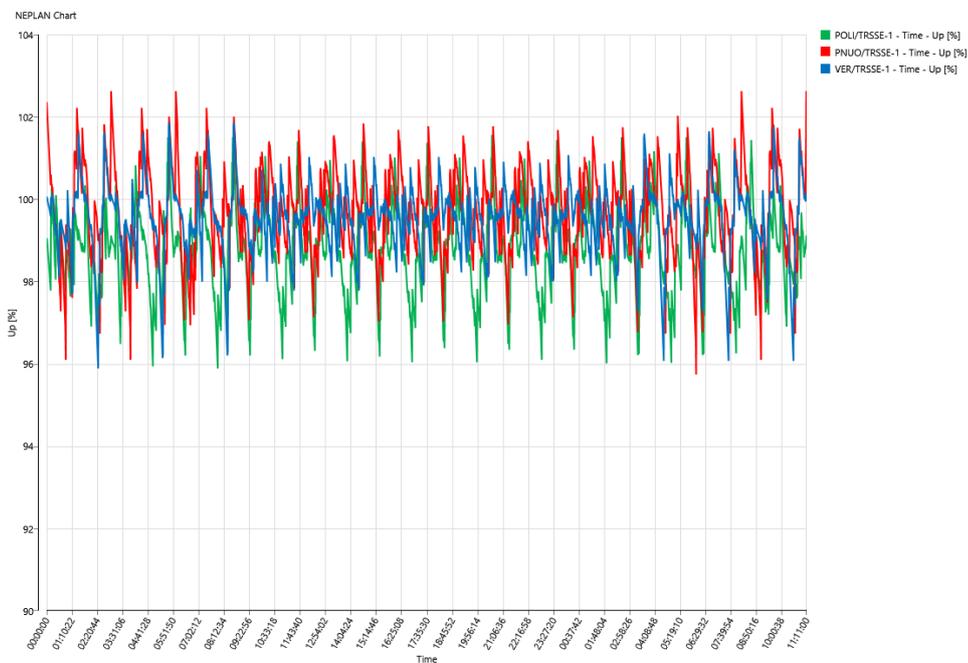


Figura 80 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario C1.

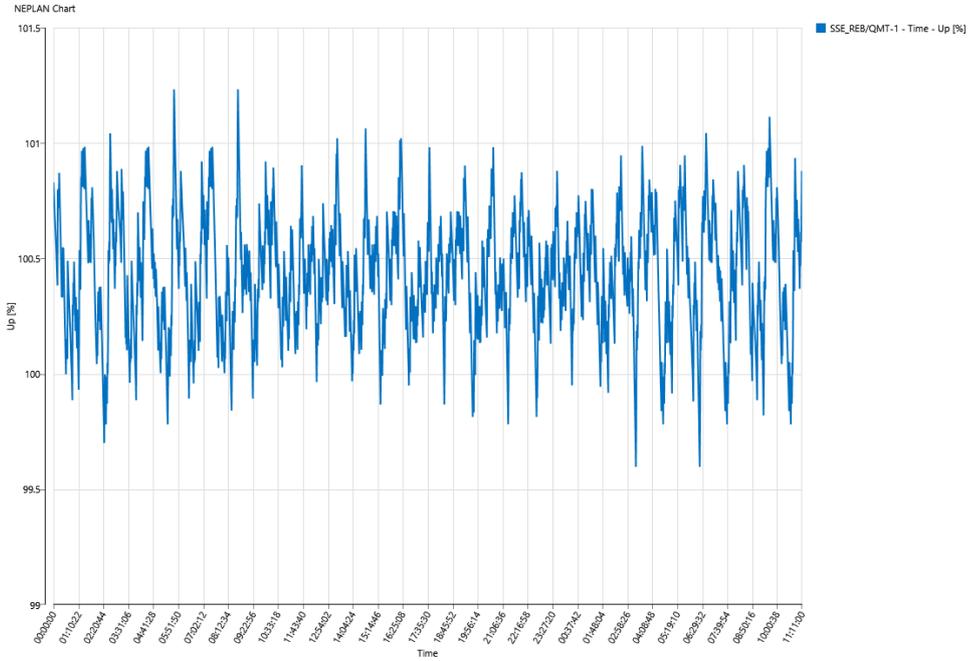


Figura 81 - Tensione al nodo SSE\_REB/QMT-1 nello scenario C1.

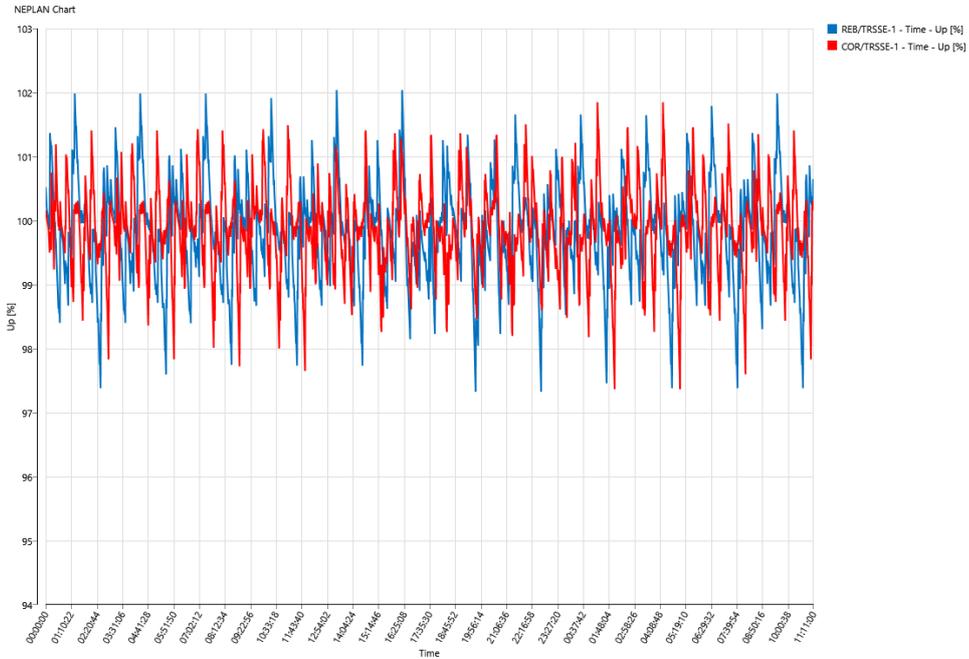


Figura 82 - Tensioni ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario C1.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

### 8.1.4 Esito delle verifiche

Dai risultati ottenuti dal calcolo è possibile definire l'esito delle seguenti verifiche:

**Tabella 17 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario C1**

Verifica	Risultato
Carico medio sulle SSE minore di 2385kW / Eventuale sovraccarico nei limiti di norma	<b>Positivo</b>
Tensione della linea di trazione entro i limiti normativi	<b>Positivo</b>
Tensione ai nodi delle dorsali MT entro i limiti del $\pm 2\%$	<b>Positivo</b>
Correnti nei cavi entro le portate	<b>Positivo</b>
Scambio di potenza con la rete entro i limiti concordati	<b>Negativo</b> <b>24MVA &gt; 18.1MVA</b>
Fattore di potenza al punto di scambio con la rete entro i limiti definiti da ARERA	<b>Parzialmente positivo</b> <b><math>\cos\phi</math> istantaneo &lt; 0.9</b>

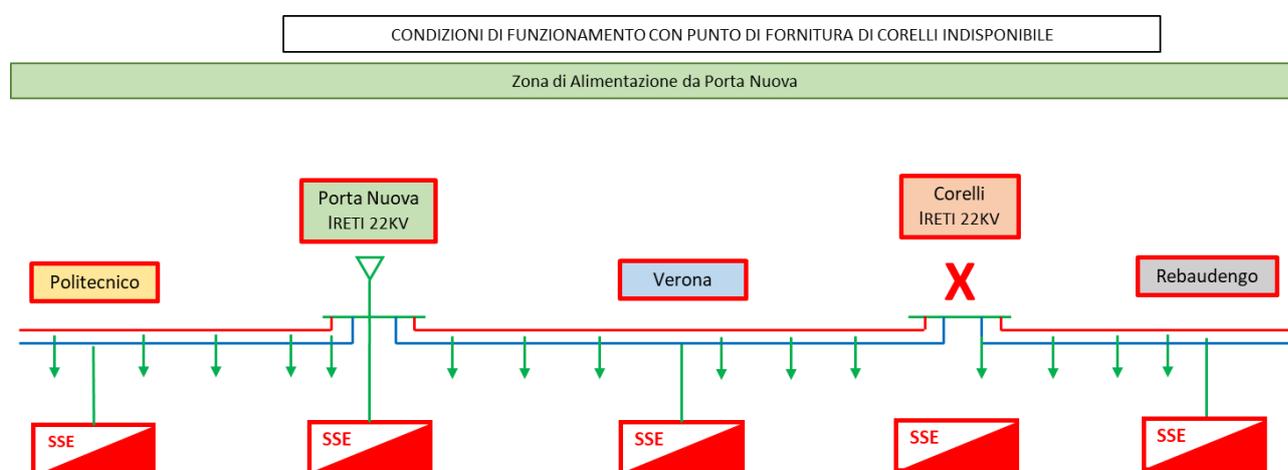
 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 8.2 Scenario C2: Perdita della Connessione di Corelli

### 8.2.1 Descrizione dello Scenario

Le condizioni di lavoro sono le seguenti:

- assetto della rete MT rispetto al punto di fornitura di Porta Nuova come in Figura 83



**Figura 83 - Assetto della rete MT con zone di alimentazione dal punto di fornitura disponibile.**

- tutti i componenti elettrici sono in servizio
- tutti i treni sono in circolazione (12)
- tutti i carichi sono in servizio (stazioni e pozzi di ventilazione).

La tabella seguente mostra come le SSE alimentano (coprono) le tratte.



Tabella 18 - Suddivisione tratte di alimentazione da SSE – Scenario C2

Tratta		SSE	Copertura (m)
Da	A		
CABOTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO	299.3
POZZO DI VENTILAZIONE PCB	POLITECNICO		
<b>POLITECNICO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPO		1810.17
POZZO DI VENTILAZIONE PPO	PASTRENGO		
PASTRENGO	POZZO DI VENTILAZIONE PPA		
POZZO DI VENTILAZIONE PPA	PORTA NUOVA		
<b>PORTA NUOVA SM</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PPN	PORTA NUOVA SM	2545.82
POZZO DI VENTILAZIONE PPN	CARLO ALBERTO		
CARLOALBERTO	POZZO DI VENTILAZIONE PCA		
POZZO DI VENTILAZIONE PCA	MOLE/GIARDINI REALI		
MOLE/GIARDINI REALI	POZZO DI VENTILAZIONE PMO		
POZZO DI VENTILAZIONE PMO	VERONA		
<b>VERONA</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PVR	VERONA	1361.75
POZZO DI VENTILAZIONE PVR	NOVARA		
NOVARA	POZZO DI VENTILAZIONE PNO		
POZZO DI VENTILAZIONE PNO	BOLOGNA		
BOLOGNA	POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CORELLI	1187.81
POZZO DI VENTILAZIONE PBO	CIMAROSA TABACCHI		
CIMAROSA TABACCHI	POZZO DI VENTILAZIONE PCI		
POZZO DI VENTILAZIONE PCI	CORELLI - COR/QMT-SM		580.11
<b>CORELLI/QMT-1</b>	POZZO DI VENTILAZIONE PCO		
POZZO DI VENTILAZIONE PCO	SAN GIOVANNI BOSCO	REBAUDENGO	1262.84
SAN GIOVANNI BOSCO	POZZO DI VENTILAZIONE PSG		
POZZO DI VENTILAZIONE PSG	GIULIO CESARE		
GIULIO CESARE	POZZO DI VENTILAZIONE PGC		410
POZZO DI VENTILAZIONE PGC	REBAUDENGO		
<b>REBAUDENGO</b>	POZZO DI VENTILAZIONE RRB		
POZZO DI VENTILAZIONE RRB	SSE DEPOSITO REBAUDENGO	410	
SSE DEPOSITO REBAUDENGO	DEPOSITO REBAUDENGO		
<b>TOTALE</b>			<b>9457.8</b>



### 8.2.2 Caratterizzazione dei carichi di trazione nelle diverse SSE

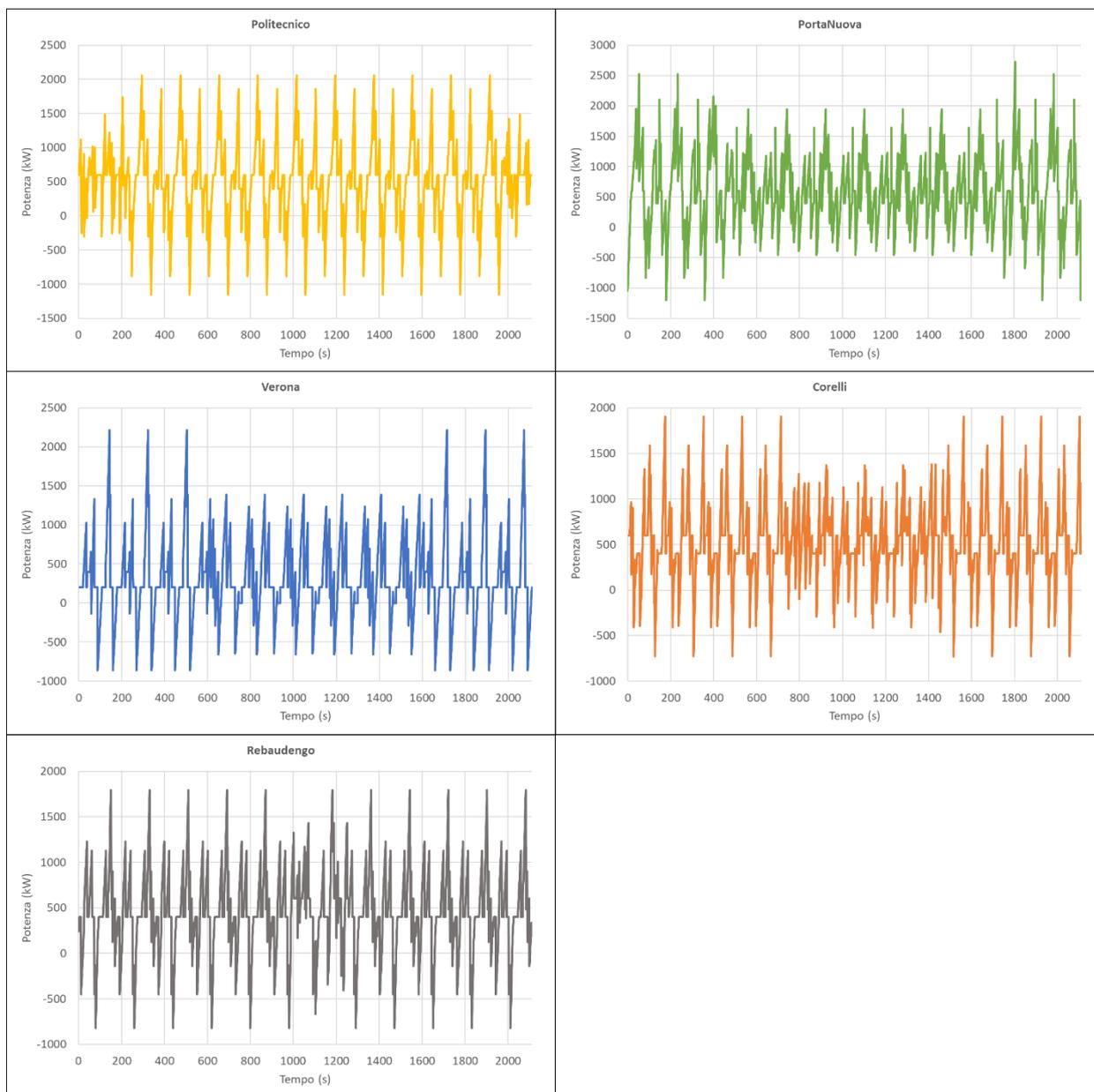
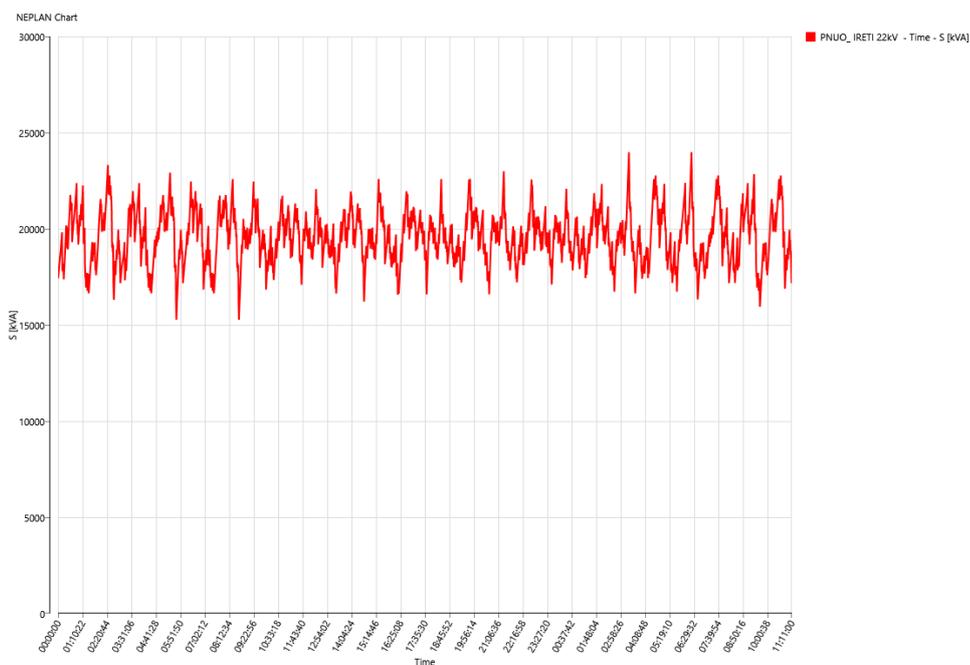
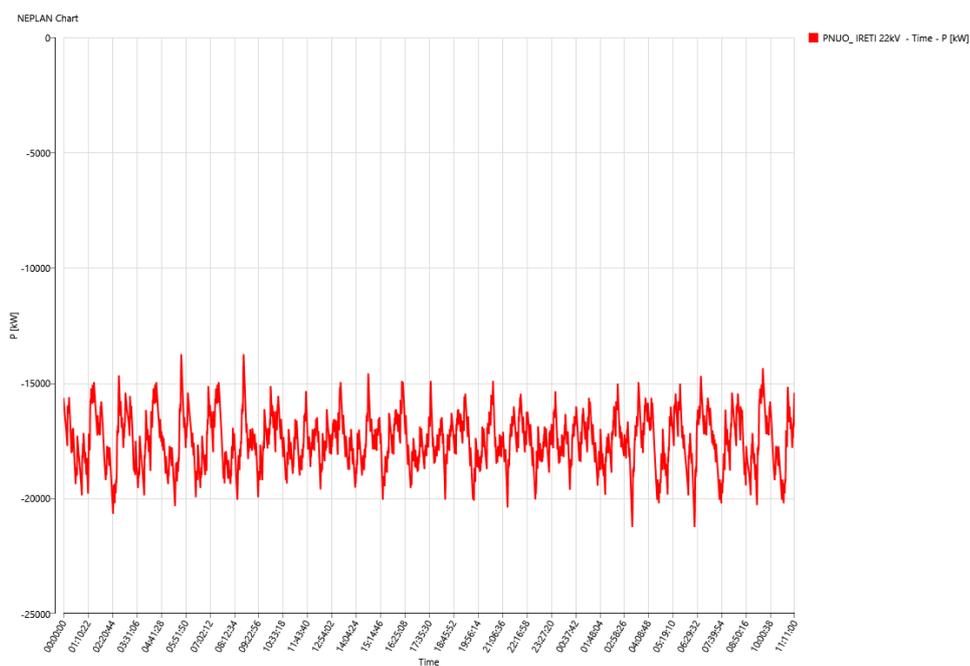


Figura 84 - Potenze assorbite dalla rete DC presso le SSE nello scenario C2.

### 8.2.3 Risultati del calcolo di load flow nel tempo



**Figura 85 - Potenza apparente assorbita al PdC Porta Nuova dalla rete pubblica nello scenario C2.**



**Figura 86 - Potenza attiva assorbita al PdC Porta Nuova dalla rete pubblica nello scenario C2.**

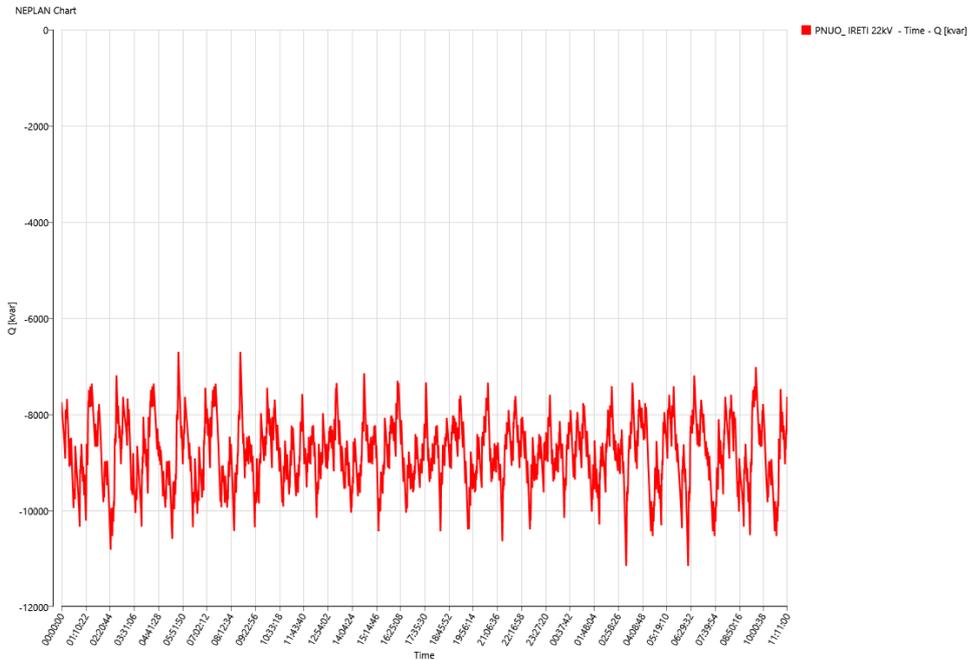


Figura 87 - Potenza reattiva assorbita al PdC Porta Nuova dalla rete pubblica nello scenario C2.

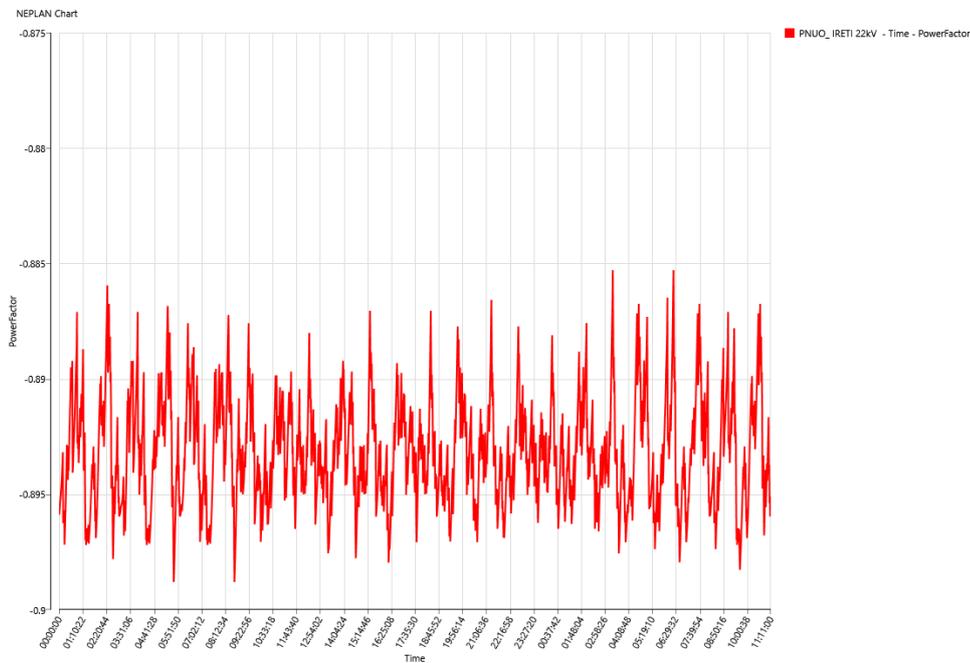


Figura 88 - Fattore di potenza nei punti di fornitura nello scenario C2.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

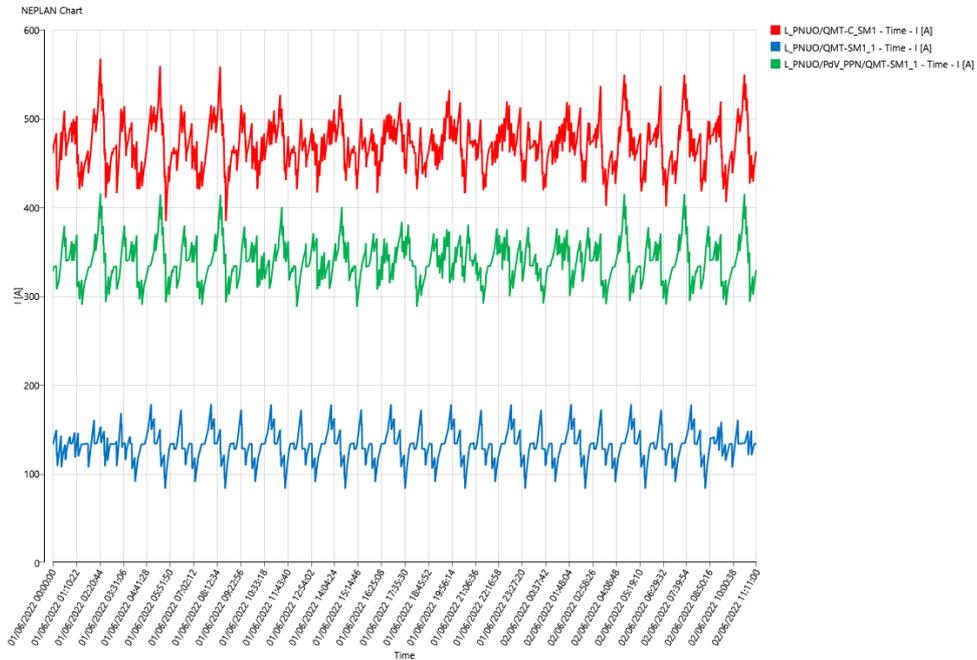


Figura 89 - Correnti nelle linee più caricate nello scenario C2.

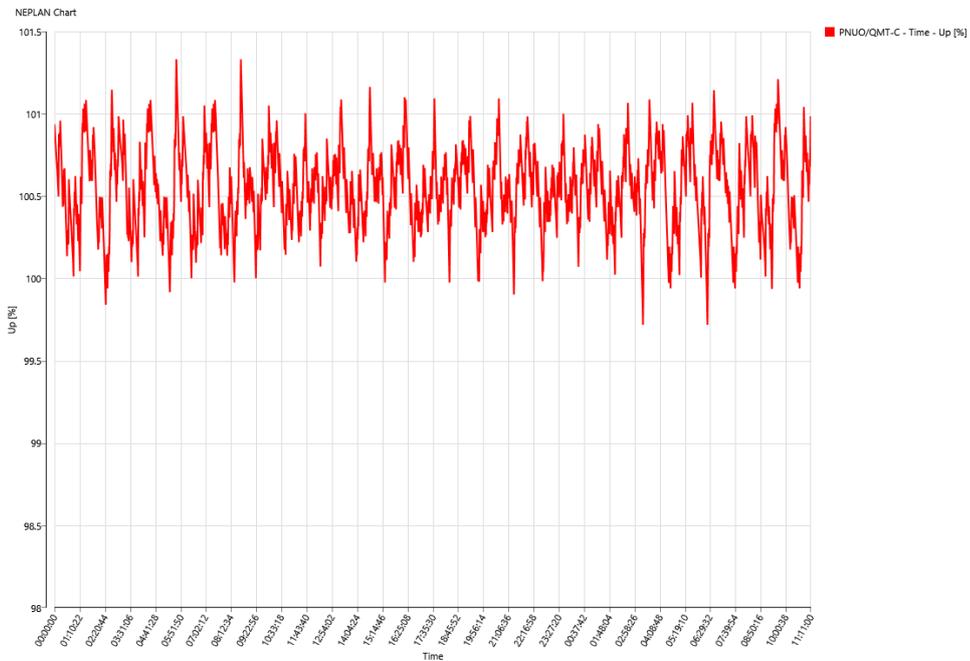


Figura 90 - Tensione al nodo PNUO/QMT-C nello scenario C2.

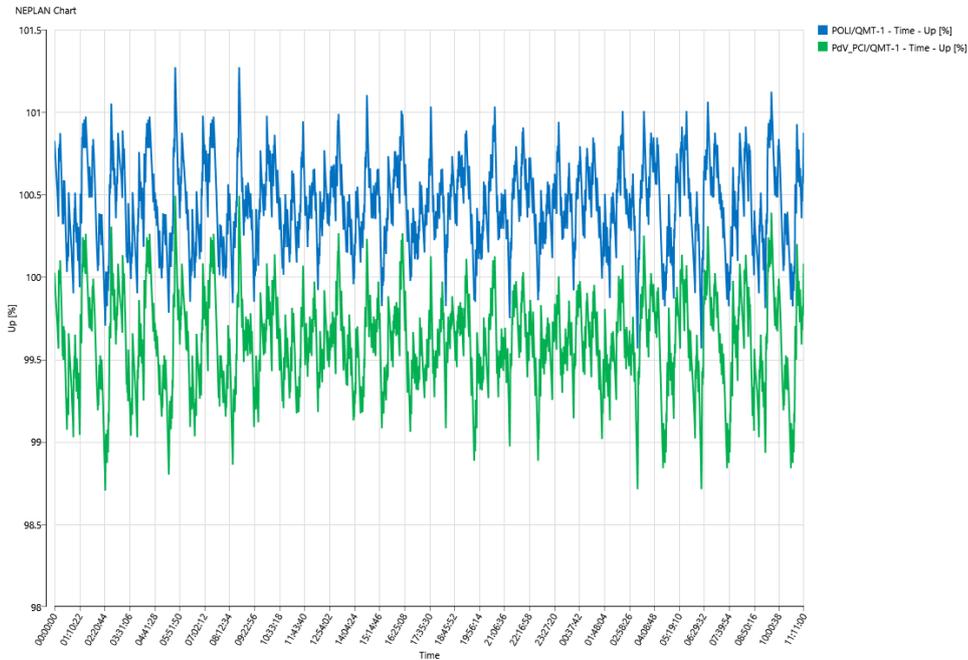


Figura 91 - Tensione ai nodi POLI/QMT-1 e PdV\_PCI/QMT-1 nello scenario C2.

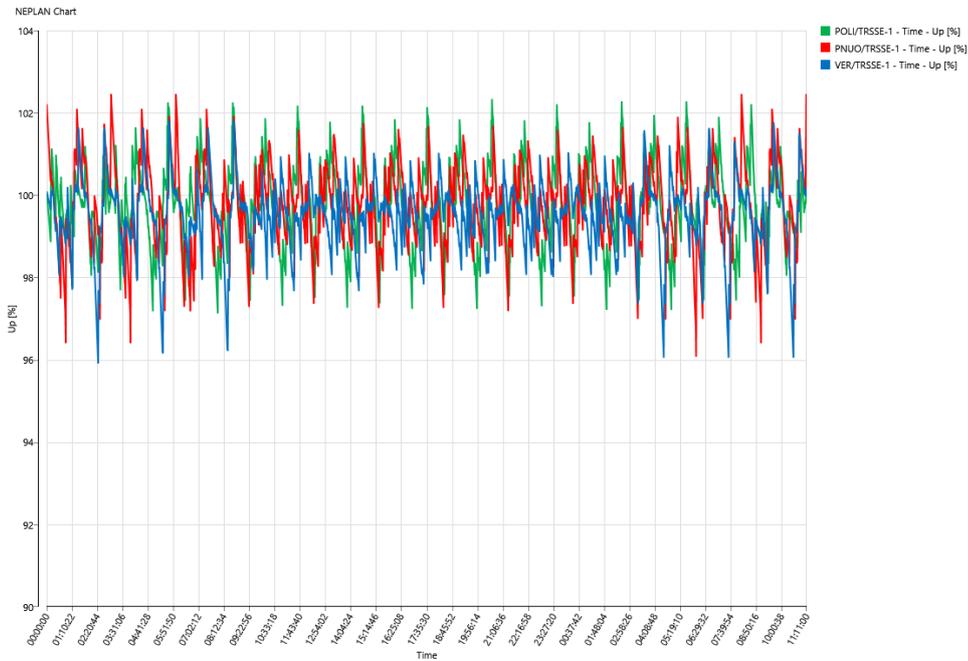


Figura 92 - Tensione ai nodi POLI/TRSSE-1, PNUO/TRSSE-1 e VER/TRSSE-1 nello scenario C2.

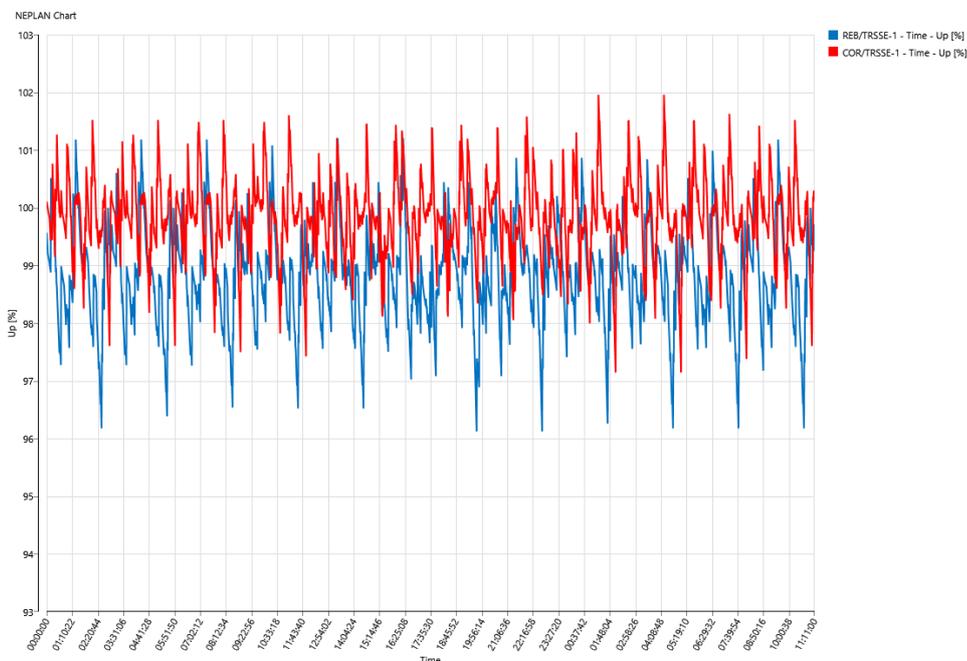


Figura 93 - Tensione ai nodi REB/TRSSE-1 e COR/TRSSE-1 nello scenario C2.

### 8.2.4 Esito delle verifiche

Dai risultati ottenuti dal calcolo è possibile definire l'esito delle seguenti verifiche:

Tabella 19 - Esito verifiche sui risultati di calcolo – Scenario C2

Verifica	Risultato
Carico medio sulle SSE minore di 2385kW / Eventuale sovraccarico nei limiti di norma	<b>Positivo</b>
Tensione della linea di trazione entro i limiti normativi	<b>Positivo</b>
Tensione ai nodi delle dorsali MT entro i limiti del ±2%	<b>Positivo</b>
Correnti nei cavi entro le portate	<b>Positivo</b>
Scambio di potenza con la rete entro i limiti concordati	<b>Negativo</b> <b>24MVA &gt; 19MVA</b>
Fattore di potenza al punto di scambio con la rete entro i limiti definiti da ARERA	<b>Parzialmente positivo</b> <b>cosφ istantaneo &lt; 0.9</b>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

### 8.3 Scenari C1 e C2: Commenti ai risultati

Poiché nei due casi qui presentati la verifica sul rispetto dei limiti concordati nella potenza scambiata con la rete risulta negativa, sono necessarie alcune puntualizzazioni.

In entrambi i casi, non cambiando gli assorbimenti dei carichi e, al più, cambiando le perdite in rete, la potenza scambiata ai nodi di connessione con la rete raggiunge un valore di circa 24MVA.

Questa risulta superiore ad entrambi i valori menzionati in 5.4 e qui ripetuti per chiarezza di esposizione:

Punto di fornitura	Potenza disponibile (PFTE)
Porta Nuova	19MVA
Corelli	15MVA

Per il nodo di Porta Nuova, va notato che la potenza disponibile è attualmente di 25MVA, in quanto già allocata dall'ente distributore IRETI per l'alimentazione dei sistemi della Linea 1 della Metropolitana di Torino. Al momento, tale disponibilità è sottoutilizzata in quanto il massimo assorbimento non supera i 7MVA. Un'ipotesi già paventata con IRETI è quella di spostare questa potenza su una fornitura diversa e di lasciare l'intera disponibilità di 25MVA solo per le esigenze di carico della Linea 2.

Quindi, la condizione più critica riguarda il nodo di Corelli. **A questo proposito, il tavolo tecnico con IRETI è tuttora aperto, in quanto è stata confermata una disponibilità base di circa 15MVA, con potenza prelevabile fino a 18.1MVA presso il nodo, più che sufficiente per la condizione normale, ma è anche probabile la realizzazione di una cabina primaria AT/MT presso il Deposito Rebaudengo. Questa consentirà di superare tale limite sulla rete di distribuzione di IRETI, consentendo un incremento dell'indipendenza, dell'affidabilità e della disponibilità di potenza delle due forniture. Trattandosi di impianto per la rete di IRETI, i costi di realizzazione saranno necessariamente sostenuti da quest'ultima.**

Nell'ipotesi in cui questo **sia realizzato in tempi successivi a quelli di entrata in servizio della tratta in questione**, rimane la necessità di gestire un transitorio che consenta di ridurre la richiesta di potenza del sistema dai valori visibili in Figura 73, prossimi ai 25MVA, a valori inferiori a quelli disponibili al nodo di Corelli, pari a **18.1MVA**. Ciò al fine di scongiurare un effetto a catena che possa portare, a seguito della mancanza di alimentazione in Porta Nuova, anche al fuori servizio del punto di fornitura di Corelli, a causa di un sovraccarico individuato dalle protezioni di massima corrente.

I proponenti dovranno pertanto farsi carico della definizione di una procedura di rapida riduzione della potenza, che sia compatibile con i tempi di taratura delle protezioni definiti da IRETI.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 9. SCENARI DI EMERGENZA

### 9.1 Generalità

Nella costruzione della tratta Deposito Rebaudengo – Politecnico si potrà verificare l'eventualità che questa venga limitata ed operata in prima battuta da Deposito Rebaudengo fino alla stazione Bologna, per cui potrà essere inclusa la fornitura da rete di pubblica distribuzione di Corelli ma non quella di Porta Nuova.

Chiaramente, il numero di treni in servizio sarà in questo caso ridotto, in modo che la potenza richiesta sia compatibile con la disponibilità al punto di fornitura di Corelli (max 15MVA).

Tuttavia, come indicato al punto VII.1 comma 4 del DM 21/10/2015, è necessaria una fonte di emergenza che, in configurazione finale, potrà essere costituita dal secondo punto di fornitura da rete pubblica di Porta Nuova (IRETI ha confermato per iscritto che per le forniture di Corelli e Porta Nuova [...] *I due "percorsi elettrici" sono pianificati su porzioni di rete in media tensione indipendenti (senza cabine o tratti di linea in comune) e originanti da impianti primari (Stazioni di trasformazione AT/MT) distinti*), mentre nella condizione transitoria sopra descritta deve essere realizzata in uno dei modi descritti nel punto del DM nominato.

Nella fattispecie, è prevista quindi la realizzazione di una centrale a gruppi elettrogeni ubicata presso il Deposito Rebaudengo, concepita per garantire alimentazione nelle condizioni di emergenza che, in caso di incendio, possono contemplare le seguenti eventualità:

- Incendio a bordo treno in stazione
- Incendio a bordo treno in galleria
- Incendio in atrio (area snack o espositive ove presenti)
- Incendio nei locali tecnici

Ad ognuno degli scenari sopra elencati corrisponde una specifica gestione in termini di carichi lasciati attivi se già in operazione, attivati per azioni specifiche (es. sistemi di estinzione) o spenti se precedentemente accesi e non necessari.

Nel presente documento lo scopo è quello di valutare il comportamento della rete di alimentazione primaria nello scenario di emergenza che comporta la potenza massima richiesta, nell'ipotesi in cui la fornitura avvenga tramite i gruppi elettrogeni di cui è prevista l'installazione presso il Deposito Rebaudengo, quindi in assenza di disponibilità della rete a 22kV nei nodi di Porta Nuova e Corelli.

Al di là del periodo transitorio sopra evocato, questi, infatti, sono in grado di ottemperare alle richieste del D.M. 21/10/2015, che prevede sempre la presenza di una sorgente di alimentazione ridondata. Nel caso di indisponibilità di uno dei due punti di fornitura sopra elencati, infatti, i gruppi elettrogeni rappresentano la prevista sorgente in ridondanza e pertanto, in caso di indisponibilità anche del secondo punto di fornitura, devono essere in grado di supportare il massimo carico prevedibile.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Lo scenario che comporta una gestione dei carichi tale da determinare la massima potenza richiesta è il primo sopra menzionato, ovvero l'incendio a bordo treno con quest'ultimo fermo in stazione. L'intero sistema, tuttavia, dovrà essere ridotto ad un regime degradato; pertanto, la condizione di gestione del sistema di cui si darà dettaglio nel seguito, sarà caratterizzata da:

- Mancanza rete di alimentazione principale per fuori servizio sia nel punto di fornitura di Porta Nuova che in quello di Corelli
- Arresto della circolazione dei treni, con annullamento del carico nelle sottostazioni di trazione
- Carico totalmente alleggerito su tutte le stazioni e pozzi, con eccezione di quelli necessari per gestire la condizione di emergenza

I gruppi elettrogeni previsti hanno le seguenti caratteristiche:

**Tabella 20 - Caratteristiche tecniche dei Gruppi Elettrogeni**

Tensione nominale (V)	Taglia (kVA)	Potenza attiva in PRP (kW)	Potenza attiva in LTP (kW)
400	1250	1000	1100

Numero di gruppi installati	Potenza attiva totale disponibile per il sistema in PRP (kW)	Potenza attiva totale disponibile per il sistema in LTP (kW)
4	4000	4400

Nei prossimi paragrafi si valuterà pertanto:

- Se la potenza richiesta dal carico nelle condizioni di massima domanda in scenario di emergenza è compatibile con la disponibilità dei gruppi
- Se il regime delle tensioni nei diversi nodi della rete alimentati dai gruppi elettrogeni sia compatibile con l'esercizio della stessa, date anche le condizioni di emergenza

Tale scenario è descritto ed autorizzato nel contesto della Relazione di Prevenzione Incendi relativa al Deposito Rebaudengo e relativa approvazione da parte dei VVF (ref. Doc. 01\_MTL2T1A0DVVFDREBR001). Questo in quanto i generatori sono appunto ubicati nell'area ad essa dedicata nel Deposito stesso. Nella Relazione si specifica la funzione di Alimentazione di Emergenza per la Linea (ref. par. 2.1.5 e 3.3.1).

## 9.2 Scenario D: Incendio a bordo di un treno fermo in stazione

### 9.2.1 Descrizione dello Scenario

Come anticipato, il caso di maggiore interesse per l'analisi qui presentata è quello di incendio a bordo di un treno fermo in stazione, per cui i carichi attivati, funzionali alle procedure di esodo

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

dei passeggeri presenti sul treno stesso ed in stazione, portano ai più alti valori di assorbimento di potenza nelle diverse possibili condizioni di emergenza.

L'incendio a bordo treno verrà rilevato dai sensori interni al convoglio e trasmesso al Posto di Controllo Contrale, il quale, in opzione dopo le opportune verifiche da parte degli operatori addetti, lo invierà al PLC UCAVS di gestione della stazione.

Il PLC UCAVS attiverà lo scenario 1 che consiste in:

- Arresto della ventilazione nei locali tecnici di sistema
- Arresto delle UTA per la ventilazione ordinaria e chiusura delle serrande sulla mandata e ripresa.
- Chiusura di tutte le serrande dei canali di atrio e sotto banchine Via1 e Via2.
- Attivazione del ventilatore RSF-201-03-01 in modalità di estrazione fumi ed apertura delle serrande per l'estrazione fumi dalle banchine.
- Attivazione del ventilatore per la creazione delle barriere a lame d'aria in prossimità delle porte di banchina.

Vengono inoltre mantenute attive le scale mobili necessarie per l'esodo.

Oltre ai carichi di stazione, saranno attivati i carichi di pozzi attigui alla stazione interessata all'incendio, nelle due direzioni, per consentire l'estrazione di aria e fumi secondo uno schema pull-pull, normalmente con un ventilatore funzionante a pieno carico, in alcuni casi con due.

Il numero di pozzi attivi varia in funzione della stazione interessata; la soluzione adottata per ciascuna tratta è basata sulla portata minima che deve essere richiamata dalla stazione verso la linea. Questo numero può variare da un minimo di 2 ad un massimo di 4, distribuiti a monte e valle del punto interessato. Nella logica della valutazione qui presentata, interessano pertanto i casi, qui elencati, in cui i pozzi attivati sono 4:

**Tabella 21 – Pozzi attivi in caso di incendio di treno in stazione**

Incendio in Stazione	Pozzi attivi	Descrizione Pozzi	Tipologia
Cimaraosa / Tabacchi (SCI)	4	PCO, PCI, PBO, PNO	Pull/Pull
Verona (SVR)	4	PNO, PVR, PMO, PCA	Pull/Pull
Carlo Alberto (SCA)	4	PMO, PCA, PPN, PPA	Pull/Pull

Inoltre, va contemplato anche un assorbimento di potenza nelle due stazioni attigue (i-1) ed (i+1) a quella dove si è verificato l'incendio, dove sostanzialmente la procedura è simile a quella della stazione stessa, ma senza attivazione di sistemi antincendio e di ventilazione.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

### 9.2.2 Definizione del carico

Per quanto definito in 9.2.1, i carichi considerati per caratterizzare il caso di Emergenza con alimentazione da gruppi elettrogeni risultano pertanto i seguenti:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

**Tabella 22 - Alimentazione da GE in caso di Emergenza - Condizione di carico**

		Pozzo (p-2)	Stazione (s-1)	Pozzo (p-1)	Stazione (i) – POSIZIONE DELL'INCENDIO	Pozzo (p+1)	Stazione (i+1)	Pozzo (p+2)	TOT
CASO D1	Stazione / Pozzo	PNO	SBO	PBO	<b>SCI</b>	PCI	SCO	PCO	
	P (kW)	520.25	302.24	276.15	829.26	276.15	474.51	276.15	<b>2954.7</b>
CASO D2	Stazione / Pozzo	PCA	SMO	PMO	<b>SVR</b>	PVR	SNO	PNO	
	P (kW)	276.2	397.26	379.4	1101.16	378.15	397.26	520.25	<b>3449.7</b>
CASO D3	Stazione / Pozzo	PPA	SPN	PPN	<b>SCA</b>	PCA	SMO	PMO	
	P (kW)	336.2	1530	336.6	1022.87	276.2	397.26	379.4	<b>4278.5</b>

Il dettaglio dei carichi da cui è possibile determinare i valori totali qui riportati è contenuto in Appendice 2. In assenza di dati specifici si è ricorso a dati di stazioni analoghe o al dato stimato nel PFTE, che si ritiene ancora valido anche alla luce di valutazioni più puntuali.

Dai valori totali di potenza si nota che i gruppi sono in grado di sostenere la potenza richiesta, in alcuni casi, come per l'incendio su treno in Stazione Carlo Alberto, dovendo ricorrere alla potenza temporanea LTP.

### 9.2.3 Risultati del calcolo di load flow

Vengono di seguito riportati i risultati del calcolo di load flow condotto sulla rete in isola, alimentata dai quattro gruppi elettrogeni e nelle condizioni di carico di cui ai 3 casi elencati in 9.2.2.

I gruppi elettrogeni dovranno non solo fornire la potenza attiva richiesta dai carichi, ma anche la potenza reattiva, allo stesso modo garantendo la regolazione della tensione ai nodi su profili compatibili con il funzionamento dei carichi, ovvero quanto più prossimi al valore nominale. A questo proposito, è consigliabile che la condizione venga gestita escludendo preventivamente lato MT tutti i trasformatori MT/bt delle stazioni e pozzi non coinvolti nella gestione dell'emergenza.

In tale modo, la presa di carico da parte dei gruppi elettrogeni non dovrà comprendere anche la potenza reattiva di magnetizzazione di tutti i trasformatori della rete non a carico, il cui valore di picco può pregiudicare la buona riuscita della presa di carico stessa, con intervento delle protezioni dei generatori.

Inoltre, a regime, non dovrà essere fornita la potenza a vuoto per i trasformatori.

Pertanto, nei casi di studio di seguito presentati, si sono esclusi i trasformatori dei pozzi e delle stazioni che non sono coinvolti nella gestione dell'emergenza.

Nei calcoli, si è assunto G1 come gruppo di saldo nel calcolo del load flow.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

### CASO D1 – Incendio in stazione Cimarosa / Tabacchi

La condizione di carico è la seguente:

**Tabella 23 – Caso D1 – Condizione di carico**

		Pozzo (p-2)	Stazione (s-1)	Pozzo (p-1)	Stazione (i) – POSIZIONE DELL'INCENDIO	Pozzo (p+1)	Stazione (i+1)	Pozzo (p+2)	TOT
CASO 1	Stazione / Pozzo	PNO	SBO	PBO	<b>SCI</b>	PCI	SCO	PCO	
	P (kW)	520.25	302.24	276.15	829.26	276.15	474.51	276.15	<b>2954.7</b>

I risultati del calcolo di load flow sono presentati in Figura 94.

I gruppi elettrogeni sono chiamati a fornire le seguenti potenze:

**Tabella 24 – Caso D1 Potenze fornite dai GE**

Gruppo	G1	G2, G3, G4
<b>P (kW)</b>	755.31	754
<b>Q (kVar)</b>	102.84 (*)	0
<b>Grado di carico su taglia PRP</b>	75.5%	75.4%
<b>Grado di carico su taglia LTP</b>	68.7%	68.5%

(\*) necessari per tenere una tensione alla sbarra MT dei GE regolata al 101%

Il mantenimento della tensione al 101% sul nodo di generazione consente di non scendere sotto il 99.8% nel nodo più lontano, rispetto al Deposito Rebaudengo, di PNO/QGBT.

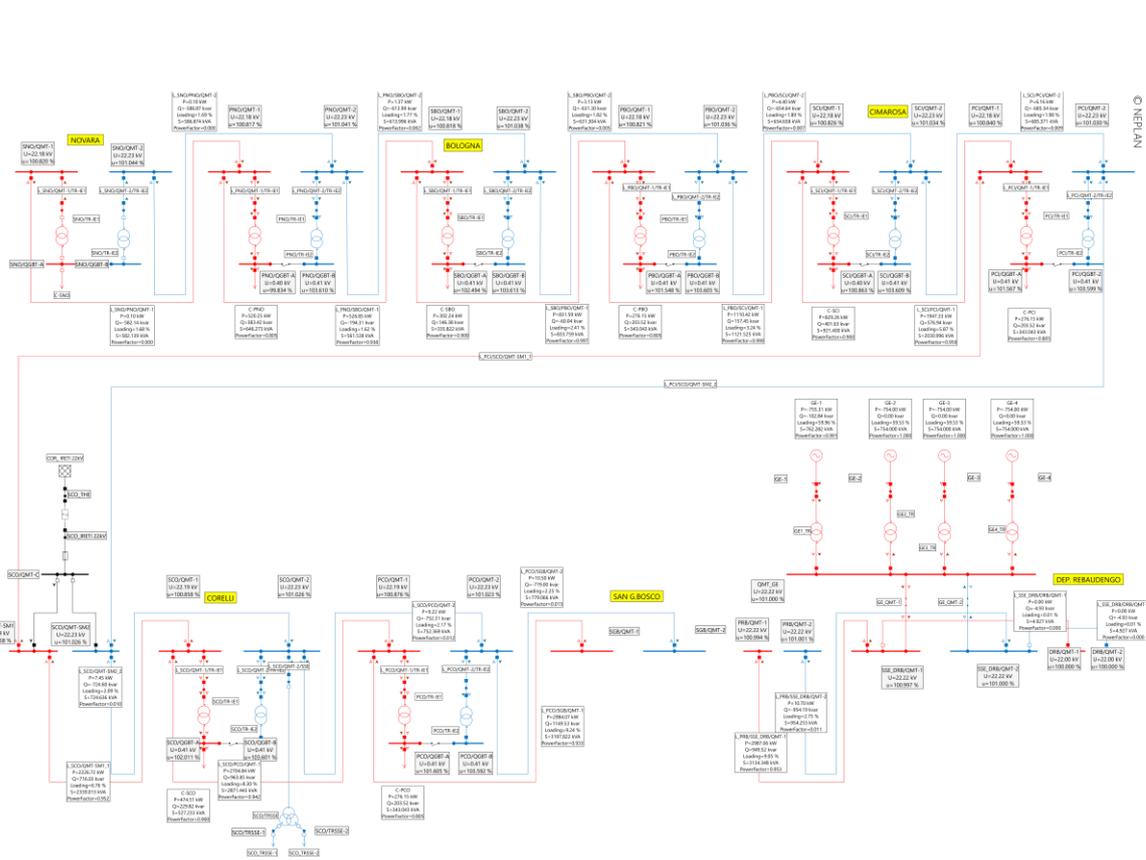


Figura 94 – Gestione emergenza incendio in treno in Stazione Cimarosa Tabacchi

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## CASO 2 – Incendio in stazione Verona

La condizione di carico è la seguente:

**Tabella 25 – Caso D2 – Condizione di carico**

		Pozzo (p-2)	Stazione (s-1)	Pozzo (p-1)	Stazione (i) – POSIZIONE DELL'INCENDIO	Pozzo (p+1)	Stazione (i+1)	Pozzo (p+2)	TOT
CASO 2	Stazione / Pozzo	PCA	SMO	PMO	<b>SVR</b>	PVR	SNO	PNO	
	P (kW)	276.2	397.26	379.4	1101.16	378.15	397.26	520.25	<b>3449.7</b>

I risultati del calcolo di load flow sono presentati in Figura 95.

I gruppi elettrogeni sono chiamati a fornire le seguenti potenze:

**Tabella 26 – Caso D2 Potenze fornite dai GE**

Gruppo	G1	G2, G3, G4
<b>P (kW)</b>	882.33	882.70
<b>Q (kVar)</b>	146.40 (*)	125.78 (*)
<b>Grado di carico su taglia PRP</b>	88.3%	88.3%
<b>Grado di carico su taglia LTP</b>	80.2%	80.2%

(\*) necessari per tenere una tensione alla sbarra MT dei GE regolata al 100%

Il mantenimento della tensione al 100% sul nodo di generazione consente di non scendere sotto il 100% nel nodo più lontano, rispetto al Deposito Rebaudengo, di PCA/QGBT.

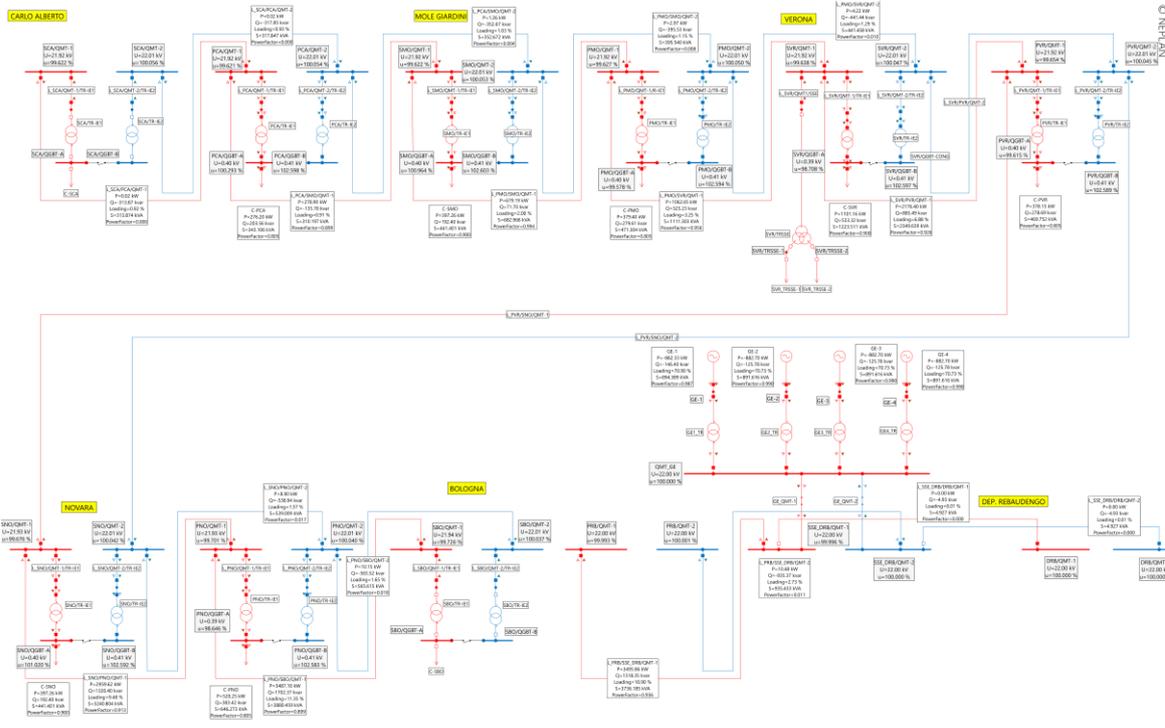


Figura 95 – Gestione emergenza incendio in treno in Stazione Verona

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

### CASO 3 – Incendio in stazione Carlo Alberto

La condizione di carico è la seguente:

**Tabella 27 – Caso D3 – Condizione di carico**

		Pozzo (p-2)	Stazione (s-1)	Pozzo (p-1)	Stazione (i) – POSIZIONE DELL'INCENDIO	Pozzo (p+1)	Stazione (i+1)	Pozzo (p+2)	TOT
CASO 3	Stazione / Pozzo	PPA	SPN	PPN	<b>SCA</b>	PCA	SMO	PMO	
	P (kW)	336.2	1530	336.6	1022.87	276.2	397.26	379.4	<b>4278.5</b>

I risultati del calcolo di load flow sono presentati in Figura 96.

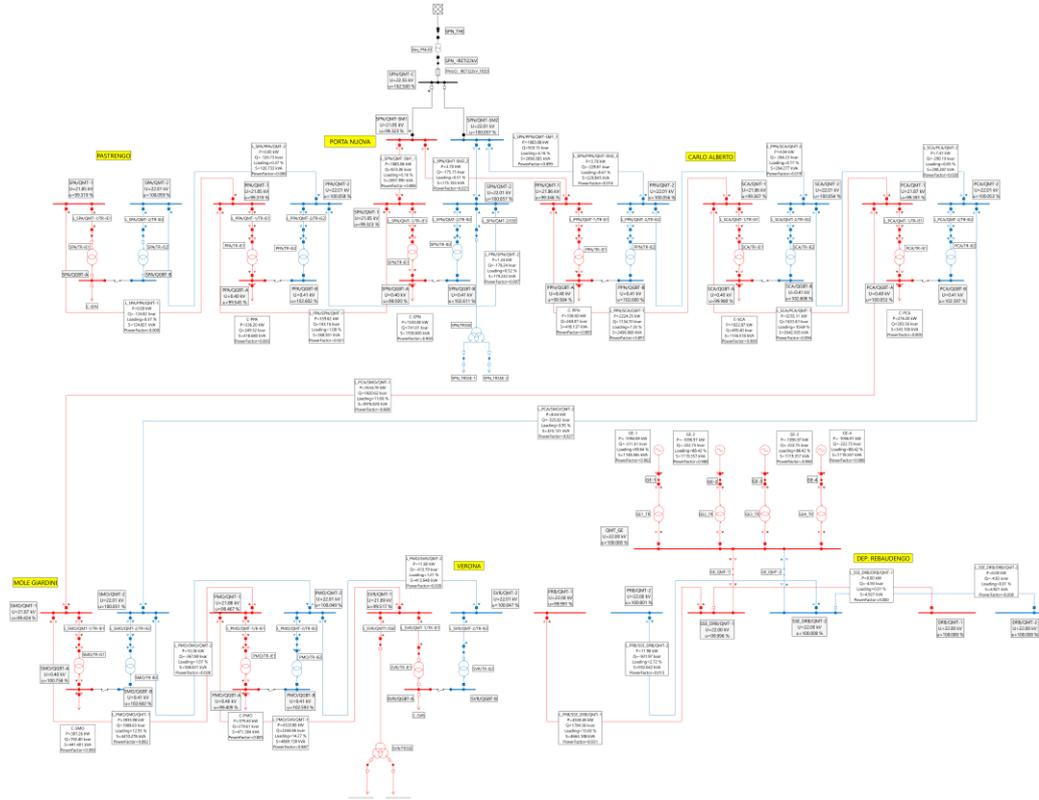
I gruppi elettrogeni sono chiamati a fornire le seguenti potenze:

**Tabella 28 – Caso D3 Potenze fornite dai GE**

Gruppo	G1	G2, G3, G4
<b>P (kW)</b>	1094.99	1096.97
<b>Q (kVar)</b>	311.61 (*)	222.75 (*)
<b>Grado di carico su taglia PRP</b>	109.5%	109.7%
<b>Grado di carico su taglia LTP</b>	99.5%	99.7%

(\*) necessari per tenere una tensione alla sbarra MT dei GE regolata al 100%

Il mantenimento della tensione al 100% sul nodo di generazione consente di non scendere sotto il 99.5% nel nodo più lontano, rispetto al Deposito Rebaudengo, di PPA/QGBT.



O NERIAN

Figura 96 – Gestione emergenza incendio in treno in Stazione Carlo Alberto

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

#### 9.2.4 Commenti ai risultati del calcolo di load flow

I tre casi presentati, rappresentativi della condizione di carico più severa in caso di gestione dell'esodo nell'emergenza di un incendio di un treno fermo in stazione e anche in generale nelle diverse condizioni di emergenza, mostrano quanto segue:

- I gruppi elettrogeni sono in grado di sostenere la potenza richiesta, sia attiva che reattiva. In merito alla seconda, è consigliabile prevedere delle procedure che escludano i trasformatori MT/bt non coinvolti nella gestione dell'emergenza, al fine di non gravare ulteriormente sulla potenza reattiva richiesta, oltre che ad evitare fenomeni transitori di inrush che potrebbero creare instabilità ed intervento delle protezioni dei gruppi.
- Nel caso di incendio in Stazione Carlo Alberto, la richiesta ai gruppi è al limite della taglia degli stessi in funzionamento LTP.
- Il profilo di tensione su tutti i nodi della rete, anche i più lontani dalla centrale di generazione, può essere mantenuto prossimo a valori nominali con una opportuna impostazione della tensione generata.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 10. VERIFICA DELLA PORTATA DELLE LINEE IN CAVO MT

### 10.1 Linee di dorsale

Come anticipato in 5.4, la verifica della portata delle dorsali in cavo da 2x150 mm<sup>2</sup> per fase è stata condotta sul caso più sfavorevole, ovvero:

- indisponibilità di uno dei due punti di fornitura, nella fattispecie di Porta Nuova
- tratto di linea che si trova più caricato a seguito di tale condizione, ovvero la linea L\_COR/QMT-C\_SM1 compresa tra il quadro MT di ricezione ed il quadro di smistamento QMT-SM1 in Corelli.

Per analogia, la verifica si potrebbe anche effettuare sulla omologa linea in Porta Nuova a seguito dell'indisponibilità della fornitura in Corelli, ma come si può osservare dal confronto della Figura 77 con la Figura 89, i valori di corrente sono del tutto analoghi.

Questa è infatti la linea che deve ricevere l'intera potenza dalla rete di distribuzione pubblica, ma già dal quadro di smistamento questa si suddivide, per cui una verifica positiva condotta su questo tratto e nella condizione peggiore determina una verifica positiva anche su tutti gli altri tratti di dorsale che compongono la rete.

Per chiarezza di esposizione si ripropone qui l'andamento della corrente della linea assunta a riferimento e nello stesso grafico è rappresentato il valore efficace di tale corrente, pari a 471.3A, ottenuto dai valori variabili di corrente nel periodo temporale di circa 2100s. Si tratta del valore che determina il riscaldamento nella linea in cavo e per cui significativo per il calcolo della portata.

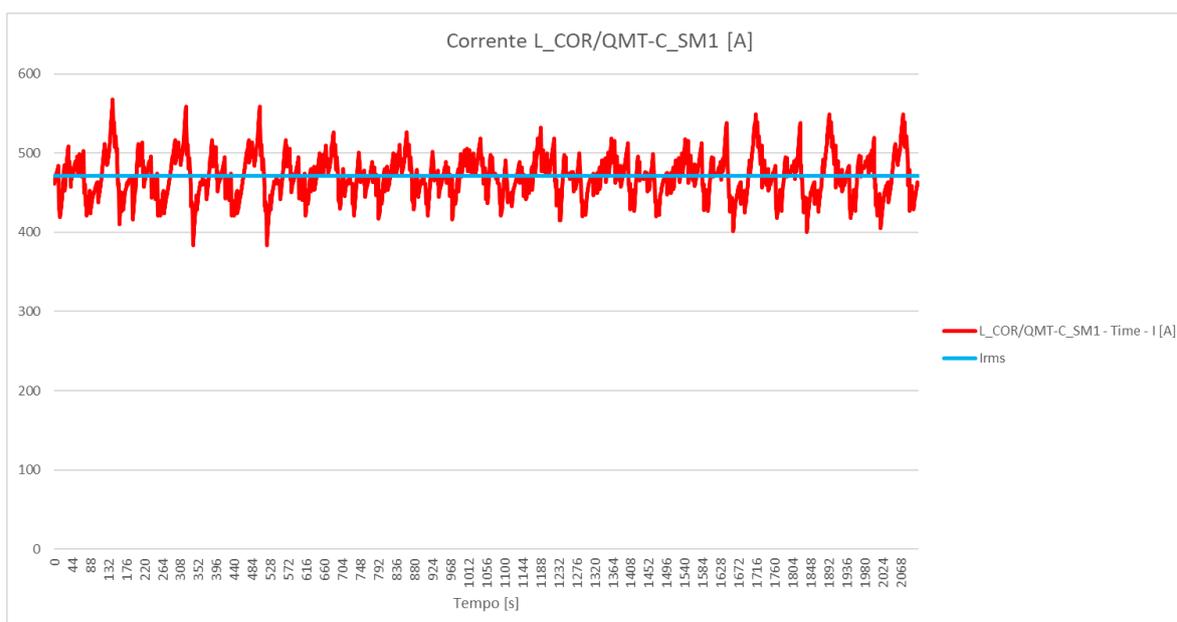


Figura 97 – Corrente nella linea più caricata nello scenario C1.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Il valore di corrente di esercizio in questa condizione di rete e per la linea più caricata, pari a 471.3A, è pertanto inferiore al valore di 485.8A determinato in 5.4.

Per confermare il valore di portata, vista la condizione di posa comunque non convenzionale rispetto a quelle definite da norme e tabelle fornite dai produttori di cavi, si è condotta un'ulteriore verifica effettuando un calcolo secondo la IEC 60287, simulando la condizione di posa nel tratto peggiore, dove siano presenti due tubi annegati nel calcestruzzo, ciascuno contenente una linea del tipo qui specificato, con formazione  $2 \times (3 \times 1 \times 150 \text{mm}^2)$  del tipo RG26H1M16 12/20kV.

I risultati della simulazione condotta con il software specifico CABLEIZER, prodotto da Braavos GmbH (Svizzera), sono di seguito riportati.

Da questi si evince che un sistema costituito da due linee come quelle di specie, posate entro tubi annegati nel calcestruzzo e vicini, è in grado di portare 945A, ovvero circa 472A per linea.



Calculation Report

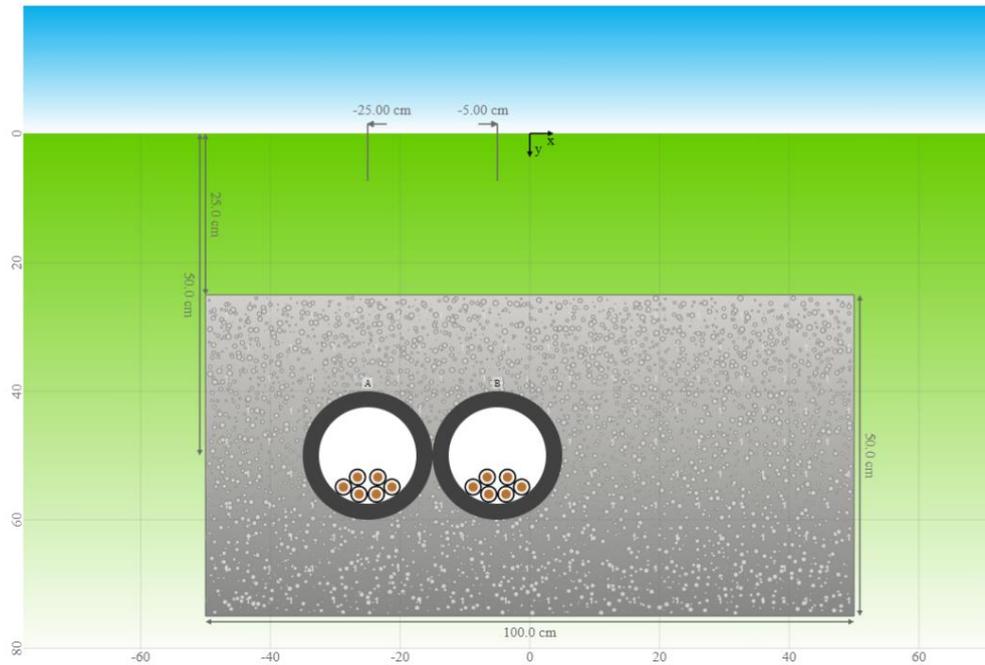
Title Cavi in tubo su pavimentazione  
 Project 22046  
 Created Date: 2022-09-20 Time: 15:40 Software version: n/a (n/a)

Arrangement

Arrangement type buried project (#17382)  
 Activated options None  
 Active systems A, B

Statistics

Number of iterations of the solver	$N_{calc}$	22
Sum of currents from all systems	$I_{sum}$	945.4 A
Sum of average conductor temperatures from all systems	$\theta_{sum}$	180 °C
Number of overheated electrical systems		0
Sum of losses from all systems	$W_{sum}$	110.508 W/m



Cableizer specifically disclaims any warranties, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability, accuracy, or fitness for any particular purpose. In no event shall Cableizer be liable to any party for any damages arising out of the use of information in this document.

**Systems**

Following systems are active in the arrangement:

System	Object	Current $I_c$ [A]	max Temp. $\theta_c$   $\theta_e$ ( $\theta_{de}$ ) [°C]	Losses $W_{sys}$ [W/m]
System A	RG26H1M16 12/20	2x 235.3	90.0   86.0 (59.4)	54.8
System B	RG26H1M16 12/20	2x 237.4	90.0   85.9 (58.8)	55.7

**Objects**

Following objects are used:

RG26H1M16 12/20

**Ambient**

Ambient temperature	$\theta_a$	20 °C
Thermal resistivity of soil	$\rho_4$	1.28 K.m/W
Thermal conductivity of soil	$k_4$	0.78 W/(m.K)
Specific volumetric heat capacity of soil material	$c_{p,soil}$	2033.2 J/(kg.K)
Soil thermal diffusivity	$\delta_{soil}$	3.93e-7 m <sup>2</sup> /s
Ratio thermal resistivity dry/moist soil	$v_4$	1

**Constants**

Standard acceleration of gravity	$g$	9.80665 m/s <sup>2</sup>
Absolute temperature	$\theta_{abs}$	273.15 K
Stefan Boltzmann constant	$\sigma$	5.67037e-8 W/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>
Vacuum permeability	$\mu_0$	1.25664e-6 H/m
Vacuum permittivity	$\epsilon_0$	8.85419e-12 F/m

**Backfill**

Calculation method acc. IEC 60287-2-1 ed2.0

**Backfill Area 1**

Thermal resistivity backfill	$\rho_b$	1 K.m/W
Horizontal center of backfill	$x_b$	0 mm
Vertical center of backfill	$L_b$	500 mm
Height of the backfill	$h_b$	500 mm
Width of the backfill	$w_b$	1000 mm

**System A (Medium voltage cable)****Ampacity**

Name of cable		RG26H1M16 12/20
Conductor current	$I_c$	235.3 A
Total current for all parallel systems in common duct	$I_c$	470.5 A

**Load**

System frequency	$f$	50 Hz
Continuous load	$LF$	1 p.u.

**Arrangement**

Material of duct pipe	$M_d$	Plastic duct made of PE (Polyethylene)
Inside / outside diameter of duct	$D_{id}/D_{od}$	150.0   200.0 mm
Laying arrangement		individual
Position duct 1	$x_1 / y_1$	-250.0 / 500.0 mm

**Temperatures**

Temperature of conductor	$\theta_c$	90 °C
External temperature of the object	$\theta_e$	86 °C

**Losses****Ohmic**

Conductor losses	$W_c$	8.817 W/m
Losses in steel pipe	$W_{sp}$	0 W/m
Ohmic losses per phase	$W_I$	8.817 W/m
Losses in duct	$W_{duct}$	0 W/m

**Dielectric**

Dielectric losses	$W_d$	0.31 W/m
-------------------	-------	----------

**Total**

Total losses per phase	$W_t$	9.127 W/m
Total losses per object	$W_{tot}$	9.127 W/m
Total losses of the system	$W_{sys}$	54.764 W/m

**Thermal Resistances**

Thermal resistance to ambient	$T_{4\mu}$	0.4066 K.m/W
Thermal resistance to ambient	$T_{4iii}$	0.3649 K.m/W

**Backfill**

Correction of thermal resistance for backfill	$T_{4db}$	0.0418 K.m/W
Number of loaded objects in backfill	$N_b$	1

**Duct**

Thermal resistance of medium in the duct	$T_{4i}$	0.3244 K.m/W
Thermal resistance of the duct wall	$T_{4ii}$	0.1603 K.m/W



**Cable**

Internal thermal resistance for current losses	$T_{int}$	0.4494 K.m/W
Internal thermal resistance for dielectric losses	$T_d$	0.2701 K.m/W

**Other characteristics**

**Earthing**

No settings for one single-phase object.

**Loss Factors**

Loss factor of shield (screen and sheath)	$\lambda_1$	0
Loss factor of armour	$\lambda_2$	0

**Drying-out of soil**

Diameter of drying zone	$D_{dry}$	0.2 m
Depth of characteristic diameter of drying zone	$L_{dry}$	0.5 m



Cableizer specifically disclaims any warranties, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability, accuracy, or fitness for any particular purpose. In no event shall Cableizer be liable to any party for any damages arising out of the use of information in this document.

**System B (Medium voltage cable)****Ampacity**

Name of cable		RG26H1M16 12/20
Conductor current	$I_c$	237.4 A
Total current for all parallel systems in common duct	$I_c$	474.9 A

**Load**

System frequency	$f$	50 Hz
Continuous load	$LF$	1 p.u.

**Arrangement**

Material of duct pipe	$M_d$	Plastic duct made of PE (Polyethylene)
Inside / outside diameter of duct	$D_{id}/D_{od}$	150.0   200.0 mm
Laying arrangement		individual
Position duct 1	$x_1 / y_1$	-50.0 / 500.0 mm

**Temperatures**

Temperature of conductor	$\theta_c$	90 °C
External temperature of the object	$\theta_e$	85.9 °C

**Losses****Ohmic**

Conductor losses	$W_c$	8.981 W/m
Losses in steel pipe	$W_{sp}$	0 W/m
Ohmic losses per phase	$W_I$	8.981 W/m
Losses in duct	$W_{duct}$	0 W/m

**Dielectric**

Dielectric losses	$W_d$	0.31 W/m
-------------------	-------	----------

**Total**

Total losses per phase	$W_t$	9.291 W/m
Total losses per object	$W_{tot}$	9.291 W/m
Total losses of the system	$W_{sys}$	55.745 W/m

**Thermal Resistances**

Thermal resistance to ambient	$T_{d\mu}$	0.4066 K.m/W
Thermal resistance to ambient	$T_{diii}$	0.3649 K.m/W

**Backfill**

Correction of thermal resistance for backfill	$T_{ddb}$	0.0418 K.m/W
Number of loaded objects in backfill	$N_b$	1

**Duct**

Thermal resistance of medium in the duct	$T_{di}$	0.3248 K.m/W
Thermal resistance of the duct wall	$T_{dii}$	0.1603 K.m/W



**Cable**

Internal thermal resistance for current losses	$T_{int}$	0.4494 K.m/W
Internal thermal resistance for dielectric losses	$T_d$	0.2701 K.m/W

**Other characteristics**

**Earthing**

No settings for one single-phase object.

**Loss Factors**

Loss factor of shield (screen and sheath)	$\lambda_1$	0
Loss factor of armour	$\lambda_2$	0

**Drying-out of soil**

Diameter of drying zone	$D_{dry}$	0.2 m
Depth of characteristic diameter of drying zone	$L_{dry}$	0.5 m

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 10.1 Linee di alimentazione trasformatori

Per le linee di collegamento tra quadri di MT e trasformatori si adottano linee RG26H1M16 12/20kV 3x1x70mm<sup>2</sup>.

Questa scelta è verificata con il seguente calcolo:

- Corrente di esercizio  $I_b$ : quella relativa al trasformatore di potenza maggiore, ovvero quello dedicato alla trazione.  
Avendo assunto una potenza di 2650kVA a 22kV, questo determina una corrente:

$$I_b = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{2650}{\sqrt{3} \cdot 22} = 69.5A$$

Le condizioni di posa sono poi le seguenti, con

<b>Fattore di riduzione della portata</b>	<b>Valore</b>	<b>Note</b>
$k_1$ – Profondità di posa	1.00	Cavi in cunicolo o passerella tra QMT e trasformatore
$k_2$ – Resistività del terreno	1.00	Cavi in aria – Non applicabile
$k_3$ – Temperatura dell'aria	0.91	Taria = 40°C
$k_4$ – Prossimità con altri cavi	0.98	Da tabelle dei costruttori per 2 circuiti sulla stessa passerella
$k_{add}$ – Cavi in tubo	1.00	Cavi in aria – Non applicabile

La portata in posa in aria del cavo assunto è pari a 316A (posa a trifoglio), per cui la portata effettiva risulta:

$$I_z = 316 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.91 \cdot 0.98 \cdot 1.0 = 281.8A$$

per cui:

$$I_b \leq I_z$$

ed il cavo risulta verificato.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

La stessa sezione di cavo viene adottata anche per l'alimentazione dei trasformatori di potenza inferiore (2000, 1250 e 800kVA) per ragioni legate alla tenuta alla corrente di corto circuito come dettagliato nel prossimo capitolo. La portata in questi casi è a maggior ragione verificata.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 11. CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E VERIFICA DELLA TENUTA DELLE LINEE IN CAVO

### 11.1 Dati di ingresso della rete IRETI

Le caratteristiche della rete di distribuzione a 22kV, fornite da IRETI per il nodo di Porta Nuova e che si possono assumere valide anche per il nodo di Corelli, sono di seguito esplicitate:

**Tabella 29 – Condizioni ai nodi di fornitura IRETI**

<b>Tensione di alimentazione :</b>	<b>22000 Volt</b>
<b>Stato del neutro del sistema MT :</b>	<b>COMPENSATO</b>
<b>Corrente di corto circuito trifase simmetrica:</b>	<b>12.5 [KA]</b>
<b>Corrente di guasto verso terra:</b>	<b>75 [A]</b>
<b>Tempo di intervento delle protezioni:</b>	<b>&gt;10 [S]</b>
<b>Corrente di guasto doppio monofase a terra:</b>	<b>11.5 [kA]</b>
<b>Esistenza di un impianto di terra globale:</b>	<b>NO</b>

Ai fini delle verifiche delle linee in cavo della rete di alimentazione primaria in esame, il dato utilizzato di seguito è quello della corrente di corto circuito trifase simmetrica pari a 12.5kA, che si assumerà per i nodi di Porta Nuova e Corelli, determinando poi i valori su tutti gli altri nodi sui quali viene effettuato il calcolo.



## 11.2 Procedura di calcolo

Il calcolo delle correnti di corto circuito è stato condotto con l'utilizzo del software NEPLAN® in osservanza alla norma CEI EN 60909-0:2016.

Sono calcolate:

- correnti  $I_k''$  di corto circuito trifase massimo;
- corrente di interruzione  $I_b$  in corrispondenza ad un tempo  $t = 0.1$  s. A tale istante sono quindi riferiti anche i valori di  $i_{dc}$  e di  $I_{asimmetrica}$ ;
- corrente termica a 1 secondo.

## 11.3 Assetto della rete

Per il calcolo delle correnti di corto circuito si sono assunte le seguenti condizioni:

- Rete in condizioni normali (Scenario A)
- Perdita della connessione di Porta Nuova (Scenario C1). Nodi alimentati tutti da Corelli
- Perdita della connessione di Corelli (Scenario C2). Nodi alimentati tutti da Porta Nuova

## 11.4 Risultati di calcolo

Nel seguito sono riportati i valori di corrente di corto circuito trifase massimo, fase – fase minimo e fase – terra massimo totale ai nodi.

Il significato dei simboli indicati nelle tabelle è il seguente, in accordo alla simbologia riportata dalla Normativa:

**Tabella 30 – Simboli utilizzati nelle tabelle risultati delle correnti di corto circuito**

Simbolo	Significato
$I_k''$ (L1, L2, L3)	Modulo della corrente di corto circuito subtransitoria nelle tre fasi (kA)
$i_p$ (L1, L2, L3)	Corrente di picco nelle tre fasi (kA)
$I_b$ (L1, L2, L3)	Corrente di interruzione nelle tre fasi (a $t = 0.1$ s) (kA)
$I_k$ (L1, L2, L3)	Modulo della corrente di corto circuito permanente nelle tre fasi (kA)
$I_{th}$ (L1, L2, L3)	Corrente termica nelle tre fasi (a $t = 1$ s) (kA)
$i_{dc}$ (L1, L2, L3)	Corrente unidirezionale nelle tre fasi (a $t = 0.1$ s) (kA)
$I_{b\ asy}$ (L1, L2, L3)	Corrente asimmetrica nelle tre fasi (a $t = 0.1$ s) (kA)

I risultati di seguito riportati sono relativi ai nodi del modello della rete di cui alla Figura 3, suddividendoli, nel caso di rete in condizioni normali, tra quelli alimentati da Porta Nuova e quelli alimentati da Corelli.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Sono poi ordinati per livello di tensione e per corrente di guasto decrescente.

#### 11.4.1 Correnti di corto circuito in condizioni Normali

##### Nodi alimentati da Porta Nuova:

**Tabella 31 – Correnti di corto circuito. Condizioni Normali. Nodi alimentati da Porta Nuova**

Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PNUO/QMT-C	22.0	12.5	21.897	0.0	12.544	12.5	12.5	12.5
PNUO/QMT-SM2	22.0	12.487	21.868	0.0	12.531	12.487	12.487	12.487
PNUO/QMT-SM1	22.0	12.487	21.868	0.0	12.531	12.487	12.487	12.487
PNUO/QMT-2	22.0	12.466	21.821	0.0	12.509	12.466	12.466	12.466
PNUO/QMT-1	22.0	12.466	21.821	0.0	12.509	12.466	12.466	12.466
PNUO/TR-IE2	22.0	12.439	21.752	0.0	12.482	12.439	12.439	12.439
PNUO/TR-IE1	22.0	12.439	21.752	0.0	12.482	12.439	12.439	12.439
SSE_PNUO	22.0	12.335	21.48	0.0	12.377	12.335	12.335	12.335
PdV_PPN/QMT-1	22.0	11.955	20.706	0.0	11.995	11.955	11.955	11.955
PdV_PPN/QMT-2	22.0	11.951	20.698	0.0	11.991	11.951	11.951	11.951
PdV_PPN/TR-IE1	22.0	11.931	20.644	0.0	11.97	11.931	11.931	11.931
PdV_PPN/TR-IE2	22.0	11.927	20.636	0.0	11.966	11.927	11.927	11.927
CALB/QMT-2	22.0	11.578	19.903	0.0	11.616	11.578	11.578	11.578
CALB/QMT-1	22.0	11.567	19.879	0.0	11.605	11.567	11.567	11.567
CALB/TR-IE2	22.0	11.555	19.845	0.0	11.593	11.555	11.555	11.555
CALB/TR-IE1	22.0	11.544	19.822	0.0	11.581	11.544	11.544	11.544
PdV_PCA/QMT-2	22.0	11.28	19.277	0.0	11.316	11.28	11.28	11.28



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PCA/QMT-1	22.0	11.269	19.255	0.0	11.305	11.269	11.269	11.269
PdV_PCA/TR-IE2	22.0	11.258	19.223	0.0	11.293	11.258	11.258	11.258
PdV_PCA/TR-IE1	22.0	11.247	19.201	0.0	11.283	11.247	11.247	11.247
MOL/QMT-2	22.0	10.941	18.579	0.0	10.975	10.941	10.941	10.941
MOL/QMT-1	22.0	10.934	18.565	0.0	10.968	10.934	10.934	10.934
MOL/TR-IE2	22.0	10.92	18.528	0.0	10.954	10.92	10.92	10.92
MOL/TR-IE1	22.0	10.913	18.515	0.0	10.947	10.913	10.913	10.913
PdV_PMO/QMT-2	22.0	10.555	17.796	0.0	10.587	10.555	10.555	10.555
PdV_PMO/QMT-1	22.0	10.552	17.789	0.0	10.584	10.552	10.552	10.552
PdV_PMO/TR-IE2	22.0	10.535	17.75	0.0	10.567	10.535	10.535	10.535
PdV_PMO/TR-IE1	22.0	10.532	17.743	0.0	10.564	10.532	10.532	10.532
VER/QMT-1	22.0	10.176	17.041	0.0	10.206	10.176	10.176	10.176
VER/QMT-2	22.0	10.176	17.041	0.0	10.206	10.176	10.176	10.176
VER/TR-IE1	22.0	10.158	16.999	0.0	10.188	10.158	10.158	10.158
VER/TR-IE2	22.0	10.158	16.999	0.0	10.188	10.158	10.158	10.158
SSE_VER	22.0	10.085	16.832	0.0	10.114	10.085	10.085	10.085
PdV_PVR/QMT-1	22.0	9.927	16.553	0.0	9.956	9.927	9.927	9.927
PdV_PVR/QMT-2	22.0	9.925	16.547	0.0	9.953	9.925	9.925	9.925
PdV_PVR/TR-IE1	22.0	9.91	16.513	0.0	9.939	9.91	9.91	9.91
PdV_PVR/TR-IE2	22.0	9.907	16.507	0.0	9.936	9.907	9.907	9.907



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
NOV/QMT-1	22.0	9.671	16.056	0.0	9.699	9.671	9.671	9.671
NOV/QMT-2	22.0	9.666	16.045	0.0	9.694	9.666	9.666	9.666
NOV/TR-IE1	22.0	9.655	16.018	0.0	9.682	9.655	9.655	9.655
NOV/TR-IE2	22.0	9.649	16.008	0.0	9.677	9.649	9.649	9.649
PdV_PNO/QMT-1	22.0	9.423	15.578	0.0	9.449	9.423	9.423	9.423
PdV_PNO/QMT-2	22.0	9.415	15.563	0.0	9.442	9.415	9.415	9.415
PdV_PNO/TR-IE1	22.0	9.407	15.542	0.0	9.433	9.407	9.407	9.407
PdV_PNO/TR-IE2	22.0	9.399	15.528	0.0	9.425	9.399	9.399	9.399
BOL/QMT-1	22.0	9.232	15.214	0.0	9.257	9.232	9.232	9.232
BOL/QMT-2	22.0	9.222	15.196	0.0	9.248	9.222	9.222	9.222
BOL/TR-IE1	22.0	9.216	15.181	0.0	9.242	9.216	9.216	9.216
BOL/TR-IE2	22.0	9.207	15.162	0.0	9.232	9.207	9.207	9.207
PdV_PBO/QMT-1	22.0	9.098	14.961	0.0	9.123	9.098	9.098	9.098
PdV_PBO/QMT-2	22.0	9.088	14.943	0.0	9.113	9.088	9.088	9.088
PdV_PBO/TR-IE1	22.0	9.083	14.928	0.0	9.108	9.083	9.083	9.083
PdV_PBO/TR-IE2	22.0	9.073	14.91	0.0	9.098	9.073	9.073	9.073
CIM/QMT-1	22.0	8.942	14.668	0.0	8.966	8.942	8.942	8.942
CIM/QMT-2	22.0	8.928	14.642	0.0	8.953	8.928	8.928	8.928
CIM/TR-IE1	22.0	8.927	14.637	0.0	8.952	8.927	8.927	8.927
CIM/TR-IE2	22.0	8.914	14.611	0.0	8.938	8.914	8.914	8.914



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PCI/QMT-1	22.0	8.747	14.305	0.0	8.771	8.747	8.747	8.747
PdV_PCI/TR-IE1	22.0	8.733	14.275	0.0	8.757	8.733	8.733	8.733
PdV_PCI/QMT-2	22.0	8.732	14.276	0.0	8.755	8.732	8.732	8.732
PdV_PCI/TR-IE2	22.0	8.718	14.247	0.0	8.741	8.718	8.718	8.718
PNUO/QGBT-A	0.4	48.894	112.666	0.477	49.42	48.894	48.894	48.897
PNUO/QGBT-B	0.4	48.894	112.666	0.477	49.42	48.894	48.894	48.897
CALB/QGBT-B	0.4	48.674	111.684	0.422	49.185	48.674	48.674	48.676
CALB/QGBT-A	0.4	48.671	111.67	0.421	49.182	48.671	48.671	48.673
MOL/QGBT-B	0.4	31.186	71.145	0.229	31.503	31.186	31.186	31.187
MOL/QGBT-A	0.4	31.185	71.141	0.229	31.502	31.185	31.185	31.186
VER/QGBT-B	0.4	31.087	70.712	0.211	31.398	31.087	31.087	31.087
VER/QGBT-A	0.4	31.087	70.712	0.211	31.398	31.087	31.087	31.087
NOV/QGBT-A	0.4	31.013	70.394	0.198	31.32	31.013	31.013	31.014
NOV/QGBT-B	0.4	31.012	70.391	0.197	31.319	31.012	31.012	31.013
BOL/QGBT-A	0.4	30.943	70.093	0.186	31.246	30.943	30.943	30.944
BOL/QGBT-B	0.4	30.942	70.086	0.186	31.245	30.942	30.942	30.942
CIM/QGBT-A	0.4	30.894	69.881	0.178	31.194	30.894	30.894	30.894
CIM/QGBT-B	0.4	30.891	69.87	0.178	31.191	30.891	30.891	30.892
PdV_PPN/QGBT-A	0.4	20.357	45.859	0.104	20.551	20.357	20.357	20.358
PdV_PPN/QGBT-B	0.4	20.357	45.859	0.104	20.551	20.357	20.357	20.357



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PCA/QGBT-B	0.4	20.326	45.726	0.1	20.518	20.326	20.326	20.326
PdV_PCA/QGBT-A	0.4	20.325	45.724	0.1	20.517	20.325	20.325	20.325
PdV_PMO/QGBT-B	0.4	20.288	45.566	0.095	20.478	20.288	20.288	20.288
PdV_PMO/QGBT-A	0.4	20.288	45.566	0.095	20.478	20.288	20.288	20.288
PdV_PVR/QGBT-A	0.4	20.251	45.411	0.091	20.439	20.251	20.251	20.251
PdV_PVR/QGBT-B	0.4	20.251	45.411	0.091	20.439	20.251	20.251	20.251
PdV_PNO/QGBT-A	0.4	20.218	45.273	0.087	20.405	20.218	20.218	20.218
PdV_PNO/QGBT-B	0.4	20.217	45.271	0.087	20.404	20.217	20.217	20.217
PdV_PBO/QGBT-A	0.4	20.195	45.177	0.084	20.38	20.195	20.195	20.195
PdV_PBO/QGBT-B	0.4	20.194	45.174	0.084	20.38	20.194	20.194	20.194
PdV_PCI/QGBT-A	0.4	20.168	45.066	0.081	20.352	20.168	20.168	20.168
PdV_PCI/QGBT-2	0.4	20.167	45.061	0.081	20.351	20.167	20.167	20.167
PNUO/TRSSE-1	0.275	41.931	115.321	32.287	45.469	41.931	41.931	52.921
PNUO/TRSSE-2	0.275	41.931	115.321	32.287	45.469	41.931	41.931	52.921
VER/TRSSE-1	0.275	41.646	113.353	25.467	44.223	41.646	41.646	48.816
VER/TRSSE-2	0.275	41.646	113.353	25.467	44.223	41.646	41.646	48.816

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

### Nodi alimentati da Corelli:

**Tabella 32 – Correnti di corto circuito. Condizioni Normali. Nodi alimentati da Corelli**

Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
COR/QMT-C	22.0	12.5	21.897	0.0	12.544	12.5	12.5	12.5
COR/QMT-SM2	22.0	12.487	21.868	0.0	12.531	12.487	12.487	12.487
COR/QMT-SM1	22.0	12.487	21.868	0.0	12.531	12.487	12.487	12.487
COR/QMT-1	22.0	12.479	21.849	0.0	12.522	12.479	12.479	12.479
COR/QMT-2	22.0	12.474	21.84	0.0	12.518	12.474	12.474	12.474
COR/TR-IE1	22.0	12.452	21.78	0.0	12.495	12.452	12.452	12.452
COR/TR-IE2	22.0	12.448	21.77	0.0	12.491	12.448	12.448	12.448
SSE_COR	22.0	12.344	21.498	0.0	12.386	12.344	12.344	12.344
PdV_PCO/QMT-1	22.0	12.156	21.142	0.0	12.198	12.156	12.156	12.156
PdV_PCO/QMT-2	22.0	12.152	21.133	0.0	12.193	12.152	12.152	12.152
PdV_PCO/TR-IE1	22.0	12.131	21.077	0.0	12.172	12.131	12.131	12.131
PdV_PCO/TR-IE2	22.0	12.127	21.068	0.0	12.168	12.127	12.127	12.127
SGB/QMT-1	22.0	11.853	20.487	0.0	11.892	11.853	11.853	11.853
SGB/QMT-2	22.0	11.845	20.47	0.0	11.884	11.845	11.845	11.845
SGB/TR-IE1	22.0	11.829	20.426	0.0	11.868	11.829	11.829	11.829
SGP/TR-IE2	22.0	11.821	20.409	0.0	11.86	11.821	11.821	11.821
PdV_PSG/QMT-1	22.0	11.616	19.982	0.0	11.654	11.616	11.616	11.616
PdV_PSG/QMT-2	22.0	11.608	19.966	0.0	11.646	11.608	11.608	11.608
PdV_PSG/TR-IE1	22.0	11.592	19.924	0.0	11.63	11.592	11.592	11.592



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PSG/TR-IE2	22.0	11.585	19.908	0.0	11.623	11.585	11.585	11.585
GCES/QMT-1	22.0	11.38	19.486	0.0	11.416	11.38	11.38	11.38
GCES/QMT-2	22.0	11.366	19.456	0.0	11.402	11.366	11.366	11.366
GCES/TR-IE1	22.0	11.358	19.431	0.0	11.394	11.358	11.358	11.358
GCES/TR-IE2	22.0	11.343	19.401	0.0	11.379	11.343	11.343	11.343
PdV_PGC/QMT-1	22.0	11.105	18.914	0.0	11.139	11.105	11.105	11.105
PdV_PGC/QMT-2	22.0	11.091	18.886	0.0	11.126	11.091	11.091	11.091
PdV_PGC/TR-IE1	22.0	11.083	18.862	0.0	11.118	11.083	11.083	11.083
PdV_PGC/TR-IE2	22.0	11.069	18.834	0.0	11.104	11.069	11.069	11.069
REB/QMT-1	22.0	10.708	18.103	0.0	10.74	10.708	10.708	10.708
REB/QMT-2	22.0	10.695	18.077	0.0	10.727	10.695	10.695	10.695
REB/TR-IE1	22.0	10.687	18.056	0.0	10.72	10.687	10.687	10.687
REB/TR-IE2	22.0	10.675	18.03	0.0	10.707	10.675	10.675	10.675
SSE_REB	22.0	10.607	17.868	0.0	10.639	10.607	10.607	10.607
PdV_RRB/QMT-1	22.0	10.465	17.615	0.0	10.496	10.465	10.465	10.465
PdV_RRB/QMT-2	22.0	10.452	17.59	0.0	10.484	10.452	10.452	10.452
PdV_RRB/TR-IE1	22.0	10.445	17.57	0.0	10.477	10.445	10.445	10.445
PdV_RRB/TR-IE1	22.0	10.433	17.545	0.0	10.464	10.433	10.433	10.433
SSE_REB/QMT-1	22.0	10.428	17.541	0.0	10.459	10.428	10.428	10.428
SSE_REB/QMT-2	22.0	10.416	17.516	0.0	10.447	10.416	10.416	10.416



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
SSE_REB	22.0	10.32	17.296	0.0	10.351	10.32	10.32	10.32
COR/QGBT-A	0.4	31.352	71.874	0.265	31.679	31.352	31.352	31.353
COR/QGBT-B	0.4	31.351	71.872	0.265	31.679	31.351	31.351	31.352
SGB/QGBT-A	0.4	31.289	71.597	0.251	31.612	31.289	31.289	31.29
SGB/QGBT-B	0.4	31.288	71.593	0.251	31.612	31.288	31.288	31.289
GCES/QGBT-A	0.4	31.237	71.37	0.24	31.558	31.237	31.237	31.238
GCES/QGBT-B	0.4	31.236	71.363	0.24	31.556	31.236	31.236	31.237
REB/QGBT-A	0.4	31.157	71.018	0.224	31.472	31.157	31.157	31.158
REB/QGBT-B	0.4	31.155	71.011	0.223	31.471	31.155	31.155	31.156
PdV_PCO/QGBT-A	0.4	20.366	45.896	0.105	20.56	20.366	20.366	20.366
PdV_PCO/QGBT-B	0.4	20.366	45.896	0.105	20.56	20.366	20.366	20.366
PdV_PSG/QGBT-A	0.4	20.342	45.794	0.102	20.535	20.342	20.342	20.342
PdV_PSG/QGBT-B	0.4	20.342	45.793	0.102	20.534	20.342	20.342	20.342
PdV_PGC/QGBT-A	0.4	20.317	45.689	0.099	20.509	20.317	20.317	20.317
PdV_PGC/QGBT-B	0.4	20.316	45.686	0.099	20.508	20.316	20.316	20.317
PdV_RRB/QGBT-A	0.4	20.283	45.545	0.095	20.473	20.283	20.283	20.283
PdV_RRB/QGBT-B	0.4	20.282	45.542	0.094	20.472	20.282	20.282	20.282
COR/TRSSE-1	0.275	41.932	115.327	32.311	45.474	41.932	41.932	52.936
COR/TRSSE-2	0.275	41.932	115.327	32.311	45.474	41.932	41.932	52.936
REB/TRSSE-1	0.275	41.722	113.874	27.129	44.501	41.722	41.722	49.767



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
REB/TRSSE-2	0.275	41.722	113.874	27.129	44.501	41.722	41.722	49.767
DEP_REB/TRSSE-1	0.275	41.682	113.593	26.222	44.348	41.682	41.682	49.244
DEP_REB/TRSSE-2	0.275	41.682	113.593	26.222	44.348	41.682	41.682	49.244

#### 11.4.2 Correnti di corto circuito con fornitura Porta Nuova indisponibile

Tabella 33 – Correnti di corto circuito. Porta Nuova indisponibile

Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
COR/QMT-C	22.0	12.5	21.897	0.0	12.544	12.5	12.5	12.5
COR/QMT-SM1	22.0	12.487	21.868	0.0	12.531	12.487	12.487	12.487
COR/QMT-SM2	22.0	12.487	21.868	0.0	12.531	12.487	12.487	12.487
COR/QMT-1	22.0	12.479	21.849	0.0	12.522	12.479	12.479	12.479
COR/QMT-2	22.0	12.474	21.84	0.0	12.518	12.474	12.474	12.474
COR/TR-IE1	22.0	12.452	21.78	0.0	12.495	12.452	12.452	12.452
COR/TR-IE2	22.0	12.448	21.77	0.0	12.491	12.448	12.448	12.448
SSE_COR	22.0	12.344	21.498	0.0	12.386	12.344	12.344	12.344
PdV_PCO/QMT-1	22.0	12.156	21.142	0.0	12.198	12.156	12.156	12.156
PdV_PCO/QMT-2	22.0	12.152	21.133	0.0	12.193	12.152	12.152	12.152
PdV_PCO/TR-IE1	22.0	12.131	21.077	0.0	12.172	12.131	12.131	12.131
PdV_PCO/TR-IE2	22.0	12.127	21.068	0.0	12.168	12.127	12.127	12.127
PdV_PCI/QMT-1	22.0	12.075	20.965	0.0	12.116	12.075	12.075	12.075



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PCI/QMT-2	22.0	12.067	20.948	0.0	12.108	12.067	12.067	12.067
PdV_PCI/TR-IE1	22.0	12.05	20.902	0.0	12.091	12.05	12.05	12.05
PdV_PCI/TR-IE2	22.0	12.042	20.884	0.0	12.083	12.042	12.042	12.042
SGB/QMT-1	22.0	11.853	20.487	0.0	11.892	11.853	11.853	11.853
SGB/QMT-2	22.0	11.845	20.47	0.0	11.884	11.845	11.845	11.845
SGB/TR-IE1	22.0	11.829	20.426	0.0	11.868	11.829	11.829	11.829
SGP/TR-IE2	22.0	11.821	20.409	0.0	11.86	11.821	11.821	11.821
CIM/QMT-1	22.0	11.733	20.231	0.0	11.772	11.733	11.733	11.733
CIM/QMT-2	22.0	11.722	20.207	0.0	11.76	11.722	11.722	11.722
CIM/TR-IE1	22.0	11.71	20.172	0.0	11.748	11.71	11.71	11.71
CIM/TR-IE2	22.0	11.698	20.148	0.0	11.736	11.698	11.698	11.698
PdV_PSG/QMT-1	22.0	11.616	19.982	0.0	11.654	11.616	11.616	11.616
PdV_PSG/QMT-2	22.0	11.608	19.966	0.0	11.646	11.608	11.608	11.608
PdV_PSG/TR-IE1	22.0	11.592	19.924	0.0	11.63	11.592	11.592	11.592
PdV_PSG/TR-IE2	22.0	11.585	19.908	0.0	11.623	11.585	11.585	11.585
PdV_PBO/QMT-1	22.0	11.482	19.7	0.0	11.519	11.482	11.482	11.482
PdV_PBO/QMT-2	22.0	11.464	19.662	0.0	11.501	11.464	11.464	11.464
PdV_PBO/TR-IE1	22.0	11.459	19.644	0.0	11.496	11.459	11.459	11.459
PdV_PBO/TR-IE2	22.0	11.441	19.605	0.0	11.478	11.441	11.441	11.441
GCES/QMT-1	22.0	11.38	19.486	0.0	11.416	11.38	11.38	11.38



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
GCES/QMT-2	22.0	11.366	19.456	0.0	11.402	11.366	11.366	11.366
GCES/TR-IE1	22.0	11.358	19.431	0.0	11.394	11.358	11.358	11.358
GCES/TR-IE2	22.0	11.343	19.401	0.0	11.379	11.343	11.343	11.343
BOL/QMT-1	22.0	11.28	19.277	0.0	11.316	11.28	11.28	11.28
BOL/QMT-2	22.0	11.262	19.24	0.0	11.298	11.262	11.262	11.262
BOL/TR-IE1	22.0	11.258	19.223	0.0	11.293	11.258	11.258	11.258
BOL/TR-IE2	22.0	11.24	19.186	0.0	11.275	11.24	11.24	11.24
PdV_PGC/QMT-1	22.0	11.105	18.914	0.0	11.139	11.105	11.105	11.105
PdV_PGC/QMT-2	22.0	11.091	18.886	0.0	11.126	11.091	11.091	11.091
PdV_PGC/TR-IE1	22.0	11.083	18.862	0.0	11.118	11.083	11.083	11.083
PdV_PGC/TR-IE2	22.0	11.069	18.834	0.0	11.104	11.069	11.069	11.069
PdV_PNO/QMT-1	22.0	11.012	18.724	0.0	11.046	11.012	11.012	11.012
PdV_PNO/QMT-2	22.0	10.992	18.682	0.0	11.026	10.992	10.992	10.992
PdV_PNO/TR-IE1	22.0	10.991	18.673	0.0	11.025	10.991	10.991	10.991
PdV_PNO/TR-IE2	22.0	10.971	18.631	0.0	11.005	10.971	10.971	10.971
REB/QMT-1	22.0	10.708	18.103	0.0	10.74	10.708	10.708	10.708
REB/QMT-2	22.0	10.695	18.077	0.0	10.727	10.695	10.695	10.695
NOV/QMT-1	22.0	10.695	18.077	0.0	10.727	10.695	10.695	10.695
REB/TR-IE1	22.0	10.687	18.056	0.0	10.72	10.687	10.687	10.687
REB/TR-IE2	22.0	10.675	18.03	0.0	10.707	10.675	10.675	10.675



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
NOV/TR-IE1	22.0	10.675	18.03	0.0	10.707	10.675	10.675	10.675
NOV/QMT-2	22.0	10.672	18.032	0.0	10.705	10.672	10.672	10.672
NOV/TR-IE2	22.0	10.652	17.985	0.0	10.685	10.652	10.652	10.652
SSE_REB	22.0	10.607	17.868	0.0	10.639	10.607	10.607	10.607
PdV_RRB/QMT-1	22.0	10.465	17.615	0.0	10.496	10.465	10.465	10.465
PdV_RRB/QMT-2	22.0	10.452	17.59	0.0	10.484	10.452	10.452	10.452
PdV_RRB/TR-IE1	22.0	10.445	17.57	0.0	10.477	10.445	10.445	10.445
PdV_RRB/TR-IE1	22.0	10.433	17.545	0.0	10.464	10.433	10.433	10.433
SSE_REB/QMT-1	22.0	10.428	17.541	0.0	10.459	10.428	10.428	10.428
SSE_REB/QMT-2	22.0	10.416	17.516	0.0	10.447	10.416	10.416	10.416
PdV_PVR/QMT-1	22.0	10.4	17.486	0.0	10.431	10.4	10.4	10.4
PdV_PVR/TR-IE1	22.0	10.381	17.441	0.0	10.412	10.381	10.381	10.381
PdV_PVR/QMT-2	22.0	10.376	17.437	0.0	10.407	10.376	10.376	10.376
PdV_PVR/TR-IE2	22.0	10.357	17.393	0.0	10.388	10.357	10.357	10.357
SSE_REB	22.0	10.32	17.296	0.0	10.351	10.32	10.32	10.32
VER/QMT-1	22.0	10.141	16.972	0.0	10.171	10.141	10.141	10.141
VER/TR-IE1	22.0	10.123	16.93	0.0	10.153	10.123	10.123	10.123
VER/QMT-2	22.0	10.115	16.921	0.0	10.145	10.115	10.115	10.115
VER/TR-IE2	22.0	10.097	16.879	0.0	10.126	10.097	10.097	10.097
SSE_VER	22.0	10.05	16.765	0.0	10.079	10.05	10.05	10.05



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PMO/QMT-1	22.0	9.792	16.29	0.0	9.821	9.792	9.792	9.792
PdV_PMO/TR-IE1	22.0	9.775	16.251	0.0	9.803	9.775	9.775	9.775
PdV_PMO/QMT-2	22.0	9.765	16.237	0.0	9.793	9.765	9.765	9.765
PdV_PMO/TR-IE2	22.0	9.748	16.199	0.0	9.776	9.748	9.748	9.748
MOL/QMT-1	22.0	9.481	15.69	0.0	9.508	9.481	9.481	9.481
MOL/TR-IE1	22.0	9.465	15.654	0.0	9.492	9.465	9.465	9.465
MOL/QMT-2	22.0	9.453	15.636	0.0	9.48	9.453	9.453	9.453
MOL/TR-IE2	22.0	9.437	15.6	0.0	9.463	9.437	9.437	9.437
PdV_PCA/QMT-1	22.0	9.239	15.228	0.0	9.265	9.239	9.239	9.239
PdV_PCA/TR-IE1	22.0	9.224	15.195	0.0	9.249	9.224	9.224	9.224
PdV_PCA/QMT-2	22.0	9.21	15.173	0.0	9.236	9.21	9.21	9.21
PdV_PCA/TR-IE2	22.0	9.195	15.14	0.0	9.22	9.195	9.195	9.195
CALB/QMT-1	22.0	9.044	14.859	0.0	9.068	9.044	9.044	9.044
CALB/TR-IE1	22.0	9.029	14.827	0.0	9.053	9.029	9.029	9.029
CALB/QMT-2	22.0	9.016	14.806	0.0	9.04	9.016	9.016	9.016
CALB/TR-IE2	22.0	9.001	14.774	0.0	9.025	9.001	9.001	9.001
PdV_PPN/QMT-1	22.0	8.813	14.428	0.0	8.837	8.813	8.813	8.813
PdV_PPN/TR-IE1	22.0	8.799	14.398	0.0	8.823	8.799	8.799	8.799
PdV_PPN/QMT-2	22.0	8.796	14.395	0.0	8.819	8.796	8.796	8.796
PdV_PPN/TR-IE2	22.0	8.782	14.365	0.0	8.805	8.782	8.782	8.782



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PNUO/QMT-SM1	22.0	8.535	13.913	0.0	8.558	8.535	8.535	8.535
PNUO/QMT-1	22.0	8.525	13.893	0.0	8.548	8.525	8.525	8.525
PNUO/QMT-SM2	22.0	8.517	13.878	0.0	8.539	8.517	8.517	8.517
PNUO/TR-IE1	22.0	8.512	13.865	0.0	8.534	8.512	8.512	8.512
PNUO/QMT-2	22.0	8.506	13.859	0.0	8.529	8.506	8.506	8.506
PNUO/TR-IE2	22.0	8.493	13.831	0.0	8.515	8.493	8.493	8.493
SSE_PNUO	22.0	8.44	13.72	0.0	8.462	8.44	8.44	8.44
PdV_PPA/QMT-1	22.0	8.244	13.379	0.0	8.266	8.244	8.244	8.244
PdV_PPA/TR-IE1	22.0	8.232	13.353	0.0	8.253	8.232	8.232	8.232
PdV_PPA/QMT-2	22.0	8.223	13.34	0.0	8.244	8.223	8.223	8.223
PdV_PPA/TR-IE2	22.0	8.21	13.314	0.0	8.232	8.21	8.21	8.21
PAST/QMT-1	22.0	8.081	13.083	0.0	8.102	8.081	8.081	8.081
PAST/TR-IE1	22.0	8.069	13.058	0.0	8.09	8.069	8.069	8.069
PAST/QMT-2	22.0	8.057	13.039	0.0	8.078	8.057	8.057	8.057
PAST/TR-IE2	22.0	8.045	13.014	0.0	8.066	8.045	8.045	8.045
PdV_PPO/QMT-1	22.0	7.948	12.842	0.0	7.969	7.948	7.948	7.948
PdV_PPO/TR-IE1	22.0	7.937	12.818	0.0	7.957	7.937	7.937	7.937
PdV_PPO/QMT-2	22.0	7.923	12.796	0.0	7.943	7.923	7.923	7.923
PdV_PPO/TR-IE2	22.0	7.911	12.772	0.0	7.931	7.911	7.911	7.911
POLI/QMT-1	22.0	7.693	12.383	0.0	7.712	7.693	7.693	7.693



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
POLI/TR-IE1	22.0	7.682	12.361	0.0	7.701	7.682	7.682	7.682
POLI/QMT-2	22.0	7.667	12.338	0.0	7.686	7.667	7.667	7.667
POLI/TR-IE2	22.0	7.656	12.315	0.0	7.675	7.656	7.656	7.656
SSE_POLI	22.0	7.638	12.272	0.0	7.657	7.638	7.638	7.638
CALB/QGBT-A	0.4	47.836	108.039	0.264	48.297	47.836	47.836	47.836
CALB/QGBT-B	0.4	47.824	107.99	0.262	48.285	47.824	47.824	47.825
PNUO/QGBT-A	0.4	47.609	107.079	0.233	48.059	47.609	47.609	47.61
PNUO/QGBT-B	0.4	47.6	107.043	0.232	48.05	47.6	47.6	47.601
POLI/QGBT-A	0.4	47.188	105.322	0.184	47.617	47.188	47.188	47.188
POLI/QGBT-B	0.4	47.174	105.263	0.183	47.602	47.174	47.174	47.174
COR/QGBT-A	0.4	31.352	71.874	0.265	31.679	31.352	31.352	31.353
COR/QGBT-B	0.4	31.351	71.872	0.265	31.679	31.351	31.351	31.352
SGB/QGBT-A	0.4	31.289	71.597	0.251	31.612	31.289	31.289	31.29
SGB/QGBT-B	0.4	31.288	71.593	0.251	31.612	31.288	31.288	31.289
CIM/QGBT-A	0.4	31.276	71.541	0.248	31.599	31.276	31.276	31.277
CIM/QGBT-B	0.4	31.275	71.535	0.248	31.598	31.275	31.275	31.276
GCES/QGBT-A	0.4	31.237	71.37	0.24	31.558	31.237	31.237	31.238
GCES/QGBT-B	0.4	31.236	71.363	0.24	31.556	31.236	31.236	31.237
BOL/QGBT-A	0.4	31.226	71.32	0.238	31.546	31.226	31.226	31.227
BOL/QGBT-B	0.4	31.224	71.311	0.237	31.543	31.224	31.224	31.225



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
REB/QGBT-A	0.4	31.157	71.018	0.224	31.472	31.157	31.157	31.158
REB/QGBT-B	0.4	31.155	71.011	0.223	31.471	31.155	31.155	31.156
NOV/QGBT-A	0.4	31.155	71.011	0.223	31.471	31.155	31.155	31.156
NOV/QGBT-B	0.4	31.153	70.999	0.223	31.468	31.153	31.153	31.153
VER/QGBT-A	0.4	31.082	70.691	0.21	31.393	31.082	31.082	31.082
VER/QGBT-B	0.4	31.078	70.675	0.209	31.389	31.078	31.078	31.079
MOL/QGBT-A	0.4	30.984	70.267	0.193	31.289	30.984	30.984	30.984
MOL/QGBT-B	0.4	30.979	70.248	0.192	31.284	30.979	30.979	30.98
PAST/QGBT-A	0.4	30.727	69.173	0.154	31.019	30.727	30.727	30.727
PAST/QGBT-B	0.4	30.722	69.151	0.154	31.013	30.722	30.722	30.722
PdV_PCO/QGBT-A	0.4	20.366	45.896	0.105	20.56	20.366	20.366	20.366
PdV_PCO/QGBT-B	0.4	20.366	45.896	0.105	20.56	20.366	20.366	20.366
PdV_PCI/QGBT-A	0.4	20.363	45.882	0.105	20.557	20.363	20.363	20.363
PdV_PCI/QGBT-2	0.4	20.362	45.88	0.105	20.556	20.362	20.362	20.362
PdV_PSG/QGBT-A	0.4	20.342	45.794	0.102	20.535	20.342	20.342	20.342
PdV_PSG/QGBT-B	0.4	20.342	45.793	0.102	20.534	20.342	20.342	20.342
PdV_PBO/QGBT-A	0.4	20.336	45.767	0.101	20.528	20.336	20.336	20.336
PdV_PBO/QGBT-B	0.4	20.335	45.764	0.101	20.527	20.335	20.335	20.335
PdV_PGC/QGBT-A	0.4	20.317	45.689	0.099	20.509	20.317	20.317	20.317
PdV_PGC/QGBT-B	0.4	20.316	45.686	0.099	20.508	20.316	20.316	20.317



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PNO/QGBT-A	0.4	20.312	45.669	0.098	20.504	20.312	20.312	20.313
PdV_PNO/QGBT-B	0.4	20.311	45.665	0.098	20.503	20.311	20.311	20.311
PdV_RRB/QGBT-A	0.4	20.283	45.545	0.095	20.473	20.283	20.283	20.283
PdV_RRB/QGBT-B	0.4	20.282	45.542	0.094	20.472	20.282	20.282	20.282
PdV_PVR/QGBT-A	0.4	20.279	45.53	0.094	20.469	20.279	20.279	20.279
PdV_PVR/QGBT-B	0.4	20.278	45.524	0.094	20.467	20.278	20.278	20.278
PdV_PMO/QGBT-A	0.4	20.242	45.376	0.09	20.43	20.242	20.242	20.243
PdV_PMO/QGBT-B	0.4	20.241	45.368	0.089	20.428	20.241	20.241	20.241
PdV_PCA/QGBT-A	0.4	20.205	45.22	0.085	20.391	20.205	20.205	20.205
PdV_PCA/QGBT-B	0.4	20.203	45.211	0.085	20.389	20.203	20.203	20.203
PdV_PPN/QGBT-A	0.4	20.173	45.088	0.082	20.358	20.173	20.173	20.173
PdV_PPN/QGBT-B	0.4	20.172	45.082	0.082	20.356	20.172	20.172	20.172
PdV_PPA/QGBT-A	0.4	20.126	44.893	0.077	20.308	20.126	20.126	20.126
PdV_PPA/QGBT-B	0.4	20.124	44.885	0.077	20.306	20.124	20.124	20.124
PdV_PPO/QGBT-A	0.4	20.099	44.781	0.074	20.28	20.099	20.099	20.099
PdV_PPO/QGBT-B	0.4	20.096	44.771	0.074	20.277	20.096	20.096	20.097
COR/TRSSE-1	0.275	41.932	115.327	32.311	45.474	41.932	41.932	52.936
COR/TRSSE-2	0.275	41.932	115.327	32.311	45.474	41.932	41.932	52.936
REB/TRSSE-1	0.275	41.722	113.874	27.129	44.501	41.722	41.722	49.767
REB/TRSSE-2	0.275	41.722	113.874	27.129	44.501	41.722	41.722	49.767



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
DEP_REB/TRSSE-1	0.275	41.682	113.593	26.222	44.348	41.682	41.682	49.244
DEP_REB/TRSSE-2	0.275	41.682	113.593	26.222	44.348	41.682	41.682	49.244
VER/TRSSE-1	0.275	41.641	113.317	25.356	44.205	41.641	41.641	48.753
VER/TRSSE-2	0.275	41.641	113.317	25.356	44.205	41.641	41.641	48.753
PNUO/TRSSE-1	0.275	41.35	111.356	19.925	43.355	41.35	41.35	45.9
PNUO/TRSSE-2	0.275	41.35	111.356	19.925	43.355	41.35	41.35	45.9
POLI/TRSSE-1	0.275	41.162	110.115	17.065	42.919	41.162	41.162	44.559
POLI/TRSSE-2	0.275	41.162	110.115	17.065	42.919	41.162	41.162	44.559

### 11.4.3 Correnti di corto circuito con fornitura Corelli indisponibile

Tabella 34 – Correnti di corto circuito. Corelli indisponibile

Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PNUO/QMT-C	22.0	12.5	21.897	0.0	12.544	12.5	12.5	12.5
PNUO/QMT-SM2	22.0	12.487	21.868	0.0	12.531	12.487	12.487	12.487
PNUO/QMT-SM1	22.0	12.487	21.868	0.0	12.531	12.487	12.487	12.487
PNUO/QMT-2	22.0	12.466	21.821	0.0	12.509	12.466	12.466	12.466
PNUO/QMT-1	22.0	12.466	21.821	0.0	12.509	12.466	12.466	12.466
PNUO/TR-IE2	22.0	12.439	21.752	0.0	12.482	12.439	12.439	12.439
PNUO/TR-IE1	22.0	12.439	21.752	0.0	12.482	12.439	12.439	12.439
SSE_PNUO	22.0	12.335	21.48	0.0	12.377	12.335	12.335	12.335



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PPN/QMT-1	22.0	11.955	20.706	0.0	11.995	11.955	11.955	11.955
PdV_PPN/QMT-2	22.0	11.951	20.698	0.0	11.991	11.951	11.951	11.951
PdV_PPN/TR-IE1	22.0	11.931	20.644	0.0	11.97	11.931	11.931	11.931
PdV_PPN/TR-IE2	22.0	11.927	20.636	0.0	11.966	11.927	11.927	11.927
PdV_PPA/QMT-1	22.0	11.896	20.579	0.0	11.936	11.896	11.896	11.896
PdV_PPA/QMT-2	22.0	11.888	20.562	0.0	11.928	11.888	11.888	11.888
PdV_PPA/TR-IE1	22.0	11.872	20.518	0.0	11.911	11.872	11.872	11.872
PdV_PPA/TR-IE2	22.0	11.864	20.501	0.0	11.903	11.864	11.864	11.864
CALB/QMT-2	22.0	11.578	19.903	0.0	11.616	11.578	11.578	11.578
PAST/QMT-1	22.0	11.571	19.887	0.0	11.608	11.571	11.571	11.571
CALB/QMT-1	22.0	11.567	19.879	0.0	11.605	11.567	11.567	11.567
PAST/QMT-2	22.0	11.556	19.856	0.0	11.593	11.556	11.556	11.556
CALB/TR-IE2	22.0	11.555	19.845	0.0	11.593	11.555	11.555	11.555
PAST/TR-IE1	22.0	11.548	19.83	0.0	11.585	11.548	11.548	11.548
CALB/TR-IE1	22.0	11.544	19.822	0.0	11.581	11.544	11.544	11.544
PAST/TR-IE2	22.0	11.533	19.798	0.0	11.57	11.533	11.533	11.533
PdV_PPO/QMT-1	22.0	11.308	19.336	0.0	11.344	11.308	11.308	11.308
PdV_PPO/QMT-2	22.0	11.29	19.299	0.0	11.326	11.29	11.29	11.29
PdV_PPO/TR-IE1	22.0	11.286	19.282	0.0	11.322	11.286	11.286	11.286
PdV_PCA/QMT-2	22.0	11.28	19.277	0.0	11.316	11.28	11.28	11.28



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PCA/QMT-1	22.0	11.269	19.255	0.0	11.305	11.269	11.269	11.269
PdV_PPO/TR-IE2	22.0	11.268	19.245	0.0	11.304	11.268	11.268	11.268
PdV_PCA/TR-IE2	22.0	11.258	19.223	0.0	11.293	11.258	11.258	11.258
PdV_PCA/TR-IE1	22.0	11.247	19.201	0.0	11.283	11.247	11.247	11.247
MOL/QMT-2	22.0	10.941	18.579	0.0	10.975	10.941	10.941	10.941
MOL/QMT-1	22.0	10.934	18.565	0.0	10.968	10.934	10.934	10.934
MOL/TR-IE2	22.0	10.92	18.528	0.0	10.954	10.92	10.92	10.92
MOL/TR-IE1	22.0	10.913	18.515	0.0	10.947	10.913	10.913	10.913
POLI/QMT-1	22.0	10.812	18.314	0.0	10.845	10.812	10.812	10.812
POLI/QMT-2	22.0	10.792	18.274	0.0	10.825	10.792	10.792	10.792
POLI/TR-IE1	22.0	10.791	18.266	0.0	10.824	10.791	10.791	10.791
POLI/TR-IE2	22.0	10.772	18.226	0.0	10.805	10.772	10.772	10.772
SSE_POLI	22.0	10.71	18.073	0.0	10.742	10.71	10.71	10.71
PdV_PMO/QMT-2	22.0	10.555	17.796	0.0	10.587	10.555	10.555	10.555
PdV_PMO/QMT-1	22.0	10.552	17.789	0.0	10.584	10.552	10.552	10.552
PdV_PMO/TR-IE2	22.0	10.535	17.75	0.0	10.567	10.535	10.535	10.535
PdV_PMO/TR-IE1	22.0	10.532	17.743	0.0	10.564	10.532	10.532	10.532
VER/QMT-2	22.0	10.176	17.041	0.0	10.206	10.176	10.176	10.176
VER/QMT-1	22.0	10.176	17.041	0.0	10.206	10.176	10.176	10.176
VER/TR-IE2	22.0	10.158	16.999	0.0	10.188	10.158	10.158	10.158



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
VER/TR-IE1	22.0	10.158	16.999	0.0	10.188	10.158	10.158	10.158
SSE_VER	22.0	10.085	16.832	0.0	10.114	10.085	10.085	10.085
PdV_PVR/QMT-1	22.0	9.927	16.553	0.0	9.956	9.927	9.927	9.927
PdV_PVR/QMT-2	22.0	9.925	16.547	0.0	9.953	9.925	9.925	9.925
PdV_PVR/TR-IE1	22.0	9.91	16.513	0.0	9.939	9.91	9.91	9.91
PdV_PVR/TR-IE2	22.0	9.907	16.507	0.0	9.936	9.907	9.907	9.907
NOV/QMT-1	22.0	9.671	16.056	0.0	9.699	9.671	9.671	9.671
NOV/QMT-2	22.0	9.666	16.045	0.0	9.694	9.666	9.666	9.666
NOV/TR-IE1	22.0	9.655	16.018	0.0	9.682	9.655	9.655	9.655
NOV/TR-IE2	22.0	9.649	16.008	0.0	9.677	9.649	9.649	9.649
PdV_PNO/QMT-1	22.0	9.423	15.578	0.0	9.449	9.423	9.423	9.423
PdV_PNO/QMT-2	22.0	9.415	15.563	0.0	9.442	9.415	9.415	9.415
PdV_PNO/TR-IE1	22.0	9.407	15.542	0.0	9.433	9.407	9.407	9.407
PdV_PNO/TR-IE2	22.0	9.399	15.528	0.0	9.425	9.399	9.399	9.399
BOL/QMT-1	22.0	9.232	15.214	0.0	9.257	9.232	9.232	9.232
BOL/QMT-2	22.0	9.222	15.196	0.0	9.248	9.222	9.222	9.222
BOL/TR-IE1	22.0	9.216	15.181	0.0	9.242	9.216	9.216	9.216
BOL/TR-IE2	22.0	9.207	15.162	0.0	9.232	9.207	9.207	9.207
PdV_PBO/QMT-1	22.0	9.098	14.961	0.0	9.123	9.098	9.098	9.098
PdV_PBO/QMT-2	22.0	9.088	14.943	0.0	9.113	9.088	9.088	9.088



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PBO/TR-IE1	22.0	9.083	14.928	0.0	9.108	9.083	9.083	9.083
PdV_PBO/TR-IE2	22.0	9.073	14.91	0.0	9.098	9.073	9.073	9.073
CIM/QMT-1	22.0	8.942	14.668	0.0	8.966	8.942	8.942	8.942
CIM/QMT-2	22.0	8.928	14.642	0.0	8.953	8.928	8.928	8.928
CIM/TR-IE1	22.0	8.927	14.637	0.0	8.952	8.927	8.927	8.927
CIM/TR-IE2	22.0	8.914	14.611	0.0	8.938	8.914	8.914	8.914
PdV_PCI/QMT-1	22.0	8.747	14.305	0.0	8.771	8.747	8.747	8.747
PdV_PCI/TR-IE1	22.0	8.733	14.275	0.0	8.757	8.733	8.733	8.733
PdV_PCI/QMT-2	22.0	8.732	14.276	0.0	8.755	8.732	8.732	8.732
PdV_PCI/TR-IE2	22.0	8.718	14.247	0.0	8.741	8.718	8.718	8.718
COR/QMT-SM1	22.0	8.535	13.913	0.0	8.558	8.535	8.535	8.535
COR/QMT-1	22.0	8.531	13.905	0.0	8.554	8.531	8.531	8.531
COR/TR-IE1	22.0	8.518	13.877	0.0	8.54	8.518	8.518	8.518
COR/QMT-SM2	22.0	8.517	13.878	0.0	8.539	8.517	8.517	8.517
COR/QMT-2	22.0	8.51	13.866	0.0	8.533	8.51	8.51	8.51
COR/TR-IE2	22.0	8.497	13.838	0.0	8.52	8.497	8.497	8.497
SSE_COR	22.0	8.444	13.728	0.0	8.466	8.444	8.444	8.444
PdV_PCO/QMT-1	22.0	8.373	13.615	0.0	8.395	8.373	8.373	8.373
PdV_PCO/TR-IE1	22.0	8.36	13.588	0.0	8.382	8.36	8.36	8.36
PdV_PCO/QMT-2	22.0	8.353	13.578	0.0	8.375	8.353	8.353	8.353



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PC0/TR-IE2	22.0	8.34	13.551	0.0	8.362	8.34	8.34	8.34
SGB/QMT-1	22.0	8.223	13.34	0.0	8.244	8.223	8.223	8.223
SGB/TR-IE1	22.0	8.21	13.314	0.0	8.232	8.21	8.21	8.21
SGB/QMT-2	22.0	8.202	13.301	0.0	8.223	8.202	8.202	8.202
SGP/TR-IE2	22.0	8.189	13.275	0.0	8.21	8.189	8.189	8.189
PdV_PSG/QMT-1	22.0	8.104	13.124	0.0	8.125	8.104	8.104	8.104
PdV_PSG/TR-IE1	22.0	8.092	13.099	0.0	8.113	8.092	8.092	8.092
PdV_PSG/QMT-2	22.0	8.083	13.086	0.0	8.104	8.083	8.083	8.083
PdV_PSG/TR-IE2	22.0	8.071	13.061	0.0	8.092	8.071	8.071	8.071
GCES/QMT-1	22.0	7.985	12.908	0.0	8.005	7.985	7.985	7.985
GCES/TR-IE1	22.0	7.973	12.884	0.0	7.993	7.973	7.973	7.973
GCES/QMT-2	22.0	7.961	12.865	0.0	7.981	7.961	7.961	7.961
GCES/TR-IE2	22.0	7.949	12.841	0.0	7.97	7.949	7.949	7.949
PdV_PGC/QMT-1	22.0	7.844	12.655	0.0	7.864	7.844	7.844	7.844
PdV_PGC/TR-IE1	22.0	7.833	12.631	0.0	7.852	7.833	7.833	7.833
PdV_PGC/QMT-2	22.0	7.821	12.613	0.0	7.841	7.821	7.821	7.821
PdV_PGC/TR-IE2	22.0	7.81	12.59	0.0	7.829	7.81	7.81	7.81
REB/QMT-1	22.0	7.638	12.286	0.0	7.657	7.638	7.638	7.638
REB/TR-IE1	22.0	7.627	12.264	0.0	7.647	7.627	7.627	7.627
REB/QMT-2	22.0	7.616	12.247	0.0	7.636	7.616	7.616	7.616



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
REB/TR-IE2	22.0	7.606	12.225	0.0	7.625	7.606	7.606	7.606
SSE_REB	22.0	7.584	12.177	0.0	7.603	7.584	7.584	7.584
PdV_RRB/QMT-1	22.0	7.511	12.059	0.0	7.529	7.511	7.511	7.511
PdV_RRB/TR-IE1	22.0	7.5	12.038	0.0	7.519	7.5	7.5	7.5
SSE_REB/QMT-1	22.0	7.491	12.025	0.0	7.51	7.491	7.491	7.491
PdV_RRB/QMT-2	22.0	7.489	12.022	0.0	7.508	7.489	7.489	7.489
PdV_RRB/TR-IE1	22.0	7.479	12.001	0.0	7.498	7.479	7.479	7.479
SSE_REB/QMT-2	22.0	7.47	11.987	0.0	7.489	7.47	7.47	7.47
SSE_REB	22.0	7.418	11.883	0.0	7.436	7.418	7.418	7.418
PNUO/QGBT-A	0.4	48.894	112.666	0.477	49.42	48.894	48.894	48.897
PNUO/QGBT-B	0.4	48.894	112.666	0.477	49.42	48.894	48.894	48.897
CALB/QGBT-B	0.4	48.674	111.684	0.422	49.185	48.674	48.674	48.676
CALB/QGBT-A	0.4	48.671	111.67	0.421	49.182	48.671	48.671	48.673
POLI/QGBT-A	0.4	48.458	110.73	0.374	48.955	48.458	48.458	48.459
POLI/QGBT-B	0.4	48.452	110.704	0.373	48.949	48.452	48.452	48.453
PAST/QGBT-A	0.4	31.259	71.463	0.244	31.58	31.259	31.259	31.26
PAST/QGBT-B	0.4	31.257	71.456	0.244	31.579	31.257	31.257	31.258
MOL/QGBT-B	0.4	31.186	71.145	0.229	31.503	31.186	31.186	31.187
MOL/QGBT-A	0.4	31.185	71.141	0.229	31.502	31.185	31.185	31.186
VER/QGBT-B	0.4	31.087	70.712	0.211	31.398	31.087	31.087	31.087



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
VER/QGBT-A	0.4	31.087	70.712	0.211	31.398	31.087	31.087	31.087
NOV/QGBT-A	0.4	31.013	70.394	0.198	31.32	31.013	31.013	31.014
NOV/QGBT-B	0.4	31.012	70.391	0.197	31.319	31.012	31.012	31.013
BOL/QGBT-A	0.4	30.943	70.093	0.186	31.246	30.943	30.943	30.944
BOL/QGBT-B	0.4	30.942	70.086	0.186	31.245	30.942	30.942	30.942
CIM/QGBT-A	0.4	30.894	69.881	0.178	31.194	30.894	30.894	30.894
CIM/QGBT-B	0.4	30.891	69.87	0.178	31.191	30.891	30.891	30.892
COR/QGBT-A	0.4	30.818	69.558	0.167	31.114	30.818	30.818	30.818
COR/QGBT-B	0.4	30.814	69.541	0.166	31.11	30.814	30.814	30.814
SGB/QGBT-A	0.4	30.757	69.298	0.158	31.05	30.757	30.757	30.757
SGB/QGBT-B	0.4	30.752	69.279	0.158	31.045	30.752	30.752	30.753
GCES/QGBT-A	0.4	30.706	69.085	0.151	30.997	30.706	30.706	30.707
GCES/QGBT-B	0.4	30.701	69.063	0.151	30.991	30.701	30.701	30.701
REB/QGBT-A	0.4	30.628	68.754	0.142	30.914	30.628	30.628	30.628
REB/QGBT-B	0.4	30.623	68.733	0.141	30.909	30.623	30.623	30.623
PdV_PPN/QGBT-A	0.4	20.357	45.859	0.104	20.551	20.357	20.357	20.358
PdV_PPN/QGBT-B	0.4	20.357	45.859	0.104	20.551	20.357	20.357	20.357
PdV_PPA/QGBT-A	0.4	20.355	45.848	0.104	20.548	20.355	20.355	20.355
PdV_PPA/QGBT-B	0.4	20.354	45.847	0.104	20.548	20.354	20.354	20.355
PdV_PPO/QGBT-A	0.4	20.327	45.732	0.1	20.519	20.327	20.327	20.327



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_PPO/QGBT-B	0.4	20.326	45.728	0.1	20.518	20.326	20.326	20.327
PdV_PCA/QGBT-B	0.4	20.326	45.726	0.1	20.518	20.326	20.326	20.326
PdV_PCA/QGBT-A	0.4	20.325	45.724	0.1	20.517	20.325	20.325	20.325
PdV_PMO/QGBT-B	0.4	20.288	45.566	0.095	20.478	20.288	20.288	20.288
PdV_PMO/QGBT-A	0.4	20.288	45.566	0.095	20.478	20.288	20.288	20.288
PdV_PVR/QGBT-A	0.4	20.251	45.411	0.091	20.439	20.251	20.251	20.251
PdV_PVR/QGBT-B	0.4	20.251	45.411	0.091	20.439	20.251	20.251	20.251
PdV_PNO/QGBT-A	0.4	20.218	45.273	0.087	20.405	20.218	20.218	20.218
PdV_PNO/QGBT-B	0.4	20.217	45.271	0.087	20.404	20.217	20.217	20.217
PdV_PBO/QGBT-A	0.4	20.195	45.177	0.084	20.38	20.195	20.195	20.195
PdV_PBO/QGBT-B	0.4	20.194	45.174	0.084	20.38	20.194	20.194	20.194
PdV_PCI/QGBT-A	0.4	20.168	45.066	0.081	20.352	20.168	20.168	20.168
PdV_PCI/QGBT-2	0.4	20.167	45.061	0.081	20.351	20.167	20.167	20.167
PdV_PCO/QGBT-A	0.4	20.137	44.939	0.078	20.32	20.137	20.137	20.137
PdV_PCO/QGBT-B	0.4	20.135	44.932	0.078	20.318	20.135	20.135	20.136
PdV_PSG/QGBT-A	0.4	20.113	44.841	0.076	20.295	20.113	20.113	20.114
PdV_PSG/QGBT-B	0.4	20.111	44.833	0.076	20.293	20.111	20.111	20.112
PdV_PGC/QGBT-A	0.4	20.089	44.74	0.073	20.269	20.089	20.089	20.089
PdV_PGC/QGBT-B	0.4	20.087	44.731	0.073	20.267	20.087	20.087	20.087
PdV_RRB/QGBT-A	0.4	20.055	44.602	0.07	20.234	20.055	20.055	20.055



Nodo	Un kV	Ik"(L1) kA	ip(L1) kA	idc(L1) kA	Ith(L1) kA	Ib(L1) kA	Ik(L1) kA	IasyL1 kA
PdV_RRB/QGBT-B	0.4	20.053	44.592	0.07	20.232	20.053	20.053	20.053
PNUO/TRSSE-1	0.275	41.931	115.321	32.287	45.469	41.931	41.931	52.921
PNUO/TRSSE-2	0.275	41.931	115.321	32.287	45.469	41.931	41.931	52.921
POLI/TRSSE-1	0.275	41.737	113.971	27.449	44.556	41.737	41.737	49.954
POLI/TRSSE-2	0.275	41.737	113.971	27.449	44.556	41.737	41.737	49.954
VER/TRSSE-1	0.275	41.646	113.353	25.467	44.223	41.646	41.646	48.816
VER/TRSSE-2	0.275	41.646	113.353	25.467	44.223	41.646	41.646	48.816
COR/TRSSE-1	0.275	41.351	111.361	19.939	43.357	41.351	41.351	45.907
COR/TRSSE-2	0.275	41.351	111.361	19.939	43.357	41.351	41.351	45.907
REB/TRSSE-1	0.275	41.148	110.024	16.872	42.889	41.148	41.148	44.472
REB/TRSSE-2	0.275	41.148	110.024	16.872	42.889	41.148	41.148	44.472
DEP_REB/TRSSE-1	0.275	41.103	109.735	16.269	42.795	41.103	41.103	44.206
DEP_REB/TRSSE-2	0.275	41.103	109.735	16.269	42.795	41.103	41.103	44.206

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 11.5 Verifica della tenuta delle linee in cavo

La verifica della tenuta termica dei cavi alle correnti di guasto (cortocircuito) è stata effettuata in accordo alla Norma CEI 11-17.

In particolare, tenendo conto della breve durata del guasto, si può considerare il fenomeno in regime adiabatico, pertanto vale la relazione seguente:

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

Con:

- S: sezione del conduttore in mm<sup>2</sup>
- I: corrente di corto circuito (viene utilizzata la I<sub>th</sub> di cui alla Norma CEI EN 60909)
- T: durata del corto circuito
- K coefficiente definito dalla formula seguente:

$$K = \sqrt{\frac{\gamma_c (1/\alpha + 20)}{\rho_{20}} \ln \frac{(1/\alpha + \theta_{cc})}{(1/\alpha + \theta_0)}} \text{ espressa in } (As^{1/2} mm^{-2})$$

Con

- $\gamma_c$ : calore specifico medio del materiale conduttore, in J mm<sup>-2</sup> o K<sup>-1</sup>
- $\rho_{20}$ : resistività del materiale, a 20°C, in Ω mm
- $\alpha$ : coefficiente di temperatura della resistività, in °C<sup>-1</sup>, a 0°C
- $\theta_0$ : temperatura del conduttore all'inizio del cortocircuito, in °C
- $\theta_{cc}$ : temperatura massima ammissibile del conduttore al termine del cortocircuito, in °C

I valori del coefficiente K per i diversi materiali (ricavati dalla formula di cui sopra) sono riportati nella Norma stessa.

Per il caso in esame:

- Conduttore in rame
- Isolamento in HEPR (temperature iniziale e finale 90 e 250°C rispettivamente)

il coefficiente K assume un valore pari a 143 As<sup>1/2</sup>/mm<sup>2</sup>.

La procedura di verifica adottata è quindi la seguente:

- viene determinata la massima energia passante ammessa sul cavo "K<sup>2</sup>S<sup>2</sup>";
- dal calcolo delle correnti di guasto è nota la massima corrente di cortocircuito trifase che può interessare il cavo, ovvero si considera il valore di tenuta al corto circuito di progetto;
- si determina il tempo massimo "t<sub>max</sub>" entro il quale la protezione del cavo deve intervenire per fare in modo che risulti "I<sup>2</sup>t<sub>max</sub> < K<sup>2</sup>S<sup>2</sup>", ovvero che l'energia passante (integrale di Joule) sia tollerata dal cavo;
- si verifica che la protezione intervenga in un tempo "t < t<sub>max</sub>".

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

La Norma CEI 11-17, indica che tempi di estinzione del guasto superiori ad alcuni secondi fanno decadere la condizione di adiabaticità del fenomeno di riscaldamento e la formula sopra riportata non è più applicabile.

Nel caso specifico si assume il tempo massimo entro il quale si considera estinto il guasto da parte delle protezioni interessate o per intervento in rinalzo da parte di protezioni a monte.

Dai risultati dei calcoli delle correnti di corto circuito presentati nei precedenti paragrafi si evince che le linee in cavo possono essere sottoposte a valori di corrente di corto circuito a scendere dal valore di 12.5kA assunto nel punto di fornitura. Pertanto, una verifica della tenuta dei cavi effettuata sulla massima corrente di 12.5kA può risultare sufficiente per tutti i cavi del sistema nel caso in cui questa risulti positiva.

Vengono quindi di seguito riportati i risultati delle verifiche effettuate su due tipologie di cavo di MT utilizzate nella rete, ovvero:

- cavi a sezione di 70mm<sup>2</sup> per i collegamenti tra quadri di MT e trasformatori. Tempo massimo di estinzione del guasto 170ms
- cavi a sezione di 150mm<sup>2</sup> per le dorsali in MT. Tempo massimo di estinzione del guasto 500ms

Dati:

Denominazione	Tipo cavo	Materiale cond.	Formazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	T iniziale CC (°C)	T finale CC (°C)
COLL. TRS	RG26H1M16 12/20kV	Cu	3x1x	70	90	250
DORSALE	RG26H1M16 12/20kV	Cu	3x1x	150	90	250

Verifiche:

**Tabella 35 – Verifiche tenuta al corto circuito dei cavi**

Denominazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	T iniziale CC (°C)	T finale CC (°C)	Kcond	K	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	Ith (A)	tmax (ms)	tclear (ms)	Verifica
COLL. TRS	70	90	250	226	143.084	1.00E+08	12500	642	170.0	POSITIVA
DORSALE	150	90	250	226	143.084	4.61E+08	12500	2,948	500.0	POSITIVA

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## 12. CONCLUSIONI

I risultati del presente studio, condotto sulla rete di alimentazione in MT della Linea 2 della Metropolitana di Torino, con riferimento alla prima tratta funzionale tra le stazioni di Politecnico e Rebaudengo, permettono di concludere quanto segue, riguardo agli scopi prefissi.

- 1) Le linee scelte per le dorsali in media tensione a 22kV, costituite da cavi di formazione 2x(3x1x150mm<sup>2</sup>) RG26H1M16 12/20kV Cca-s2a,d1,a1, sono correttamente dimensionate in termini di portata, caduta di tensione e tenuta al corto circuito. Questo con riferimento a tutte le condizioni di carico analizzate, in particolare le più critiche corrispondenti all'indisponibilità di un punto di fornitura, per le quali le portate massime non vengono superate e le cadute di tensione nei nodi più lontani rimangono contenute.
  
- 2) I profili di tensione lungo le dorsali si possono ritenere accettabili in tutte le condizioni di rete, sia normali che degradate, anche considerando l'estrema variabilità del carico di trazione, tenuta in debito conto nelle analisi svolte. Le cadute di tensione sono tali da non creare pregiudizio ai profili di tensione dei nodi a livello inferiore in bassa tensione e al corretto funzionamento dei convertitori AC/DC per la trazione.
  
- 3) Il posizionamento ed il numero di SSE di conversione per la trazione definito nel PFTE appare congruo anche per la conduzione della prima tratta funzionale. Con un'opportuna riconfigurazione della rete DC, a seconda delle situazioni (N-1) di fuori servizio di SSE che si possono manifestare, è possibile evitare il sovraccarico dei convertitori delle SSE rimanenti.  
Pertanto, nelle ipotesi in cui la presente analisi è stata svolta, che sarà cura dei proponenti verificare ed eventualmente rettificare, non si ravvisano la necessità o un vantaggio nell'aumento del numero delle SSE.
  
- 4) Le potenze richieste in condizioni normali o (N-1) di perdita di una SSE di trazione ai due punti di fornitura da rete pubblica IRETI di Porta Nuova e Corelli sono compatibili con i valori concordati con il gestore. Questo a fronte del carico di base, costituito dagli assorbimenti di stazioni passeggeri e pozzi di ventilazione, e di quello variabile nel tempo dei carichi di trazione desunti dalle analisi qui condotte, quindi suscettibili di variazioni in funzione di quanto verrà proposto dai sistemisti in gara. Inoltre, avendo tenuto conto del fatto che l'assetto ed il numero di nodi che caratterizzano la prima tratta funzionale determinano, rispetto alle ipotesi del PFTE, un aumento nel carico di base richiesto al nodo di Porta Nuova, a cui si somma il carico della SSE Politecnico. Non si ravvisa pertanto la necessità di un incremento nei punti di fornitura per la gestione di una condizione normale o (N-1) di perdita di una SSE di trazione.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

- 5) In condizioni di indisponibilità di uno dei due punti di fornitura, il rimanente si deve fare carico dell'intera potenza che, per i motivi sopra spiegati, risulta superiore rispetto a quella stimata nel PFTE, dove era possibile fare affidamento all'intero sistema nella sua configurazione finale e pertanto al soccorso da altri punti di fornitura.
- Questo comporta dei flussi di potenza ai due punti di fornitura su valori maggiori rispetto a quelli evidenziati nelle analoghe analisi condotte nel PFTE, con la necessità quindi di rivedere con il gestore della rete pubblica IRETI i valori di potenza massima richiesti nei due nodi di Porta Nuova e Corelli. In particolare, l'attenzione va posta su quest'ultimo, in quanto i valori massimi calcolati, pari a circa 24MVA, sono nettamente superiori al valore di 15MVA concordato con IRETI sulla base delle risultanze dell'analisi nel PFTE.
- Nel caso in cui, dal confronto con i tecnici di IRETI sulla base dei risultati qui riportati, vengano confermati i limiti già concordati nello scambio di potenza con la rete di distribuzione, i proponenti dovranno farsi carico della definizione di una procedura di rapida riduzione della potenza, che sia compatibile con i tempi di taratura delle protezioni definiti da IRETI. Ciò al fine di scongiurare un effetto a catena che possa portare, a seguito della mancanza di alimentazione in Porta Nuova, anche al fuori servizio del punto di fornitura di Corelli, a causa di un sovraccarico individuato dalle protezioni di massima corrente.
- 6) Lo scambio di potenza reattiva con la rete di distribuzione non è mai tale da determinare un'inversione con immissione di potenza verso la stessa. Questo non è così scontato quando sono presenti lunghe linee in cavo, ma è chiaramente individuabile con il calcolo. Da notare che il  $\cos\phi$  ai punti di connessione ha andamento variabile nel tempo, per effetto della variabilità nei carichi di trazione, ed il valore istantaneo risulta al momento di poco inferiore a 0.9r (con valori mai inferiori a 0.885r comunque).
- Questo è dovuto anche all'ipotesi assunta sul  $\cos\phi$  dei convertitori, fissato a 0.9r, il cui affinamento spetta ai proponenti. Anche il fattore di potenza dei carichi di base è stato assunto su valori conservativamente bassi, per cui si segnala la necessità di un opportuno rifasamento dei carichi a livello locale.
- 7) In condizioni di emergenza a seguito di incendio, la rete è in grado di fare fronte alle potenze richieste dai carichi. In caso di indisponibilità di entrambi i punti di fornitura a Porta Nuova e Corelli, è prevista una sorgente di alimentazione di emergenza, costituita da 4 gruppi elettrogeni da 1250kVA ciascuno installati in Deposito Rebaudengo. Questi sono in grado di sostenere il massimo carico derivante dalla gestione dell'esodo, allo stesso tempo garantendo, in virtù e a riprova del corretto dimensionamento della rete di alimentazione primaria in MT; profili di tensione lungo la stessa compatibili con il corretto funzionamento dei carichi.



## Appendice 1: Dati dei componenti

Nelle seguenti tabelle si riportano i dati dei componenti elettrici della rete simulata.

### Trasformatori a due avvolgimenti:

Nome	Da nodo	A nodo	Sr	Ur1	Ur2	Gruppo
			(MVA)	(kV)	(kV)	
PdV_PBO/TR-IE1	PdV_PBO/TR-IE1	PdV_PBO/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PBO/TR-IE2	PdV_PBO/TR-IE2	PdV_PBO/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PCO/TR-IE1	PdV_PCO/TR-IE1	PdV_PCO/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PCO/TR-IE2	PdV_PCO/TR-IE2	PdV_PCO/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PCA/TR-IE1	PdV_PCA/TR-IE1	PdV_PCA/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PCA/TR-IE2	PdV_PCA/TR-IE2	PdV_PCA/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PCI/TR-IE1	PdV_PCI/TR-IE1	PdV_PCI/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PCI/TR-IE2	PdV_PCI/TR-IE2	PdV_PCI/QGBT-2	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PGC/TR-IE1	PdV_PGC/TR-IE1	PdV_PGC/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PGC/TR-IE2	PdV_PGC/TR-IE2	PdV_PGC/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PMO/TR-IE1	PdV_PMO/TR-IE1	PdV_PMO/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PMO/TR-IE2	PdV_PMO/TR-IE2	PdV_PMO/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PNO/TR-IE1	PdV_PNO/TR-IE1	PdV_PNO/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PNO/TR-IE2	PdV_PNO/TR-IE2	PdV_PNO/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PPA/TR-IE1	PdV_PPA/TR-IE1	PdV_PPA/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PPA/TR-IE2	PdV_PPA/TR-IE2	PdV_PPA/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PPN/TR-IE1	PdV_PPN/TR-IE1	PdV_PPN/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PPN/TR-IE2	PdV_PPN/TR-IE2	PdV_PPN/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PPO/TR-IE1	PdV_PPO/TR-IE1	PdV_PPO/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11



Nome	Da nodo	A nodo	Sr	Ur1	Ur2	Gruppo
			(MVA)	(kV)	(kV)	
PdV_PPO/TR-IE2	PdV_PPO/TR-IE2	PdV_PPO/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PSG/TR-IE1	PdV_PSG/TR-IE1	PdV_PSG/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PSG/TR-IE2	PdV_PSG/TR-IE2	PdV_PSG/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PVR/TR-IE1	PdV_PVR/TR-IE1	PdV_PVR/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_PVR/TR-IE2	PdV_PVR/TR-IE2	PdV_PVR/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_RRB/TR-IE1	PdV_RRB/TR-IE1	PdV_RRB/QGBT-A	0.8	22	0.4	Dyn11
PdV_RRB/TR-IE2	PdV_RRB/TR-IE1	PdV_RRB/QGBT-B	0.8	22	0.4	Dyn11
BOL/TR-IE1	BOL/TR-IE1	BOL/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
BOL/TR-IE2	BOL/TR-IE2	BOL/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
CALB/TR-IE1	CALB/TR-IE1	CALB/QGBT-A	2,0	22	0.4	Dyn11
CALB/TR-IE2	CALB/TR-IE2	CALB/QGBT-B	2,0	22	0.4	Dyn11
CIM/TR-IE1	CIM/TR-IE1	CIM/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
CIM/TR-IE2	CIM/TR-IE2	CIM/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
COR/TR-IE1	COR/TR-IE1	COR/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
COR/TR-IE2	COR/TR-IE2	COR/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
DEP_REB/TR-IE1	DEP_REB/TR-IE1	DEP_REB/QGBT-A	2,0	22	0.4	Dyn11
DEP_REB/TR-IE2	DEP_REB/TR-IE2	DEP_REB/QGBT-B	2,0	22	0.4	Dyn11
GCES/TR-IE1	GCES/TR-IE1	GCES/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
GCES/TR-IE2	GCES/TR-IE2	GCES/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
GE1_TR	GE-1	QMT_GE	1.6	0.4	22	YNd1
GE2_TR	GE-2	QMT_GE	1.6	0.4	22	YNd1
GE3_TR	GE-3	QMT_GE	1.6	0.4	22	YNd1
GE4_TR	GE-4	QMT_GE	1.6	0.4	22	YNd1

**CITTA' DI TORINO****Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo**SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Nome	Da nodo	A nodo	Sr	Ur1	Ur2	Gruppo
			(MVA)	(kV)	(kV)	
MOL/TR-IE1	MOL/TR-IE1	MOL/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
MOL/TR-IE2	MOL/TR-IE2	MOL/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
NOV/TR-IE1	NOV/TR-IE1	NOV/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
NOV/TR-IE2	NOV/TR-IE2	NOV/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
PAST/TR-IE1	PAST/TR-IE1	PAST/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
PAST/TR-IE2	PAST/TR-IE2	PAST/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
PNUO/TR-IE1	PNUO/TR-IE1	PNUO/QGBT-A	2,0	22	0.4	Dyn11
PNUO/TR-IE2	PNUO/TR-IE2	PNUO/QGBT-B	2,0	22	0.4	Dyn11
POLI/TR-IE1	POLI/TR-IE1	POLI/QGBT-A	2,0	22	0.4	Dyn11
POLI/TR-IE2	POLI/TR-IE2	POLI/QGBT-B	2,0	22	0.4	Dyn11
REB/TR-IE1	REB/TR-IE1	REB/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
REB/TR-IE2	REB/TR-IE2	REB/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
SGB/TR-IE2	SGP/TR-IE2	SGB/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11
SGP/TR-IE1	SGB/TR-IE1	SGB/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
VER/TR-IE1	VER/TR-IE1	VER/QGBT-A	1.25	22	0.4	Dyn11
VER/TR-IE2	VER/TR-IE2	VER/QGBT-B	1.25	22	0.4	Dyn11



## Trasformatori a tre avvolgimenti

Nome	Da nodo	A nodo-1	A nodo-2	Sr (MVA)	Ur1 (kV)	Ur2 (*) (kV)	Ur3 (kV)	Gruppo
COR/TRSSE	SSE_COR	COR/TRSSE-1	COR/TRSSE-2	2.65	22	0.275	0.275	Yyn0d11
DEP_REB/TRSSE	SSE_REB	DEP_REB/TRSSE-1	DEP_REB/TRSSE-2	2.65	22	0.275	0.275	Yyn0d11
PNUO/TRSSE	SSE_PNUO	PNUO/TRSSE-1	PNUO/TRSSE-2	2.65	22	0.275	0.275	Yyn0d11
POLI/TRSSE	SSE_POLI	POLI/TRSSE-1	POLI/TRSSE-2	2.65	22	0.275	0.275	Yyn0d11
REB/TRSSE	SSE_REB	REB/TRSSE-1	REB/TRSSE-2	2.65	22	0.275	0.275	Yyn0d11
VER/TRSSE	SSE_VER	VER/TRSSE-1	VER/TRSSE-2	2.65	22	0.275	0.275	Yyn0d11

(\*) Ipotesi di studio da verificare poi con il progetto esecutivo dei gruppi di trazione. Un eventuale valore di tensione differente non modifica le considerazioni e conclusioni del presente studio.

## Linee in cavo

Nome	Da nodo	A nodo	Tipo	S (mm <sup>2</sup> )	Lungh. (m)	N/fase
L_BOL/PdV_PBO/QMT-1	BOL/QMT-1	PdV_PBO/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	280	2
L_BOL/PdV_PBO/QMT-2	BOL/QMT-2	PdV_PBO/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	280	2
L_BOL/QMT-1/TR-IE1	BOL/QMT-1	BOL/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_BOL/QMT-2/TR-IE2	BOL/QMT-2	BOL/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_CALB/PdV_PCA/QMT-1	CALB/QMT-1	PdV_PCA/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	410	2
L_CALB/PdV_PCA/QMT-2	CALB/QMT-2	PdV_PCA/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	410	2
L_CALB/QMT-1/TR-IE1	CALB/QMT-1	CALB/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_CALB/QMT-2/TR-IE2	CALB/QMT-2	CALB/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_CIM/PdV_PCI/QMT-1	CIM/QMT-1	PdV_PCI/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	435	2
L_CIM/PdV_PCI/QMT-2	CIM/QMT-2	PdV_PCI/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	440	2



Nome	Da nodo	A nodo	Tipo	S (mm <sup>2</sup> )	Lungh. (m)	N/fase
L_CIM/QMT-1/TR-IE1	CIM/QMT-1	CIM/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_CIM/QMT-2/TR-IE2	CIM/QMT-2	CIM/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_COR/PdV_PCO/QMT-1	COR/QMT-1	PdV_PCO/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	385	2
L_COR/PdV_PCO/QMT-2	COR/QMT-2	PdV_PCO/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	385	2
L_COR/QMT-1/TR-IE1	COR/QMT-1	COR/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_COR/QMT-2/SSE	COR/QMT-2	SSE_COR	RG26H1M16 12/20kV	70	50	1
L_COR/QMT-2/TR-IE2	COR/QMT-2	COR/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_COR/QMT-C_SM1	COR/QMT-SM1	COR/QMT-C	RG26H1M16 12/20kV	150	15	2
L_COR/QMT-C_SM2	COR/QMT-C	COR/QMT-SM2	RG26H1M16 12/20kV	150	15	2
L_COR/QMT-SM1_1	COR/QMT-SM1	COR/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	10	2
L_COR/QMT-SM2_2	COR/QMT-SM2	COR/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	15	2
L_DEP_REB/QMT-1/TR-IE1	DEP_REB/QMT-1	DEP_REB/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_DEP_REB/QMT-1_C	DEP_REB/QMT-1	DEP_REB/QMT-C	RG26H1M16 12/20kV	150	15	2
L_DEP_REB/QMT-2/TR-IE2	DEP_REB/QMT-2	DEP_REB/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_DEP_REB/QMT-2_C	DEP_REB/QMT-C	DEP_REB/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	15	2
L_GCES/PdV_PGC/QMT-1	GCES/QMT-1	PdV_PGC/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	390	2
L_GCES/PdV_PGC/QMT-2	GCES/QMT-2	PdV_PGC/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	390	2
L_GCES/QMT-1/TR-IE1	GCES/QMT-1	GCES/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_GCES/QMT-2/TR-IE2	GCES/QMT-2	GCES/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_MOL/QMT-1/TR-IE1	MOL/QMT-1	MOL/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_MOL/QMT-2/TR-IE2	MOL/QMT-2	MOL/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_NOV/PdV_PNO/QMT-1	NOV/QMT-1	PdV_PNO/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	480	2
L_NOV/PdV_PNO/QMT-2	NOV/QMT-2	PdV_PNO/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	485	2
L_NOV/QMT-1/TR-IE1	NOV/QMT-1	NOV/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1



Nome	Da nodo	A nodo	Tipo	S (mm <sup>2</sup> )	Lungh. (m)	N/fase
L_NOV/QMT-2/TR-IE2	NOV/QMT-2	NOV/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PAST/PdV_PPA/QMT-1	PAST/QMT-1	PdV_PPA/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	425	2
L_PAST/PdV_PPA/QMT-2	PAST/QMT-2	PdV_PPA/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	435	2
L_PAST/QMT-1/TR-IE1	PAST/QMT-1	PAST/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PAST/QMT-2/TR-IE2	PAST/QMT-2	PAST/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PBO/CIM/QMT-1	PdV_PBO/QMT-1	CIM/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	335	2
L_PdV_PBO/CIM/QMT-2	PdV_PBO/QMT-2	CIM/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	345	2
L_PdV_PBO/QMT-1/TR-IE1	PdV_PBO/QMT-1	PdV_PBO/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PBO/QMT-2/TR-IE2	PdV_PBO/QMT-2	PdV_PBO/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PC2/SSE_REB/QMT-1	PdV_PC2/QMT-1	SSE_REB/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	3245	2
L_PdV_PC2/SSE_REB/QMT-2	PdV_PC2/QMT-2	SSE_REB/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	3245	2
L_PdV_PCA/MOL/QMT-1	PdV_PCA/QMT-1	MOL/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	485	2
L_PdV_PCA/MOL/QMT-2	PdV_PCA/QMT-2	MOL/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	490	2
L_PdV_PCA/QMT-1/TR-IE1	PdV_PCA/QMT-1	PdV_PCA/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PCA/QMT-2/TR-IE2	PdV_PCA/QMT-2	PdV_PCA/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PCB/POLI/QMT-1	PdV_PCB/QMT-1	POLI/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	295	2
L_PdV_PCB/POLI/QMT-2	PdV_PCB/QMT-2	POLI/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	300	2
L_PdV_PCI/COR/QMT-SM1_1	PdV_PCI/QMT-1	COR/QMT-SM1	RG26H1M16 12/20kV	150	495	2
L_PdV_PCI/COR/QMT-SM2_2	PdV_PCI/QMT-2	COR/QMT-SM2	RG26H1M16 12/20kV	150	505	2
L_PdV_PCI/QMT-1/TR-IE1	PdV_PCI/QMT-1	PdV_PCI/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PCI/QMT-2/TR-IE2	PdV_PCI/QMT-2	PdV_PCI/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PCO/QMT-1/TR-IE1	PdV_PCO/QMT-1	PdV_PCO/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PCO/QMT-2/TR-IE2	PdV_PCO/QMT-2	PdV_PCO/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PCO/QMT-1	PdV_PCO/QMT-1	SGB/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	380	2



**CITTA' DI TORINO**

**Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo**

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Nome	Da nodo	A nodo	Tipo	S (mm <sup>2</sup> )	Lungh. (m)	N/fase
L_PdV_PCO/SGB/QMT-2	PdV_PCO/QMT-2	SGB/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	385	2
L_PdV_PGC/QMT-1/TR-IE1	PdV_PGC/QMT-1	PdV_PGC/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PGC/QMT-2/TR-IE2	PdV_PGC/QMT-2	PdV_PGC/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PGC/REB/QMT-1	PdV_PGC/QMT-1	REB/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	595	2
L_PdV_PGC/REB/QMT-2	PdV_PGC/QMT-2	REB/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	595	2
L_PdV_PMO/MOL/QMT-1	PdV_PMO/QMT-1	MOL/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	590	2
L_PdV_PMO/MOL/QMT-2	PdV_PMO/QMT-2	MOL/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	595	2
L_PdV_PMO/QMT-1/R-IE1	PdV_PMO/QMT-1	PdV_PMO/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PMO/QMT-2/TR-IE2	PdV_PMO/QMT-2	PdV_PMO/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PMO/VER/QMT-1	PdV_PMO/QMT-1	VER/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	620	2
L_PdV_PMO/VER/QMT-2	PdV_PMO/QMT-2	VER/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	625	2
L_PdV_PNO/BOL/QMT-1	PdV_PNO/QMT-1	BOL/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	385	2
L_PdV_PNO/BOL/QMT-2	PdV_PNO/QMT-2	BOL/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	390	2
L_PdV_PNO/QMT-1/TR-IE1	PdV_PNO/QMT-1	PdV_PNO/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PNO/QMT-2/TR-IE2	PdV_PNO/QMT-2	PdV_PNO/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PPA/PNUO/QMT-1	PdV_PPA/QMT-1	PNUO/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	695	2
L_PdV_PPA/PNUO/QMT-2	PdV_PPA/QMT-2	PNUO/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	705	2
L_PdV_PPA/QMT-1/TR-IE1	PdV_PPA/QMT-1	PdV_PPA/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PPA/QMT-2/TR-IE2	PdV_PPA/QMT-2	PdV_PPA/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PPN/CALB/QMT-1	PdV_PPN/QMT-1	CALB/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	505	2
L_PdV_PPN/CALB/QMT-2	PdV_PPN/QMT-2	CALB/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	485	2
L_PdV_PPN/QMT-1/TR-IE1	PdV_PPN/QMT-1	PdV_PPN/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PPN/QMT-2/TR-IE2	PdV_PPN/QMT-2	PdV_PPN/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PPO/PAST/QMT-1	PdV_PPO/QMT-1	PAST/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	360	2



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Nome	Da nodo	A nodo	Tipo	S (mm <sup>2</sup> )	Lungh. (m)	N/fase
L_PdV_PPO/PAST/QMT-2	PdV_PPO/QMT-2	PAST/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	365	2
L_PdV_PPO/QMT-1/TR-IE1	PdV_PPO/QMT-1	PdV_PPO/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PPO/QMT-2/TR-IE2	PdV_PPO/QMT-2	PdV_PPO/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PSG/GCES/QMT-1	PdV_PSG/QMT-1	GCES/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	320	2
L_PdV_PSG/GCES/QMT-2	PdV_PSG/QMT-2	GCES/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	330	2
L_PdV_PSG/QMT-1/TR-IE1	PdV_PSG/QMT-1	PdV_PSG/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PSG/QMT-2/TR-IE2	PdV_PSG/QMT-2	PdV_PSG/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PVR/NOV/QMT-1	PdV_PVR/QMT-1	NOV/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	470	2
L_PdV_PVR/NOV/QMT-2	PdV_PVR/QMT-2	NOV/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	475	2
L_PdV_PVR/QMT-1/TR-IE1	PdV_PVR/QMT-1	PdV_PVR/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_PVR/QMT-2/TR-IE2	PdV_PVR/QMT-2	PdV_PVR/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_RRB/QMT-1/TR-IE1	PdV_RRB/QMT-1	PdV_RRB/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_RRB/QMT-2/TR-IE1	PdV_RRB/QMT-2	PdV_RRB/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PdV_RRB/SSE_REB/QMT-1	PdV_RRB/QMT-1	SSE_REB/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	60	2
L_PdV_RRB/SSE_REB/QMT-2	PdV_RRB/QMT-2	SSE_REB/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	60	2
L_PNUO/PdV_PPN/QMT-SM1_1	PNUO/QMT-SM1	PdV_PPN/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	645	2
L_PNUO/PdV_PPN/QMT-SM2_2	PNUO/QMT-SM2	PdV_PPN/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	650	2
L_PNUO/QMT-1/TR-IE1	PNUO/QMT-1	PNUO/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PNUO/QMT-2/SSE	PNUO/QMT-2	SSE_PNUO	RG26H1M16 12/20kV	70	50	1
L_PNUO/QMT-2/TR-IE2	PNUO/QMT-2	PNUO/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_PNUO/QMT-C_SM1	PNUO/QMT-SM1	PNUO/QMT-C	RG26H1M16 12/20kV	150	15	2
L_PNUO/QMT-C_SM2	PNUO/QMT-C	PNUO/QMT-SM2	RG26H1M16 12/20kV	150	15	2
L_PNUO/QMT-SM1_1	PNUO/QMT-SM1	PNUO/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	25	2
L_PNUO/QMT-SM2_2	PNUO/QMT-SM2	PNUO/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	25	2



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Nome	Da nodo	A nodo	Tipo	S (mm <sup>2</sup> )	Lungh. (m)	N/fase
L_POLI/PdV_PPO/QMT-1	POLI/QMT-1	PdV_PPO/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	725	2
L_POLI/PdV_PPO/QMT-2	POLI/QMT-2	PdV_PPO/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	730	2
L_POLI/QMT-1/SSE	POLI/QMT-1	SSE_POLI	RG26H1M16 12/20kV	70	50	1
L_POLI/QMT-1/TR-IE1	POLI/QMT-1	POLI/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_POLI/QMT-2/TR-IE2	POLI/QMT-2	POLI/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_REB/PdV_RRB/QMT-1	REB/QMT-1	PdV_RRB/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	385	2
L_REB/PdV_RRB/QMT-2	REB/QMT-2	PdV_RRB/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	385	2
L_REB/QMT-1/SSE	REB/QMT-1	SSE_REB	RG26H1M16 12/20kV	70	50	1
L_REB/QMT-1/TR-IE1	REB/QMT-1	REB/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_REB/QMT-2/TR-IE2	REB/QMT-2	REB/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_SGB/PdV_PSG/QMT-1	SGB/QMT-1	PdV_PSG/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	310	2
L_SGB/PdV_PSG/QMT-2	SGB/QMT-2	PdV_PSG/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	310	2
L_SGB/QMT-1/TR-IE1	SGB/QMT-1	SGB/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_SGB/QMT-2/TR-IE2	SGB/QMT-2	SGP/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_SSE_REB/DEP_REB/QMT-1	SSE_REB/QMT-1	DEP_REB/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	60	2
L_SSE_REB/DEP_REB/QMT-2	SSE_REB/QMT-2	DEP_REB/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	60	2
L_SSE_REB/QMT2	SSE_REB/QMT-2	SSE_REB	RG26H1M16 12/20kV	70	50	1
L_VER/PdV_PVR/QMT-1	VER/QMT-1	PdV_PVR/QMT-1	RG26H1M16 12/20kV	150	435	2
L_VER/PdV_PVR/QMT-2	VER/QMT-2	PdV_PVR/QMT-2	RG26H1M16 12/20kV	150	440	2
L_VER/QMT1/SSE	VER/QMT-1	SSE_VER	RG26H1M16 12/20kV	70	50	1
L_VER/QMT-1/TR-IE1	VER/QMT-1	VER/TR-IE1	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1
L_VER/QMT-2/TR-IE2	VER/QMT-2	VER/TR-IE2	RG26H1M16 12/20kV	70	10	1



## Appendice 2: Carichi nella gestione degli scenari di emergenza

Di seguito sono riportati i valori puntuali di carico per ciascuna stazione e pozzo di ventilazione, da cui è determinata la condizione di carico totale utilizzata per la caratterizzazione degli scenari di emergenza di cui al cap. 9.

### Stazione Rebaudengo

QGBT-1

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVO BT1	400	0.950	<b>794.5</b>	<b>17.3</b>	<b>19.7</b>	<b>13.3</b>
Q. POMPA AI IDRANTI 1 (BM)	400	0.800	30.0	-	1.00	1.00
Q. POMPA AI SPRINKLER 1 (BM)	400	0.800	132.0	-	-	-
Q. VENT. EMERGENZA 1	400	0.990	75.6	-	1.00	-
Q. WATER MIST	400	0.900	-	-	-	-
Q. VENT. LOC. TEC. SISTEMA	400	0.900	-	-	-	-
GENERALE	400	0.974	<b>556.9</b>	<b>17.3</b>	<b>17.7</b>	<b>12.3</b>
Q. BANCHINA GALLERIA VIA 1	400	0.898	37.2	1.00	1.00	1.00
Q. LAME D'ARIA BANCHINA VIA 1	400	0.900	15.0	-	1.00	-
Q. SCALA MOB. ACC. STAZIONE FS	400	0.900	24.4	0.75	0.85	-
Q. SCALA MOBILE ACC. OVEST	400	0.900	24.4	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. BANC.-ATRIO VIA 1	400	0.900	18.4	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. ATRIO-BANC. VIA 2	400	0.900	18.4	0.75	0.85	-
Q. ASCEN. ACCESSO OVEST	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q. ASC. ESTERNO-BANC. VIA 1	400	0.900	-	0.75	0.85	0.75
Q. ASC. ATRIO-BANC. VIA 1	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q. ASC. FS-BANC. VIA 1	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q. ASC. ESTERNO-BANC. VIA 2	400	0.900	-	0.75	0.85	0.75
LINEA A	400	0.990	58.4	1.00	1.00	1.00
LINEA B (SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEA C (BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
Q. ATRIO	400	0.886	15.2	1.00	1.00	1.00
ALIM. QUADRO AUSILIARI PR/PS	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00



Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ALIM. QUADRO AUSILIARI PET	400	0.900	20.3	1.00	1.00	1.00
ALIM. Q. SEGNALAMENTO/SISTEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
Q. AGGOTTAMENTO SOTTOBANCHINA	400	0.836	16.2	0.50	1.00	0.50
GENERALE	400	0.900	<b>245.3</b>	<b>2.0</b>	-	-
Q. ATRIO	400	0.900	38.0	1.00	-	-
Q. LOC. TEC. DI SISTEMA	400	0.900	46.8	1.00	-	-
Q. HVAC	400	0.900	40.0	1.00	-	-
Q. PC GEOTERMICA	400	0.900	115.6	-	-	-
Q. TORNELLI EMETT. ATRIO	400	0.900	4.8	1.00	-	-

## QGBT-2

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOBT2	400	0.959	<b>802.2</b>	<b>418.1</b>	<b>436.8</b>	<b>132.9</b>
Q.POMPAIIDRANTI2(BM)	400	0.800	30.0	-	-	-
Q.POMPAISPRINKLER2(BM)	400	0.800	132.0	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA2	400	0.990	75.6	-	1.00	-
Q.WATERMIST	400	0.900	45.0	-	-	-
Q.VENT.LOC.TEC.SISTEMA	400	0.964	49.0	-	-	-
GENERALE	400	0.989	<b>470.6</b>	<b>418.1</b>	<b>229.2</b>	<b>132.9</b>
Q.BANCHINAGALLERIAVIA2	400	0.898	36.6	1.00	1.00	1.00
Q.LAMED'ARIABANCHINAVIA2	400	0.900	15.0	-	1.00	-
Q.SCALAMOB.ACC.STAZIONEF5	400	0.900	24.4	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.ATRIO-BANC.VIA1	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.SCALAMOBILEACC.EST	400	0.900	24.4	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANC.-ATRIOVIA2	400	0.900	18.4	0.75	0.85	-
Q.ASC.ESTERNO-BANC.VIA1	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ESTERNO-BANC.VIA2	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO-BANC.VIA2	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.FS-BANC.VIA2	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-		1.00	1.00
LINEAC(BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00



Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
LINEAA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAA	400	0.990	21.8	1.00	1.00	1.00
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIEF	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	10.8	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SISTEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	<b>218.9</b>	<b>218.9</b>	-	-
Q.LOC.TEC.NONDISISTEMA	400	0.900	29.3	1.00	-	-
Q.HVAC	400	0.900	20.0	1.00	-	-
Q.PC	400	0.900	166.0	1.00	-	-
Q.TORNELLIEMETT.BANCHINA	400	0.900	3.6	1.00	-	-

Denominazione	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
			Emergenza1	
			PES(i)	PES(i±1)
Pn1 [kW]	794.5	385.3	397.5	221.4
Pn2 [kW]	802.2	418.1	436.8	132.9
PnTOT [kW]	<b>1.596.7</b>	<b>803.4</b>	<b>834.2</b>	<b>354.4</b>



## Stazione Bologna

## QGBT-1

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOBT1	400	0.954	<b>731.9</b>	<b>337.4</b>	<b>343.0</b>	<b>195.8</b>
Q.POMPAIIDRANTI1(BM)	400	0.800	30.0	-	1.00	1.00
Q.POMPAISPRINKLER1(BM)	400	0.800	132.0	-	-	-
Q.VENT.EMERGENZA1	400	0.990	75.6	-	1.00	-
Q.WATERMIST	400	0.900	-	-	-	-
Q.VENT.LOC.TEC.SISTEMA	400	0.900	-	-	-	-
GENERALE	400	0.981	<b>494.3</b>	<b>337.4</b>	<b>237.5</b>	<b>165.8</b>
Q.BANCHINAGALLERIAVIA1	400	0.898	25.3	1.00	1.00	1.00
Q.LAMED'ARIABANCHINAVIA1	400	0.900	15.0	-	1.00	-
Q.S.MOB.BANC.-ATRIOVIA1	400	0.900	18.4	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANC.-ATRIOVIA2	400	0.900	18.4	0.75	0.85	-
Q.ASC.ESTERNO-BANC.VIA1	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO-BANC.VIA1	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ESTERNO-BANC.VIA2	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.SCALAMOBILEACC.SUD	400	0.900	24.4	0.75	0.85	-
LINEAA	400	0.990	53.9	1.00	1.00	1.00
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAC(BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
Q.ATRIO	400	0.882	14.1	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPR/P S	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	20.3	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SIST EMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	240.7	125.7	-	-
Q.ATRIO	400	0.900	47.6	1.00	-	-
Q.LOC.TEC.DISISTEMA	400	0.900	42.3	1.00	-	-
Q.HVAC	400	0.900	31.0	1.00	-	-
Q.PCGEOTERMICA	400	0.900	115.1	-	-	-
Q.TORNELLIEMETT.ATRIO	400	0.900	4.8	1.00	-	-



## QGBT-2

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOB2	400	0.954	<b>715.0</b>	<b>335.84</b>	<b>392.17</b>	<b>106.42</b>
Q.POMPAIIDRANTI2(BM)	400	0.800	30.0	-	-	-
Q.POMPAAISPRINKLER2(BM)	400	0.800	132.0	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA2	400	0.990	75.6	-	1.00	-
Q.WATERMIST	400	0.900	45.0	-	-	-
Q.VENT.LOC.TEC.SISTEMA	400	0.963	50.5	-	-	-
GENERALE	400	0.989	<b>381.9</b>	<b>335.84</b>	<b>184.61</b>	<b>106.42</b>
Q.BANCHINAGALLERIAVIA2	400	0.897	29.4	1.00	1.00	1.00
Q.LAMED'ARIABANCHINAVIA2	400	0.900	15.0	-	1.00	-
Q.SCALAMOBILEACC.NORD	400	0.900	24.4	0.75	0.85	-
Q.ASC.ACCESSESONORD	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.S.MOB.ATRIO-BANC.VIA1	400	0.900	18.4	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANC.-ATRIOVIA2	400	0.900	18.4	0.75	0.85	-
Q.ASC.ESTERNO-BANC.VIA1	400	0.900	-	-	0.85	0.75
Q.ASC.ESTERNO-BANC.VIA2	400	0.900	-	-	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO-BANC.VIA2	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	-	1.00	1.00
LINEAC(BYPASS)	400	0.900	-	-	1.00	1.00
LINEAA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAA	400	0.990	17.4	1.00	1.00	1.00
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	-	1.00	1.00
Q.AGGOTTAMENTOSOTTOBANCHINA	400	0.836	16.2	0.50	1.00	0.50
ALIM.QUADROAUSILIARIEF	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	10.8	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SISTEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	<b>183.5</b>	<b>183.52</b>	-	-
Q.LOC.TEC.NONDISISTEMA	400	0.900	26.5	1.00	-	-
Q.HVAC	400	0.900	11.0	1.00	-	-
Q.PCGEOTERMICA	400	0.900	146.0	1.00	-	-



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta  
Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Denominazione	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
			Emergenza1	
			PES(i)	PES(i±1)
Pn1 [kW]	731.9	337.4	343.0	195.8
Pn2 [kW]	715.0	335.8	392.2	106.4
PnTOT [kW]	<b>1.446.9</b>	<b>673.2</b>	<b>735.2</b>	<b>302.2</b>



## Stazioni Giulio Cesare – San Giovanni Bosco - Corelli

## QGBT-1

Denomin.	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOLINEATRASFORMATORE1	400		<b>609.1</b>	<b>380.8</b>	<b>433.1</b>	<b>310.5</b>
POMPAAISPRINKLER1	400	0.850	55.0	-	-	-
POMPAIIDRANTI1	400	0.850	11.0	-	1.00	1.00
Q.WATERMIST	400	0.850	11.0	-	-	-
Q.VENT.EMERGENZA1	400	0.800	74.0	-	1.00	-
Q.LAMED'ARIA1BANCHINAVIA1	400	0.900	7.5	-	1.00	-
Q.LAMED'ARIA2BANCHINAVIA2	400	0.900	7.5	-	1.00	-
GENERALETRAFO1	400		<b>443.1</b>	<b>380.80</b>	<b>333.10</b>	<b>299.50</b>
FOTOVOLTAICO	400	0.950	-	1.00	1.00	1.00
QELOCALITECNICIDISISTEMA	400	0.928	16.0	1.00	1.00	1.00
RIFASAMENTOAUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.ATRIO	400	0.918	28.0	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIAVIA1	400	0.919	32.0	1.00	1.00	1.00
Q.TORNELLIEMETT.	400	0.941	6.9	1.00	-	-
Q.ASC.ATRIO/BANCHINAVIA1DX	400	0.900	15.0	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO/BANCHINAVIA1SX	400	0.900	15.0	0.75	0.85	0.75
Q.S.MOB.ATRIO/BANC.VIA1VALLE	400	0.909	18.0	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.ATRIO/BANC.VIA1MONTE	400	0.909	18.0	0.75	0.85	-
Q.POMPEA.ESTERNA	400	0.900	29.0	0.75	-	-
Q.HVACVIA1	400	0.850	7.0	0.75	-	-
PDCAriaAcqua	400	0.850	50.0	0.75	-	-
UNITAVRF2	400	0.850	25.0	0.75	1.00	1.00
UNITAVRF3	400	0.850	25.0	0.75	1.00	1.00
UNITAVRF1	400	0.850	45.0	0.75	1.00	1.00
ALIM.POMPAJOCKEYSRINKLER	400	0.850	2.2	0.75	-	-
POMPEH2ONEREVIA1	400	0.850	2.5	1.00	-	-
POMPEH2ONEREVIA2	400	0.850	2.5	1.00	-	-
ALIMENTAZIONEQCOMUPS1	400	0.900	90.0	1.00	1.00	1.00
ALIMENTAZIONEQCOMUPS2	400	0.944	16.0	1.00	1.00	1.00



## QGBT-2

Denomin.1	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOLINEATRASFORMATORE2	400		<b>457.8</b>	<b>246.02</b>	<b>358.11</b>	<b>164.01</b>
Q.VENT.EMERGENZA2	400	0.800	74.0	-	1.00	-
Q.LAMED'ARIA2BANCHINAVIA1	400	0.900	7.5	-	1.00	-
Q.LAMED'ARIA1BANCHINAVIA2	400	0.900	7.5	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA3	400	0.813	2.3	-	-	-
GENERALETRAFO2	400		<b>299.5</b>	<b>246.02</b>	<b>213.11</b>	<b>164.01</b>
RIFASAMENTOAUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.LOCALITECNICINONDISISTEMA	400	0.933	33.0	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIAVIA2	400	0.950	31.0	1.00	1.00	1.00
Q.SERRANDEMOTORIZZATE	400	0.950	4.4	-	1.00	1.00
Q.SERRANDEREGOLAZIONE	400	0.950	2.2	0.75	1.00	1.00
Q.PDCGEOTERMICA	400	0.850	45.0	0.75	-	-
Q.ASC.ATRIO/BANC.VIA2DX	400	0.900	15.0	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO/BANC.VIA2SX	400	0.900	15.0	0.75	0.85	0.75
Q.S.MOB.ATRIO/BANC.VIA2VALLE	400	0.909	18.0	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANC./ATRIOVIA2MONTE	400	0.909	18.0	0.75	0.85	-
Q.CANCELLOMOTORIZZATOACCESSO	400	0.900	3.5	-	-	-
Q.HVACVIA2	400	0.850	7.0	0.75	-	-
Q.AGGOTTAMENTOSOTTOBANCHINA	400	0.801	31.0	0.50	1.00	0.50
BYPASSESTERNOUPS	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
ALIMENTAZIONEQCOM-UPS1BYPASS	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
ALIMENTAZIONEQCOM-UPS2BYPASS	400	0.944	-	1.00	1.00	1.00
ALIMENTAZIONECPILLSICUREZZA	400	0.900	27.0	1.00	1.00	1.00
Q.POMPEPOZZO	400	0.900	21.0	1.00	-	-
ALIM.QUADROAUSILIARIEF	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	10.8	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SISTEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta  
Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Denominazione	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
			Emergenza1	
			PES(i)	PES(i±1)
Pn1 [kW]	609.1	380.8	433.1	310.5
Pn2 [kW]	457.8	246.0	358.1	164.0
PnTOT [kW]	<b>1.066.9</b>	<b>626.8</b>	<b>791.2</b>	<b>474.5</b>



## Stazione Cimarosa

## QGBT-1

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOBT1	400	0.964	<b>734.8</b>	<b>335.3</b>	<b>380.8</b>	<b>220.6</b>
Q.POMPAIIDRANTI1(BM)	400	0.800	30.0	-	1.00	1.00
Q.POMPAISPRINKLER1(BM)	400	0.800	132.0	-	-	-
Q.VENT.EMERGENZA1	400	0.990	75.6	-	1.00	-
Q.WATERMIST-BANC.SUP.	400	0.900	-	-	-	-
Q.WATERMIST-BANC.INF.	400	0.900	45.0	-	-	-
Q.VENT.LOC.TEC.SISTEMA	400	0.900	-	-	-	-
GENERALE	400	0.994	<b>452.3</b>	<b>335.25</b>	<b>275.26</b>	<b>190.58</b>
RIFASAMENTOAUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIAVIA1	400	0.898	28.4	1.00	1.00	1.00
Q.LAMED'ARIABANCHINAVIA1	400	0.900	7.5	-	1.00	-
Q.S.MOB.BANC.SUP-ATRIOSX	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.ATRIO-BANC.SUP.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.ASC.ESTERNO-BANC.INF	400	0.900	-	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ACCESOOVEST	400	0.900	-	0.75	0.85	0.75
Q.S.MO.BANC.INF-BANC.SUPSX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOBACCESSOOVEST	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
LINEAA(PRINCIPALE)	400	0.990	58.8	1.00	1.00	1.00
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAC(BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
Q.ATRIO	400	0.878	11.8	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPR/PS	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	20.3	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SISTEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	<b>217.1</b>	<b>130.30</b>	<b>53.73</b>	<b>53.73</b>
Q.ATRIO	400	0.900	45.4	1.00	-	-
Q.LOC.TEC.DISIST.BANCSUP	400	0.900	12.7	1.00	1.00	1.00
Q.HVAC	400	0.900	27.3	1.00	-	-
Q.PCGEOTERMICA	400	0.900	86.8	-	-	-
Q.TORNELLIEMETTITORI	400	0.900	3.9	1.00	-	-
Q.LOC.TEC.NODISISTATRIO	400	0.900	41.1	1.00	1.00	1.00



## QGBT-2

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOB2	400	0.961	<b>724.1</b>	<b>360.04</b>	<b>448.44</b>	<b>138.40</b>
Q.POMPAIIDRANTI2(BM)	400	0.800	30.0	-	-	-
Q.POMPAISPRINKLER2(BM)	400	0.800	132.0	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA2	400	0.990	75.6	-	1.00	-
Q.WATERMIST-BANC.SUP.	400	0.900	45.0	-	-	-
Q.WATERMIST-BANC.INF.	400	0.900	-	-	-	-
Q.VENT.LOC.TEC.SISTEMA	400	0.970	30.2	-	-	-
GENERALE	400	0.994	<b>411.4</b>	<b>360.04</b>	<b>240.89</b>	<b>138.40</b>
RIFASAMENTOAUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIAVIA2	400	0.897	29.9	1.00	1.00	1.00
Q.LAMED'ARIABANCHINAVIA2	400	0.900	7.5	-	1.00	-
Q.S.MOB.BANC.SUP-ATRIODX	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.ASC.ATRIO-BANC.INF	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.S.MO.BANC.SUP-BANC.INF	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.ASC.ESTERNO-BANC.INF	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ACCESOOVEST	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.S.MOBACCESSOEST	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.S.MO.BANC.INF-BANC.SUPDX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAC(BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAA(PRINCIPALE)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAA(PRINCIPALE)	400	0.990	18.5	1.00	1.00	1.00
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
Q.AGGOTTAMENTOSOTTOBANCHINA	400	0.836	16.2	0.50	1.00	0.50
ALIM.QUADROAUSILIARIEF	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	10.8	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SISTEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	<b>168.0</b>	<b>167.99</b>	<b>18.95</b>	<b>18.95</b>
Q.LOC.TEC.NODISIBANCSUP	400	0.900	11.6	1.00	1.00	1.00
Q.HVAC	400	0.900	26.1	1.00	-	-
Q.PC	400	0.900	123.0	1.00	-	-
Q.LOC.TEC.DISIST.BANCINF	400	0.900	7.4	1.00	1.00	1.00



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta  
Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Denominazione	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
			Emergenza1	
			PES(i)	PES(i±1)
Pn1 [kW]	734.8	335.3	380.8	220.6
Pn2 [kW]	724.1	360.0	448.4	138.4
PnTOT [kW]	<b>1.459.0</b>	<b>695.3</b>	<b>829.3</b>	<b>359.0</b>



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## Stazione Novara

QGBT-1

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVO BT1	400	0.960	<b>978.4</b>	<b>437.6</b>	<b>508.6</b>	<b>218.1</b>
Q. POMPA AI IDRANTI 1 (BM)	400	0.800	10.0	-	1.00	1.00
Q. POMPA AI SPRINKLER 1 (BM)	400	0.800	132.0	-	-	-
Q. VENT. EMERGENZA 1	400	0.990	90.6	-	1.00	-
Q. VENT. EMERGENZA 3	400	0.900	0.6	-	1.00	-
Q. WATER MIST	400	0.900	-	-	-	-
Q. VENT. LOC. TEC. SISTEMA	400	0.985	82.0	-	-	-
GENERALE	400	0.975	<b>663.3</b>	<b>437.62</b>	<b>407.45</b>	<b>208.07</b>
RIFASAMENTO AUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q. BANCHINA GALLERIA VIA 1	400	0.897	23.1	1.00	1.00	1.00
Q. LAME D'ARIA BANCHINA VIA 1	400	0.900	11.0	-	1.00	-
Q. SCALA MOBILE ACC. EST	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q. ASC. ACCESSO EST	400	0.900	-	0.75	0.85	0.75
Q. ASC. ESTERNO-BANC. VIA 2	400	0.900	-	0.75	0.85	0.75
Q. ASC. ATRIO-BANC. VIA 2 SX	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q. ASC. ATRIO-BANC. VIA 1 DX	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q. S. MOB. ATRIO-P. MEZ. VIA 1	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. P. MEZZ.-ATRIO	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. P. MEZZ.-ATRIO	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. P. MEZZ.-S. MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. S. MEZZ.-P. MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. S. MEZZ.-P. MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. S. MEZZ.-BANCHINA	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. BANCHINA-S. MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q. S. MOB. BANCHINA-S. MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
LINEA A (PRINCIPALE)	400	0.990	62.2	1.00	1.00	1.00
LINEA B (SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEA C (BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
Q. ATRIO	400	0.877	15.5	1.00	1.00	1.00
ALIM. QUADRO AUSILIARI PR/PS	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00



Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ALIM. QUADRO AUSILIARI PET	400	0.900	20.3	1.00	1.00	1.00
ALIM. Q. SEGNALAMENTO/SISTEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	<b>264.9</b>	<b>112.43</b>	<b>46.38</b>	<b>46.38</b>
Q. ATRIO	400	0.900	48.0	1.00	-	-
Q. LOC. TEC. NON DI SISTEMA	400	0.900	32.3	1.00	1.00	1.00
Q. LOC. TEC. DI SISTEMA VIA 1	400	0.900	14.1	1.00	1.00	1.00
Q. HVAC	400	0.900	18.0	1.00	-	-
Q. PC GEOTERMICA	400	0.900	152.5	-	-	-

## QGBT-2

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOB2	400	0.950	<b>960.1</b>	<b>586.3</b>	<b>647.0</b>	<b>179.2</b>
Q.POMPAIDRANTI2(BM)	400	0.800	10.0	-	-	-
Q.POMPAISPRINKLER2(BM)	400	0.800	132.0	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA2	400	0.900	0.6	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA4	400	0.990	90.6	-	1.00	-
Q.WATERMIST	400	0.900	45.0	-	-	-
Q.VENT.LOC.TEC.SISTEMA	400	0.900	-	-	-	-
GENERALE	400	0.969	<b>682.0</b>	<b>586.3</b>	<b>423.9</b>	<b>179.2</b>
RIFASAMENTO AUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIA VIA2	400	0.897	26.3	1.00	1.00	1.00
Q.LAMED'ARIABANCHINAVIA2	400	0.900	11.0	-	1.00	-
Q.SCALAMOBILE ACC.OVEST	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.ASC.ACCESOEST	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ESTERNO-BANC.VIA2	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO-BANC.VIA1SX	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.S.MOB.P.MEZZ.- ATRIO VIA1SX	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.ATRIO-P.MEZZ.VIA2	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.P.MEZZ.- ATRIO VIA2-SX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.P.MEZZ.- S.MEZZ.VIA1	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-



Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
Q.S.MOB.S.MEZZ.- P.MEZZ.VIA1-DX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.S.MEZZ.- P.MEZZ.VIA2-DX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.S.MEZZ.- BANCHINAVIA2	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANCHINA- S.MEZZ.VIA1-SX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANCHINA- S.MEZZ.VIA2-SX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAC(BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAA(PRINCIPALE)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAA(PRINCIPALE)	400	0.990	24.4	1.00	1.00	1.00
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	-	1.00	1.00
Q.AGGOTTAMENTOSOTTOBA NCHINA	400	0.836	16.2	0.50	1.00	0.50
ALIM.QUADROAUSILIARIEF	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	10.8	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SIS TEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	<b>269.5</b>	<b>269.53</b>	<b>57.37</b>	<b>57.37</b>
Q.TORNELLIEMETT.	400	0.900	4.2	1.00	-	-
Q.LOC.TEC.NONDISISTEMA	400	0.900	37.3	1.00	1.00	1.00
Q.LOC.TEC.DISISTEMAVIA2	400	0.900	20.0	1.00	1.00	1.00
Q.HVAC	400	0.900	8.1	1.00	-	-
Q.PC	400	0.900	199.8	1.00	-	-

Denominazione	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
			Emergenza1	
			PES(i)	PES(i±1)
Pn1 [kW]	978.4	437.6	508.6	218.1
Pn2 [kW]	960.1	586.3	647.0	179.2
PnTOT [kW]	<b>1.938.5</b>	<b>1.024.0</b>	<b>1.155.6</b>	<b>397.3</b>

Stazione Verona



## QGBT-1

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOLINEATRASFOMATORE1	400		<b>1.038.1</b>	<b>685.2</b>	<b>545.1</b>	<b>326.0</b>
POMPAAISPRINKLER1	400	0.950	55.0	-	-	-
POMPAIIDRANTI1	400	0.850	11.0	-	1.00	1.00
Q.WATERMIST	400	0.850	50.0	-	-	-
Q.VENT.EMERGENZA1	400	0.800	100.0	-	1.00	-
Q.LAMED'ARIA1BANCHINAVIA1	400	0.900	12.0	-	1.00	-
GENERALETRAFO1	400		<b>810.1</b>	<b>685.2</b>	<b>422.1</b>	<b>315.0</b>
QELOCALITECNICIDISISTEMA	400	0.949	77.0	1.00	1.00	1.00
RIFASAMENTOAUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.ATRIO	400	0.950	14.0	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIAVIA1	400	0.934	28.0	1.00	1.00	1.00
Q.TORNELLIEMETT.	400	0.941	6.9	1.00	-	-
QEASCENSORE	400	0.901	-	0.75	0.85	0.75
QEASCENSORE	400	0.901	-	0.75	0.85	0.75
QEASCENSORE	400	0.950	-	0.75	0.85	0.75
QEASCENSORE	400	0.950	-	0.75	0.85	0.75
QEASCENSORE	400	0.950	-	0.75	0.85	0.75
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
POMPASVUOTVASCA	400	0.900	1.7	0.75	-	-
Q.HVACVIA1	400	0.941	224.0	0.75	-	-
QEPDC1	400	0.950	124.0	0.75	-	-
ALIM.POMPAJOCKEY	400	0.950	1.9	0.75	-	-
	400	0.900	3.5	-	-	-
	400	0.950	2.0	-	-	-
POMPEH2ONEREVIA1	400	0.950	5.1	1.00	-	-
ALIMENTAZIONEQCOMUPS1	400	0.900	90.0	1.00	1.00	1.00
BY-PASSUPS1	400	0.944	16.0	1.00	1.00	1.00

## QGBT-2



Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOLINEATRASFORMATORE2	400		<b>853.1</b>	<b>543.6</b>	<b>556.1</b>	<b>272.3</b>
POMPAAISPRINKLER2	400	0.950	56.0	-	1.00	-
POMPAIIDRANTI2	400	0.950	11.0	-	-	-
ALIM.POMPAJOCKEYSRINKLER	400	0.950	5.5	0.75	-	-
Q.VENT.EMERGENZA2	400	0.800	100.0	-	1.00	-
Q.LAMED'ARIA1BANCHINAVIA2	400	0.919	12.0	-	1.00	-
GENERALETRAFO2	400		<b>668.6</b>	<b>539.4</b>	<b>388.1</b>	<b>272.3</b>
RIFASAMENTOAUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.LOCALITECNICINONDISISTEMA	400	0.950	86.0	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIAVIA2	400	0.950	35.0	1.00	1.00	1.00
Q.GEOTERMICA	400	0.950	41.0	0.75	-	-
Q.MEZZANINO	400	0.950	10.0	1.00	1.00	1.00
QEASCENSORE	400	0.901	17.0	0.75	0.85	0.75
QEASCENSORE	400	0.901	17.0	0.75	0.85	0.75
QEASCENSOREVIA2DX	400	0.950	17.0	0.75	0.85	0.75
QEASCENSOREVIA2SX	400	0.950	17.0	0.75	0.85	0.75
QEASCENSORE	400	0.950	17.0	0.75	0.85	0.75
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
QESCALAMOBILE	400	0.908	18.0	0.75	0.85	-
Q.CANCELLOMOTORIZZATO	400	0.900	3.5	-	-	-
POMPE AGG. INGR. VIA 2	400	0.950	2.0	-	-	-
Q.HVACVIA2	400	0.908	55.0	0.75	-	-
Q.AGGOTTAMENTOSOTTOBANCHIN A	400	0.801	31.0	0.50	1.00	0.50
BYPASSESTERNOUPS	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
ALIMENTAZIONEQCOM-UPS2	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
ALIMENTAZIONEQCOM-UPS2BYPASS	400	0.944	-	1.00	1.00	1.00
Q.INSEGNE	400	0.950	8.0	1.00	-	-
POMPE H2O NERE VIA2	400	0.950	5.1	1.00	-	-
QEPDC2	400	0.950	137.0	0.75	-	-



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta  
Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

Denominazione	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
			Emergenza <sup>1</sup>	
			PES(i)	PES(i±1)
Pn1 [kW]	1038.1	685.2	545.1	326.0
Pn2 [kW]	853.1	543.6	556.1	272.3
PnTOT [kW]	<b>1.891.2</b>	<b>1.228.7</b>	<b>1.101.2</b>	<b>598.3</b>



## Stazione Carlo Alberto

QGBT-1

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOBT1	400	0.960	<b>911.1</b>	<b>383.5</b>	<b>473.4</b>	<b>243.2</b>
Q.POMPAIIDRANTI1(BM)	400	0.800	10.0	-	1.00	1.00
Q.POMPAISPRINKLER1(BM)	400	0.800	132.0	-	-	-
Q.VENT.EMERGENZA1	400	0.990	90.6	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA3	400	0.900	0.6	-	1.00	-
Q.WATERMIST	400	0.900	-	-	-	-
Q.VENT.LOC.TEC.SISTEMA	400	0.985	83.2	-	-	-
GENERALE	400	0.975	<b>594.8</b>	<b>383.49</b>	<b>372.25</b>	<b>233.21</b>
RIFASAMENTOAUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIAVIA1	400	0.897	26.0	1.00	1.00	1.00
Q.LAMED'ARIABANCHINAVIA1	400	0.900	11.0	-	1.00	-
Q.SCALAMOBILEACC.SUD	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.ASC.ACCESSOSUD	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO-BANC.VIA2SX	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO-BANC.VIA1DX	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.S.MOB.ATRIO-S.MEZZ.-DX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.S.MEZZ.-ATRIO	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.S.MEZZ.-BANCHINA	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANCHINA-S.MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANCHINA-S.MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
LINEAA(PRINCIPALE)	400	0.990	55.4	1.00	1.00	1.00
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAC(BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
Q.ATRIO	400	0.877	17.5	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPR/PS	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	20.3	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SISTEMA A	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	<b>255.7</b>	<b>103.23</b>	<b>61.85</b>	<b>61.85</b>
Q.ATRIO	400	0.900	40.7	1.00		
Q.LOC.TEC.NONDISISTEMA	400	0.900	16.4	1.00	1.00	1.00
Q.LOC.TEC.DISISTEMA	400	0.900	45.4	1.00	1.00	1.00



Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
Q.HVAC	400	0.900	-	1.00	-	-
Q.HVAC	400	0.900	0.6	1.00	-	-
Q.PCGEOTERMICA	400	0.900	152.5	-	-	-

## QGBT-2

Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
ARRIVOBT2	400	0.950	<b>864.8</b>	<b>516.8</b>	<b>549.5</b>	<b>157.7</b>
Q.POMPAIIDRANTI2(BM)	400	0.800	10.0	-	-	-
Q.POMPAISPRINKLER2(BM)	400	0.800	132.0	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA2	400	0.900	0.6	-	1.00	-
Q.VENT.EMERGENZA4	400	0.990	90.6	-	1.00	-
Q.WATERMIST	400	0.900	45.0	-	-	-
Q.VENT.LOC.TEC.SISTEMA	400	0.900	-	-	-	-
GENERALE	400	0.969	<b>586.7</b>	<b>516.8</b>	<b>326.4</b>	<b>157.7</b>
RIFASAMENTOAUTOMATICO	400	-	-	1.00	1.00	1.00
Q.BANCHINAGALLERIAVIA2	400	0.897	29.7	1.00	1.00	1.00
Q.LAMED'ARIABANCHINAVIA2	400	0.900	11.0	-	1.00	-
Q.SCALAMOBILEACC.NORD	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.ASC.ATRIO-BANC.VIA2DX	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.ASC.ATRIO-BANC.VIA1SX	400	0.900	15.4	0.75	0.85	0.75
Q.S.MOB.S.MEZZ.-ATRIODX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.S.MEZZ.-ATRIOSX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.ATRIO-S.MEZZ.SX	400	0.900	27.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.S.MEZZ.-BANCHINA	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANCHINA-S.MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
Q.S.MOB.BANCHINA-S.MEZZ.	400	0.900	21.2	0.75	0.85	-
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAC(BYPASS)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAA(PRINCIPALE)	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
LINEAA(PRINCIPALE)	400	0.990	28.7	1.00	1.00	1.00



Denominazione	Vn[V]	Cosfi	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
					Emergenza1	
					PES(i)	PES(i±1)
LINEAB(SOCCORSO)	400	0.900	-	-	1.00	1.00
Q.MEZZANINO	400	0.900	8.2	1.00	1.00	1.00
Q.AGGOTTAMENTOSOTTOBANCHINA	400	0.836	16.2	0.50	1.00	0.50
ALIM.QUADROAUSILIARIEF	400	0.900	17.6	1.00	1.00	1.00
ALIM.QUADROAUSILIARIPET	400	0.900	10.8	1.00	1.00	1.00
ALIM.Q.SEGNALAMENTO/SISTEMA	400	0.900	-	1.00	1.00	1.00
GENERALE	400	0.900	<b>261.5</b>	<b>261.47</b>	<b>31.65</b>	<b>31.65</b>
Q.TORNELLIEMETT.	400	0.900	4.5	1.00	-	-
Q.LOC.TEC.NONDISISTEMA	400	0.900	31.6	1.00	1.00	1.00
Q.HVAC	400	0.900	18.8	1.00	-	-
Q.HVAC	400	0.900	6.7	1.00	-	-
Q.PC	400	0.900	199.8	1.00	-	-

Denominazione	Pn[kW]	Ordinario	alim.daGE	
			Emergenza1	
			PES(i)	PES(i±1)
Pn1 [kW]	911.1	383.5	473.4	243.2
Pn2 [kW]	864.8	516.8	549.5	157.7
PnTOT [kW]	<b>1.775.9</b>	<b>900.3</b>	<b>1.022.9</b>	<b>400.9</b>



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA –  
RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

02\_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## Pozzo Novara

0	Circ.	Numero	Potenza unitaria (KW)	Potenza nominale (KW)	Ku			Potenza installata (KW) - N	Potenza installata (KW) - E1	
					N	E1	E2			
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 1</b>										
<b>Ventilatore Principale V1</b>	<b>V1</b>	<b>1</b>	<b>240,00</b>	<b>240,00</b>	<b>1</b>			<b>120,00</b>	<b>0,00</b>	
<b>Quadro QFMILL-EN</b>	<b>QFMILL-EN</b>	<b>1</b>	<b>44,35</b>	<b>17,00</b>				<b>9,94</b>	<b>5,35</b>	
Prese FM	FM1	1	21,00	21,00	0,2			4,20	0,00	
Prese FM	FM2	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00	
Prese FM	FM3	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00	
Prese FM	FM4	1	3,00	3,00	0,2			0,60	0,00	
Prese FM	FM5	1	3,00	3,00	0,2			0,60	0,00	
Illuminazione	ILL1	1	1,25	1,25	0,4	1	1	0,50	1,25	
Illuminazione	ILL2	1	1,35	1,35	0,4	1	1	0,54	1,35	
Illuminazione	ILL3	1	1,05	1,05	0,4	1	1	0,42	1,05	
Illuminazione	ILL4	1	1,70	1,70	0,4	1	1	0,68	1,70	
Illuminazione	ILL5	1	0,20	0,20	0,4	1	1	0,08	0,20	
<b>Condizionamento</b>	<b>CDZ</b>	<b>1</b>	<b>29,40</b>	<b>29,40</b>				<b>23,52</b>	<b>29,40</b>	
CDZ	CDZ1	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ2	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ3	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
CDZ	CDZ4	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
								<b>153,46</b>	<b>34,75</b>	
								<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	
								<b>155,46</b>	<b>36,75</b>	
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 2</b>										
<b>Ventilatore Principale V2</b>	<b>V2</b>	<b>1</b>	<b>240,00</b>	<b>240,00</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>120,00</b>	<b>240,00</b>	
<b>Ventilatore Principale V3</b>	<b>V3</b>	<b>1</b>	<b>240,00</b>	<b>240,00</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>120,00</b>	<b>240,00</b>	
<b>Apparati vari</b>	<b>APP1</b>	<b>1</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3,00</b>	<b>1,50</b>	
	Totale UtENZE Normali da Sistema KW							<b>243,00</b>	<b>481,50</b>	
	Altre utENZE Normali da Sistema KW							<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	
	Potenza apparente stimata finale (kW)							<b>245,00</b>	<b>483,50</b>	
	Potenza apparente stimata finale (kW)							BT1 + QG	<b>400,46</b>	<b>520,25</b>



## Pozzo Verona

UTENZA	Circ.	Numero	Potenza unitaria (KW)	Potenza nominale (KW)	Ku			Potenza installata (KW) - N	Potenza installata (KW) - E1	
					N	E1	E2			
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 1</b>										
Ventilatore Principale V1	V1	1	282,00	282,00	0,5	1	1	141,00	282,00	
Quadro QFMILL-EN	QFMILL-EN	1	16,75	17,00				4,10	3,75	
Prese FM	FM1	1	7,00	7,00	0,2			1,40	0,00	
Prese FM	FM2	1	2,00	2,00	0,2			0,40	0,00	
Prese FM	FM3	1	2,00	2,00	0,2			0,40	0,00	
Prese FM	FM4	1	2,00	2,00	0,2			0,40	0,00	
Illuminazione	ILL1	1	0,85	0,85	0,4	1	1	0,34	0,85	
Illuminazione	ILL2	1	0,95	0,95	0,4	1	1	0,38	0,95	
Illuminazione	ILL3	1	0,75	0,75	0,4	1	1	0,30	0,75	
Illuminazione	ILL4	1	1,20	1,20	0,4	1	1	0,48	1,20	
Condizionamento	CDZ	1	29,40	29,40				23,52	29,40	
CDZ	CDZ1	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ2	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ3	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
CDZ	CDZ4	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
								168,62	315,15	
								2,00	2,00	
								170,62	317,15	
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 2</b>										
Ventilatore Principale V2	V2	1	282,00	282,00	0,5			141,00	0,00	
Aggottamento	AGG	1	66,00	66,00				36,23	57,50	
Pompa	P1	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00	
Pompa	P2	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00	
Pompa	P3	1	13,50	13,50	0,63	1	1	8,51	13,50	
Apparati vari	APP1	1	3,00	3,00	1	1	1	3,00	1,50	
Totale Utenze Normali da Sistema KW								180,23	59,00	
Altre utenze Normali da Sistema KW								2,00	2,00	
Potenza apparente stimata finale (kW)								182,23	61,00	
Potenza apparente stimata finale (kW)								BT1 + QG	352,85	378,15



## Pozzo Mole Giardini Reali

UTENZA	Circ.	Numero	Potenza unitaria (KW)	Potenza nominale (KW)	Ku			Potenza installata (KW) - N	Potenza installata (KW) - E1	
					N	E1	E2			
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 1</b>										
Ventilatore Principale V1	V1	1	282,00	282,00	0,5			141,00	0,00	
Quadro QFMILL-EN	QFMILL-EN	1	32,00	17,00				7,40	5,00	
Prese FM	FM1	1	12,00	12,00	0,2			2,40	0,00	
Prese FM	FM2	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00	
Prese FM	FM3	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00	
Prese FM	FM4	1	3,00	3,00	0,2			0,60	0,00	
Illuminazione	ILL1	1	1,20	1,20	0,4	1	1	0,48	1,20	
Illuminazione	ILL2	1	1,30	1,30	0,4	1	1	0,52	1,30	
Illuminazione	ILL3	1	1,00	1,00	0,4	1	1	0,40	1,00	
Illuminazione	ILL4	1	1,50	1,50	0,4	1	1	0,60	1,50	
Condizionamento	CDZ	1	29,40	29,40				23,52	29,40	
CDZ	CDZ1	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ2	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ3	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
CDZ	CDZ4	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
								171,92	34,40	
								2,00	2,00	
								173,92	36,40	
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 2</b>										
Ventilatore Principale V2	V2	1	282,00	282,00	0,5	1	1	141,00	282,00	
Aggottamento	AGG	1	66,00	66,00				36,23	57,50	
Pompa	P1	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00	
Pompa	P2	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00	
Pompa	P3	1	13,50	13,50	0,63	1	1	8,51	13,50	
Apparati vari	APP1	1	3,00	3,00	1	1	1	3,00	1,50	
Totale Utenze Normali da Sistema KW								180,23	341,00	
Altre utenze Normali da Sistema KW								2,00	2,00	
Potenza apparente stimata finale (kW)								182,23	343,00	
Potenza apparente stimata finale (kW)								BT1 + QG	356,15	379,40



## Pozzo Carlo Alberto

UTENZA	Circ.	Numero	Potenza unitaria (KW)	Potenza nominale (KW)	Ku			Potenza installata (KW) - N	Potenza installata (KW) - E1	
					N	E1	E2			
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 1</b>										
Ventilatore Principale V1	V1	1	240,00	240,00	0,5	1	1	120,00	240,00	
Quadro QFMILL-EN	QFMILL-EN	1	25,30	17,00				5,32	1,30	
Prese FM	FM1	1	15,00	15,00	0,2			3,00	0,00	
Prese FM	FM2	1	9,00	9,00	0,2			1,80	0,00	
Illuminazione	ILL1	1	0,80	0,80	0,4	1	1	0,32	0,80	
Illuminazione	ILL2	1	0,50	0,50	0,4	1	1	0,20	0,50	
Condizionamento	CDZ	1	29,40	29,40				23,52	29,40	
CDZ	CDZ1	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ2	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ3	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
CDZ	CDZ4	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
								148,84	270,70	
								2,00	2,00	
								150,84	272,70	
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 2</b>										
Ventilatore Principale V2	V2	1	240,00	240,00	0,5			120,00	0,00	
Apparati vari	APP1	1	3,00	3,00	1	1	1	3,00	1,50	
			Totale Utenze Normali da Sistema KW					123,00	1,50	
			Altre utenze Normali da Sistema KW					2,00	2,00	
			Potenza apparente stimata finale (kW)					125,00	3,50	
			Potenza apparente stimata finale (kW)					BT1 + QG	275,84	276,20



## Pozzo Porta Nuova

UTENZA	Circ.	Numero	Potenza unitaria (KW)	Potenza nominale (KW)	Ku			Potenza installata (KW) - N	Potenza installata (KW) - E1
					N	E1	E2		
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 1</b>									
Ventilatore Principale V1	V1	1	240,00	240,00	0,5			120,00	0,00
Quadro QFMILL-EN	QFMILL-EN	1	34,20	17,00				7,68	4,20
Prese FM	FM1	1	12,00	12,00	0,2			2,40	0,00
Prese FM	FM2	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00
Prese FM	FM3	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00
Prese FM	FM4	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00
Illuminazione	ILL1	1	1,00	1,00	0,4	1	1	0,40	1,00
Illuminazione	ILL2	1	1,10	1,10	0,4	1	1	0,44	1,10
Illuminazione	ILL3	1	0,90	0,90	0,4	1	1	0,36	0,90
Illuminazione	ILL4	1	1,20	1,20	0,4	1	1	0,48	1,20
Condizionamento	CDZ	1	29,40	29,40				23,52	29,40
CDZ	CDZ1	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70
CDZ	CDZ2	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70
CDZ	CDZ3	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00
CDZ	CDZ4	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00
								151,20	33,60
								2,00	2,00
								153,20	35,60
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 2</b>									
Ventilatore Principale V2	V2	1	240,00	240,00	0,5	1	1	120,00	240,00
Aggottamento	AGG	1	66,00	66,00				36,23	57,50
Pompa	P1	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00
Pompa	P2	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00
Pompa	P3	1	13,50	13,50	0,63	1	1	8,51	13,50
Apparati vari	APP1	1	3,00	3,00	1	1	1	3,00	1,50
Totale UtENZE Normali da Sistema KW								159,23	299,00
Altre utENZE Normali da Sistema KW								2,00	2,00
Potenza apparente stimata finale (kW)								161,23	301,00
Potenza apparente stimata finale (kW)								BT1 + QG 314,43	336,60



## Pozzo Pastrengo

UTENZA	Circ.	Numero	Potenza unitaria (KW)	Potenza nominale (KW)	Ku			Potenza installata (KW) - N	Potenza installata (KW) - E1
					N	E1	E2		
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 1</b>									
Ventilatore Principale V1	V1	1	240,00	240,00	0,5	1	1	120,00	240,00
Quadro QFMILL-EN	QFMILL-EN	1	36,80	17,00				1,52	3,80
Prese FM	FM1	1	15,00	7,00	0,2			0,00	0,00
Prese FM	FM2	1	6,00	2,00	0,2			0,00	0,00
Prese FM	FM3	1	6,00	2,00	0,2			0,00	0,00
Prese FM	FM4	1	6,00	2,00	0,2			0,00	0,00
Illuminazione	ILL1	1	0,90	0,90	0,4	1	1	0,36	0,90
Illuminazione	ILL2	1	1,00	1,00	0,4	1	1	0,40	1,00
Illuminazione	ILL3	1	0,90	0,90	0,4	1	1	0,36	0,90
Illuminazione	ILL4	1	1,00	1,00	0,4	1	1	0,40	1,00
Condizionamento	CDZ	1	29,40	29,40				23,52	29,40
	CDZ1	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70
	CDZ2	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70
	CDZ3	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00
	CDZ4	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00
								145,04	273,20
								2,00	2,00
								147,04	275,20
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 2</b>									
Ventilatore Principale V2	V2	1	240,00	240,00	0,5			120,00	0,00
Aggottamento	AGG	1	66,00	66,00				36,23	57,50
Pompa	P1	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00
Pompa	P2	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00
Pompa	P3	1	13,50	13,50	0,63	1	1	8,51	13,50
Apparati vari	APP1	1	3,00	3,00	1	1	1	3,00	1,50
	Totale UtENZE Normali da Sistema KW							159,23	59,00
	Altre utENZE Normali da Sistema KW							2,00	2,00
	Potenza apparente stimata finale (kW)							161,23	61,00
	Potenza apparente stimata finale (kW)							308,27	336,20



## Pozzo Politecnico

UTENZA	Circ.	Numero	Potenza unitaria (KW)	Potenza nominale (KW)	Ku			Potenza installata (KW) - N	Potenza installata (KW) - E1	
					N	E1	E2			
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 1</b>										
<b>Ventilatore Principale V1</b>	<b>V1</b>	<b>1</b>	<b>240,00</b>	<b>240,00</b>	<b>0,5</b>			<b>120,00</b>	<b>0,00</b>	
<b>Quadro QFMILL-EN</b>	<b>QFMILL-EN</b>	<b>1</b>	<b>36,70</b>	<b>17,00</b>				<b>8,08</b>	<b>3,70</b>	
Prese FM	FM1	1	15,00	15,00	0,2			3,00	0,00	
Prese FM	FM2	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00	
Prese FM	FM3	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00	
Prese FM	FM4	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00	
Illuminazione	ILL1	1	1,00	1,00	0,4	1	1	0,40	1,00	
Illuminazione	ILL2	1	0,90	0,90	0,4	1	1	0,36	0,90	
Illuminazione	ILL3	1	0,80	0,80	0,4	1	1	0,32	0,80	
Illuminazione	ILL4	1	1,00	1,00	0,4	1	1	0,40	1,00	
<b>Condizionamento</b>	<b>CDZ</b>	<b>1</b>	<b>29,40</b>	<b>29,40</b>				<b>23,52</b>	<b>29,40</b>	
CDZ	CDZ1	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ2	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ3	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
CDZ	CDZ4	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
								<b>151,60</b>	<b>33,10</b>	
								<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	
								<b>153,60</b>	<b>35,10</b>	
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 2</b>										
<b>Ventilatore Principale V2</b>	<b>V2</b>	<b>1</b>	<b>240,00</b>	<b>240,00</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>120,00</b>	<b>240,00</b>	
<b>Aggottamento</b>	<b>AGG</b>	<b>1</b>	<b>66,00</b>	<b>66,00</b>				<b>36,23</b>	<b>57,50</b>	
Pompa	P1	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00	
Pompa	P2	1	22,00	22,00	0,63	1	1	13,86	22,00	
Pompa	P3	1	13,50	13,50	0,63	1	1	8,51	13,50	
<b>Apparati vari</b>	<b>APP1</b>	<b>1</b>	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3,00</b>	<b>1,50</b>	
			Totale UtENZE Normali da Sistema KW						<b>159,23</b>	<b>299,00</b>
			Altre utENZE Normali da Sistema KW						<b>2,00</b>	<b>2,00</b>
			Potenza apparente stimata finale (kW)						<b>161,23</b>	<b>301,00</b>
			Potenza apparente stimata finale (kW)					<b>BT1 + QG</b>	<b>314,83</b>	<b>336,10</b>



## Pozzo Caboto

UTENZA	Circ.	Numero	Potenza unitaria (KW)	Potenza nominale (KW)	Ku			Potenza installata (KW) - N	Potenza installata (KW) - E1	
					N	E1	E2			
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 1</b>										
Ventilatore Principale V1	V1	1	240,00	240,00	0,5	1	1	120,00	240,00	
Quadro QFMILL-EN	QFMILL-EN	1	22,30	17,00				4,72	1,30	
Prese FM	FM1	1	15,00	15,00	0,2			3,00	0,00	
Prese FM	FM2	1	6,00	6,00	0,2			1,20	0,00	
Illuminazione	ILL1	1	0,70	0,70	0,4	1	1	0,28	0,70	
Illuminazione	ILL2	1	0,60	0,60	0,4	1	1	0,24	0,60	
Condizionamento	CDZ	1	29,40	29,40				23,52	29,40	
CDZ	CDZ1	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ2	1	0,70	0,70	0,8	1	1	0,56	0,70	
CDZ	CDZ3	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
CDZ	CDZ4	1	14,00	14,00	0,8	1	1	11,20	14,00	
								148,24	270,70	
								2,00	2,00	
								150,24	272,70	
<b>UTENZE IMPIANTI da QGBT 2</b>										
Ventilatore Principale V2	V2	1	240,00	240,00	0,5			120,00	0,00	
Apparati vari	APP1	1	3,00	3,00	1	1	1	3,00	1,50	
			Totale Utenze Normali da Sistema KW						123,00	1,50
			Altre utenze Normali da Sistema KW						2,00	2,00
			Potenza apparente stimata finale (kW)						125,00	3,50
			Potenza apparente stimata finale (kW)					BT1 + QG	275,24	276,20

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

## Appendice 3: Normative di riferimento

### Leggi Generali Prevenzione Incendi

- Legge n° 186 del 01/03/1968 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche
- Legge 18/10/1977 n° 791 Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n° 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- D.M. 22 gennaio 2008, n.37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- D.Lgs. n° 81 del 2008 "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" (c.d. "Testo Unico sulla Sicurezza")
- D.M. 21/10/2015 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane.
- Dlgs 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

### Norme Impianti elettrici

- CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- CEI 64-8 ottava edizione 2021 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- CEI EN 50163: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
- CEI EN 50122-1: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno – Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico
- CEI EN 50122-2: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno – Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua
- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni"
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- CEI EN 60909-0 "Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifase a corrente alternata"

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta Politecnico – Rebaudengo</b>
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA – RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO	02_MTL2T1A0DSISGENR006-1-2

- CEI 11-28 "Guida di applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti radiali di bassa tensione"
- CEI EN 60076-1 "Trasformatori di potenza"
- CEI EN 61558-1 "Sicurezza dei trasformatori"
- CEI 14-7 "Marcatura dei terminali dei trasformatori di potenza"
- CEI EN 60934 "Interruttori automatici per apparecchiature"
- CEI EN 61869-2 "Trasformatori di corrente"
- CEI EN 61869-3/5 "Trasformatori di tensione"
- CEI-UNEL 35027 "Cavi per energia per U > 1 kV: Portate di corrente in regime"
- CEI EN 50328: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi Convertitori elettronici di potenza per sottostazioni
- CEI EN 50329: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi Trasformatori di trazione
- CEI EN 50575 "Cavi di energia, comando e comunicazioni- Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di reazione al fuoco"
- CEI 20-13 V3 Anno 2018 – "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1kV a 30kV"
- CEI UNEL 35016 Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011)

## Varie

- Prescrizioni delle Società erogatrici dell'energia elettrica competenti per la zona (e-distribuzione ed IRETI).
- Leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.
- Norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- Ulteriori Norme CEI cavi applicabili.