

AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO COLOBRARO TURSI

Titolo elaborato:

CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

GD	GD	WPD	EMISSIONE	24/11/21	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

PROPONENTE



WPD MURGE S.R.L.
CORSO D'ITALIA 83
00198 ROMA

CONSULENZA



GE.CO.D'ORS.R.L.
VIA P. AMEDEO N. 32
75021 COLOBRARO (MT)

PROGETTISTA

ING. GAETANO D'ORONZIO
VIA GOITO 14 – COLOBRARO (MT)

Codice
PEMT045

Formato
A4

Scala
/

Foglio
1 di 9

Indice

1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2	PREMESSA	4
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
4	SCHEMA ELETTRICO	4
5	SISTEMA DI POSA CAVI	5
6	DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT	6
6.1	Criterio di dimensionamento	6
6.2	Calcolo delle cadute di tensione e della perdita di potenza	6
6.3	Calcolo delle portate	6
6.3.1	Dati tecnici del cavo utilizzato	7
6.3.2	Fattore di correzione per la temperatura del terreno	7
6.3.3	Fattore di correzione per il numero di circuiti nello scavo	7
6.3.4	Posa direttamente interrata	8
6.3.5	Fattore di correzione per la profondità di posa	8
6.3.6	Resistività termica del terreno	8
6.4	Tabella di calcolo	9

1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- D.Lgs. 387/2003;
- D.Lgs. 28/2011 - Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- Norma CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;
- Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- Norma CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 11-3;V1: Impianti di produzione eolica;
- Norma CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- Norma CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12);
- Norma 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;
- Norma CEI 211-4/1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6/2001 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo"
- DM 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

2 PREMESSA

Wpd Italia ha conferito incarico alla società Gecodor s.r.l. di progettare un parco eolico in Basilicata, nel territorio dei Comuni di Colobraro e Tursi (Provincia di Matera) con punto di connessione nel limitrofo Comune di Sant'Arcangelo (PZ) presso la Sottostazione RTN Terna da 150 kV.

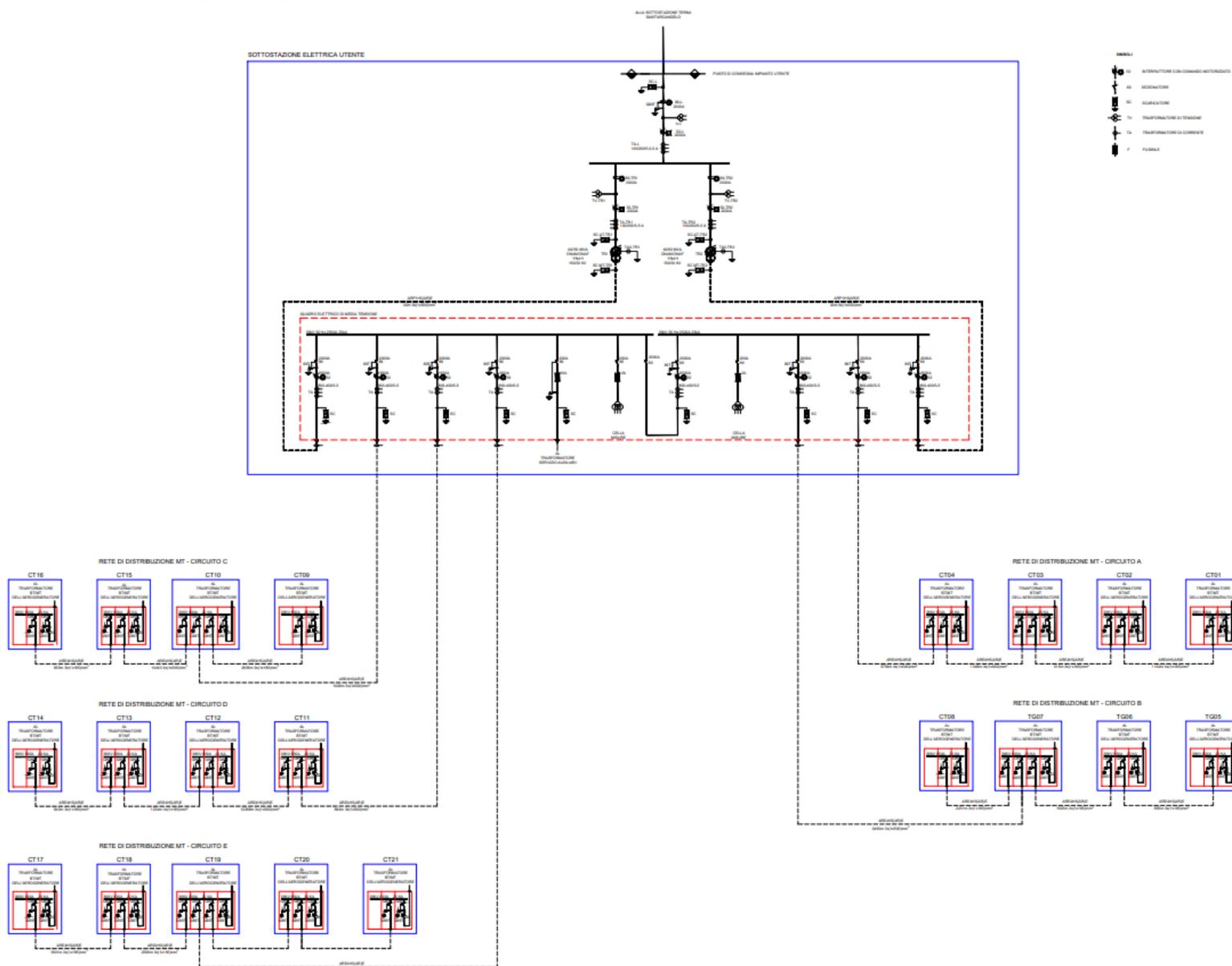
La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto il calcolo preliminare degli impianti elettrici previsti nell'ambito delle opere in progetto.

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è descritto in dettaglio nel documento dedicato: "Relazione tecnica descrittiva delle opere elettriche".

4 SCHEMA ELETTRICO

L'immagine di seguito riportata mostra lo schema elettrico dell'intero parco eolico, con evidenza dei sottocampi e delle

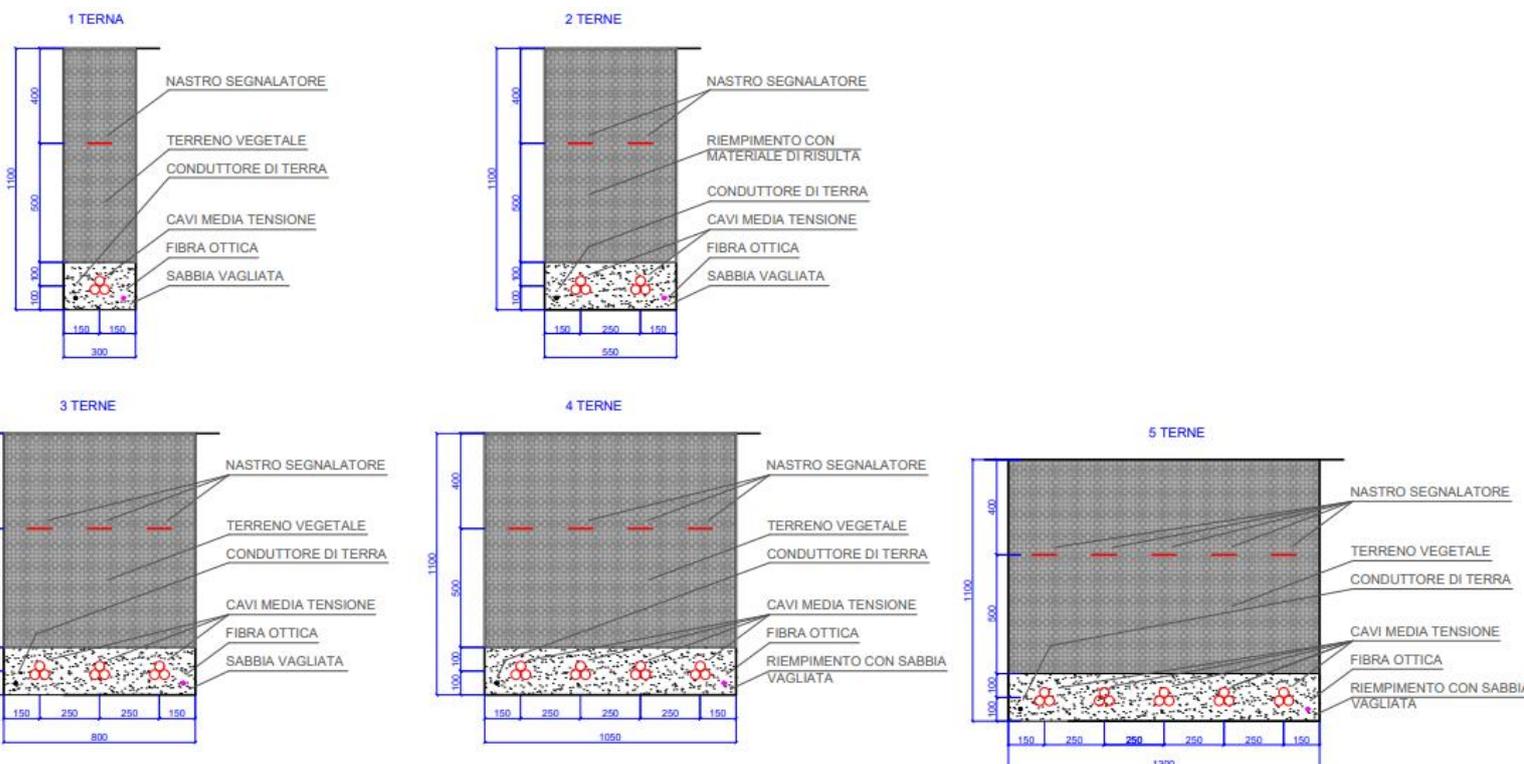


5 SISTEMA DI POSA CAVI

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1 m dal piano di calpestio. I cavi utilizzati sono idonei alla posa direttamente interrata e sono inoltre meccanicamente protetti.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato "Distribuzione MT – sezioni tipiche delle trincee cavidotto"



La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1,10 m e larghezza compresa tra 0,30 m per una terna e 1,3 m in relazione al numero di terne in esso disposte.

Numero di terne	Larghezza del cavidotto [cm]
1	30
2	55
3	80
4	105
5	130

6 DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT

6.1 CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17, ed in particolare:

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

6.2 CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE E DELLA PERDITA DI POTENZA

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta Vr\% = \frac{\sqrt{3} \cdot R \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)}{V} \cdot 100$$

Nella quale

$\Delta Vr\%$: caduta di tensione percentuale relativa

I: corrente transitante.

$\cos\varphi$: fattore di potenza

R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;

X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;

V: tensione di esercizio del cavo (33kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 \cdot R \cdot I^2$$

P: perdita di potenza

R: resistenza di fase del cavo;

I: corrente transitante.

6.3 CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17, unitamente alle caratteristiche tecniche fornite dal costruttore del cavo stesso.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Nella quale:

I_z : portata effettiva del cavo

I_0 = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K_1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K_3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K_4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k m/W

6.3.1 Dati tecnici del cavo utilizzato

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno a norma IEC 60502-2. Si tratta di cavi unipolari riuniti in elica visibile, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da mescola in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di mescola estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva in polietilene DMP. La tensione nominale dei cavi è pari a 20/33 kV.

La tabella che segue mostra i dati tecnici del cavo impiegato, con particolare attenzione ai parametri necessari al calcolo.

Specifico riferimento è fatto al primario costruttore Prysmian: cavo tipo ARE4H5(AR)E AIRBAG® COMPACT.

Sezione [mm ²]	Resistenza apparente di fase [Ohm/km] a 90°C	Reattanza di fase [Ohm/km] a 50 Hz	Portata nella condizione standard di posa (*)
185	0.218	0.12	351
500	0.089	0.1	650

(*) installazione interrata, posa a trifoglio, 1°Cm/W, temperatura ambiente per posa in aria 30°C, temperatura ambiente per posa in terra 20°C, profondità di posa 1m, schermi metallici messi a terra ad entrambe le estremità.

Qualora sia utilizzato il cavo di miglior prestazioni tipo ARP1H5(AR)E dello stesso costruttore, le portate nelle condizioni di posa migliorano di circa il 6,5 %.

6.3.2 Fattore di correzione per la temperatura del terreno

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 20°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà $K_1 = 1$.

6.3.3 Fattore di correzione per il numero di circuiti nello scavo

Dagli elaborati grafici costituenti il presente progetto è stato ricavato il numero di cavi di media tensione presenti nella stessa trincea. A scopo cautelativo, per ciascuna tratta di collegamento si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio.

Il fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano (K_2) potrà assumere quindi il valore descritto nella tabella seguente.

Distanza tra i cavi o le terne [cm]	Quantità di circuiti				
	1	2	3	4	5
25	1	0.86	0.78	0.74	0.69

6.3.4 Posa direttamente interrata

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata. Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità. A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

6.3.5 Fattore di correzione per la profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio. In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

Circuito	Isolamento EPR		
Profondità di posa [m]	0,8	1	1,2
K_3	1	0,98	0,96

Considerando il valore di posa di 1,10 m, si è ricavato per interpolazione il valore del coefficiente correttivo, che risulta $K_3 = 0,97$.

6.3.6 Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W. Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà $K_4 = 1$.

6.4 TABELLA DI CALCOLO

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato MT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

Da	A	Lunghezza tratta [m]	Tipo di cavo [mm ²]	Ib Corrente di progetto [A]	Portata nominale [A]	Portata effettiva [A]	Caduta di tensione relativa % @ 90 °C	Perdita di potenza [%] @ 90 °C
CIRCUITO A							1.21%	0.83%
CT01	CT02	1102	AL 1x185	84	351	340	0.12%	
CT02	CT03	518	AL 1x185	168	351	340	0.11%	
CT03	CT04	1348	AL 1x500	252	650	631	0.21%	
CT04	SS	3759	AL 1x500	337	650	492	0.77%	
CIRCUITO B							1.02%	0.69%
CT05	CT06	895	AL 1x185	84	351	293	0.10%	
CT06	CT07	1925	AL 1x185	168	351	293	0.42%	
CT07	CT08	2231	AL 1x185	84	351	266	0.24%	
CT07	SS2	2493	AL 1x500	337	650	492	0.51%	
CIRCUITO C							1.76%	0.85%
CT16	CT15	653	AL 1x185	84	351	340	0.07%	
CT15	CT10	14443	AL 1x500	168	650	492	1.48%	
CT10	CT09	2636	AL 1x185	84	351	235	0.28%	
CT10	SS2	1049	AL 1x500	337	650	435	0.21%	
CIRCUITO D							2.40%	1.43%
CT14	CT13	643	AL 1x185	84	351	293	0.07%	
CT13	CT12	1234	AL 1x185	168	351	293	0.27%	
CT12	CT11	12288	AL 1x500	252	650	435	1.89%	
CT11	SS2	884	AL 1x500	337	650	435	0.18%	
CIRCUITO E							2.46%	1.68%
CT17	CT18	1601	AL 1x185	84	351	340	0.17%	
CT18	CT19	2560	AL 1x185	168	351	293	0.55%	
CT19	CT20	5085	AL 1x185	168	351	293	1.10%	
CT20	CT21	1025	AL 1x185	84	351	340	0.11%	
CT19	SS2	4886	AL 1x500	421	650	435	1.25%	

La caduta di tensione relativa percentuale del circuito è pari alla somma delle cadute di tensione dell'ultimo generatore del circuito (quello più lontano) fino alla sottostazione elettrica.