

Febbraio 2024

SKI 12 S.R.L.

VIA CARADOSSO 9 – 20123 Milano (MI)

C.F. 11948030967

**WIND FARM “TRONCO” IMPIANTO EOLICO DA
52,8 MW**

LOCALITÀ TRONCO

**COMUNI DI SERRACAPRIOLA e TORREMAGGIORE
(FG)**

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R15

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA
GENERALE**

Progettista

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

Francesca Casero

Codice elaborato

2800_5528_TRN_PFTE_R15_Rev0_RELAZIONE ELETTRICA.docx

Maria Conti



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2800_5528_TRN_PFTE_R15_Rev0_REL AZIONE ELETTRICA.docx	02/2024	Prima emissione	M. Dessì	E. Lamanna	A. Angeloni

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Eleonora Lamanna	Coordinamento Generale, Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Michele Dessì	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Fabio Loviselli	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1.	PREMESSA	4
1.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	4
2.	STATO DI PROGETTO.....	7
2.1	COMPONENTI MECCANICHE.....	7
2.2	LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO.....	9
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	13
3.1	NORME DI RIFERIMENTO PER LA BASSA TENSIONE	13
3.2	NORME DI RIFERIMENTO OLTRE I 30 kV	14
4.	CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO.....	15
4.1	ELEMENTI RELATIVI ALLA CONNESSIONE.....	15
4.2	CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	15
4.3	ARMONICHE.....	16
4.4	DIMENSIONAMENTO CAVI	17
4.5	INTEGRALE DI JOULE.....	18
4.6	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO	19
4.7	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	20
4.8	CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI	20
4.9	CADUTE DI TENSIONE	21
4.10	TRASFORMATORI.....	22
5.	STUDIO DI CORTOCIRCUITO	23
5.1	STATO DEL NEUTRO DI IMPIANTO	23
5.2	CALCOLO DEI GUASTI.....	23
5.2.1	Calcolo delle correnti massime di cortocircuito.....	23
5.2.2	Calcolo delle correnti minime di cortocircuito.....	26
5.2.3	Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra	27
5.2.4	Guasti monofasi a terra linee.....	27
5.3	SCELTA DELLE PROTEZIONI	29
5.4	VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE	29
5.5	VERIFICA DI SELETTIVITÀ.....	30
6.	CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTO DI TERRA	31
6.1	DEFINIZIONI	31
6.2	INFORMAZIONI PRELIMINARI.....	31
6.3	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRECTI.....	34
6.4	RISOLUZIONE GUASTO 36 kV	34
6.5	RISOLUZIONE GUASTO MT	35
7.	SCARICHE ATMOSFERICHE	37
8.	ESTRATTO DI CALCOLO	38



1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di **52,8 MW**, che prevede l'installazione di **n. 8 aerogeneratori da 6,6 MW** da installarsi nel territorio comunale di Serracapriola e Torremaggiore in provincia di Foggia. Le relative opere di connessione, oltre ai comuni già citati interesseranno anche il territorio del comune di Rotello (CB).

La Società Proponente è la SKI 12 S.R.L., con sede legale in Via Cardoso 9, 20123 Milano (MI).

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV di Rotello. Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto:

- da N° 8 aerogeneratori della potenza nominale di 6,6 MW ciascuno;
- dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti;
- dalle opere di collegamento alla rete elettrica;
- dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco.

A tal fine il presente documento costituisce la **Relazione Tecnica Elettrica Generale** del progetto.

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende prevalentemente nella provincia di Foggia e prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori territorialmente così collocati:

- n. 2 aerogeneratori nel comune di Torremaggiore;
- n. 6 aerogeneratori nel comune di Serracapriola.

Le opere di connessione interesseranno, oltre ai comuni già citati, anche i territori comunali di Rotello, nella provincia di Campobasso, nella regione Molise (Figura 1.1).

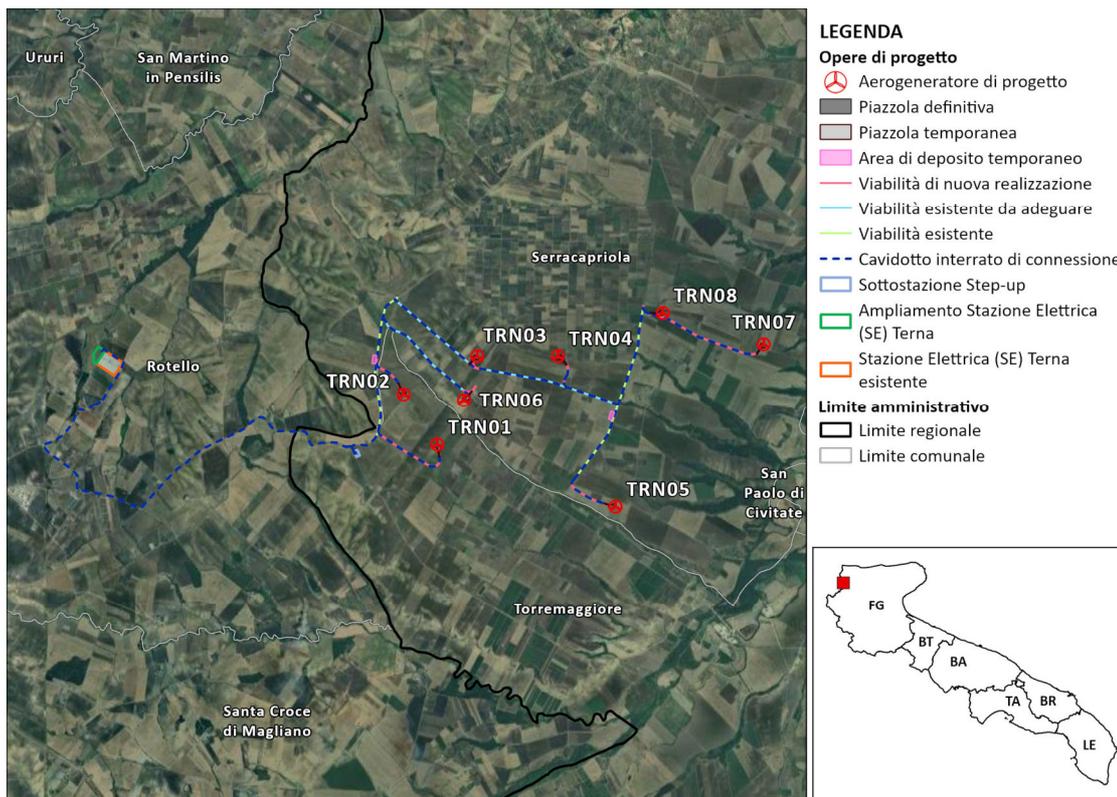


Figura 1.1 Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 1.1.

Tabella 1.1: Coordinate aerogeneratori - WGS 1984 UTM Zone 33N (Gradi decimali)

WTG	WGS 84 – GRADI DECIMALI	
	Longitudine E	Latitudine N
TRN01	15,1272493	41,7467489
TRN02	15,1214560	41,7533523
TRN03	15,1341832	41,7583329
TRN04	15,1480929	41,7583206
TRN05	15,1579445	41,7385370
TRN06	15,1318711	41,7525791
TRN07	15,1832346	41,7592473
TRN08	15,1662730	41,7638712

L'accesso al sito avverrà mediante strade esistenti a carattere nazionale e regionale partendo dal porto di Manfredonia (FG) fino ad arrivare all'area di progetto. Successivamente, le principali strade provinciali e comunali del territorio, in aggiunta alle piste appositamente create, permetteranno di collegare le singole piazzole di ciascuna torre con la viabilità pubblica esistente (Figura 1.2).

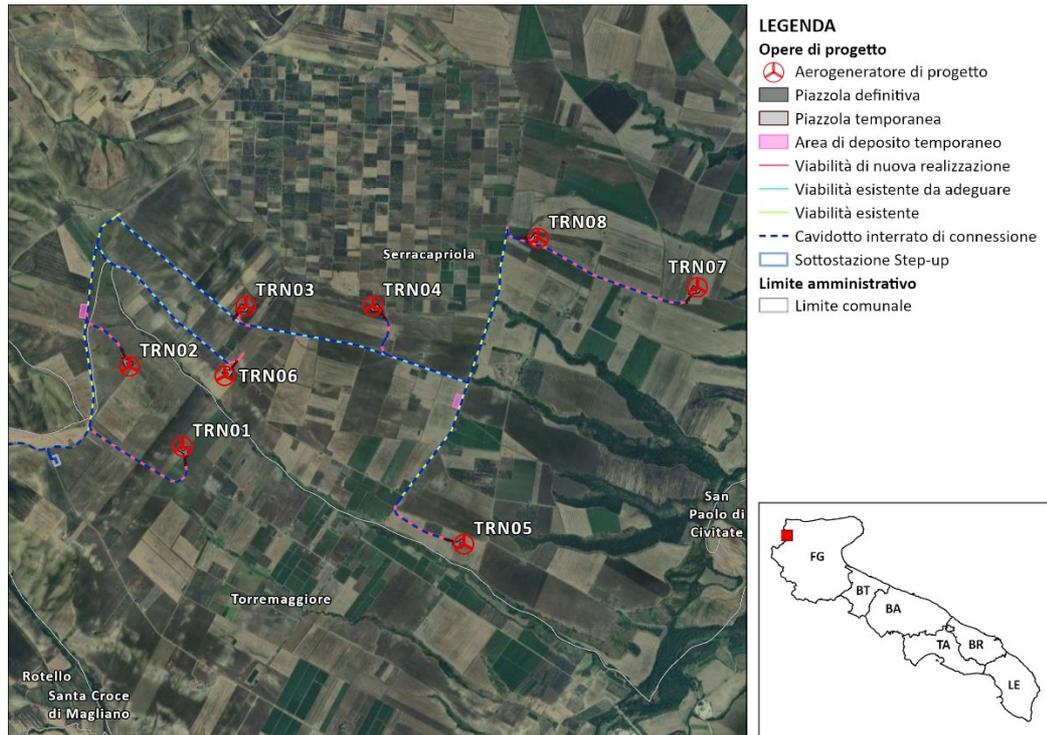


Figura 1.2 Inquadramento della viabilità di progetto



2. STATO DI PROGETTO

I principali componenti dell'impianto risultano essere:

- i generatori eolici;
- le linee elettriche MT (30 kV) in cavo interrato, che collegano gli aerogeneratori tra loro e con la cabina MT Step-UP
- cabina di connessione 36 kV all'interno della Stazione Step-up 30/36 kV;
- linea elettrica a 36 kV in cavo interrato che collegherà la cabina di connessione all'ampliamento 36 kV della SE Terna "Rotello".

Ogni aerogeneratore produrrà energia elettrica alla tensione di 800 V ca. (tensione di uscita del convertitore statico).

All'interno di ciascuna torre è installato un trasformatore 0,8/30 kV che provvederà all'innalzamento della tensione a 30 kV. L'energia sarà quindi convogliata mediante linea elettrica interrata a 30 kV verso la cabina di smistamento per il successivo convogliamento verso la cabina di connessione per poi essere immessa in rete attraverso il punto di inserimento in stazione Terna.

È stata predisposta la possibilità di inserire un trasformatore elevatore 30/36 kV all'interno dell'area di costruzione della cabina di Connessione e MT (step up) al fine di consentire la fruibilità dell'impianto a un livello di tensione 36 kV, tale possibilità andrà valutata ed eventualmente integrata nelle successive fasi progettuali sulla base delle tecnologie disponibili sul mercato al momento della realizzazione dell'impianto.

Nel suo complesso, l'opera in oggetto si inserisce nel contesto nazionale ed internazionale come uno dei mezzi per contribuire a ridurre le emissioni atmosferiche nocive come previsto dal Protocollo di Kyoto del 1997 che anche l'Italia, come tutti i paesi della Comunità Europea, ha ratificato.

Il sito scelto, in tale contesto, viene a ricadere in aree naturalmente predisposte a tale utilizzo e quindi ottimali per un razionale sviluppo nel settore rinnovabile.

Lo sviluppo di tali fonti di approvvigionamento energetico, quindi, oltre a contribuire all'incremento dello stesso approvvigionamento ed alla diversificazione delle fonti, favorisce l'occupazione e il coinvolgimento delle realtà locali riducendo l'impatto sull'ambiente legato al tradizionale ciclo di produzione energetica.

Le turbine utilizzano un sistema di potenza basato su di un generatore a magneti permanenti del convertitore. Con queste caratteristiche la turbina eolica è in grado di lavorare anche a velocità variabile mantenendo una potenza in prossimità di quella nominale anche in caso di vento forte. Alle basse velocità del vento, il sistema consente di lavorare massimizzando la potenza erogata alla velocità ottimale del rotore e l'opportuno angolo di inclinazione delle pale.

2.1 COMPONENTI MECCANICHE

Le macchine eoliche che si prevede di installare sono riferibili, per caratteristiche e tipologiche e dimensionali, ad un modello generico di turbina della potenza nominale di 6,6 MW.

Gli aerogeneratori sono costituiti da tre elementi principali:

- una torre di sostegno;
- un rotore a tre pale;
- una navicella con gli organi meccanici di trasmissione.

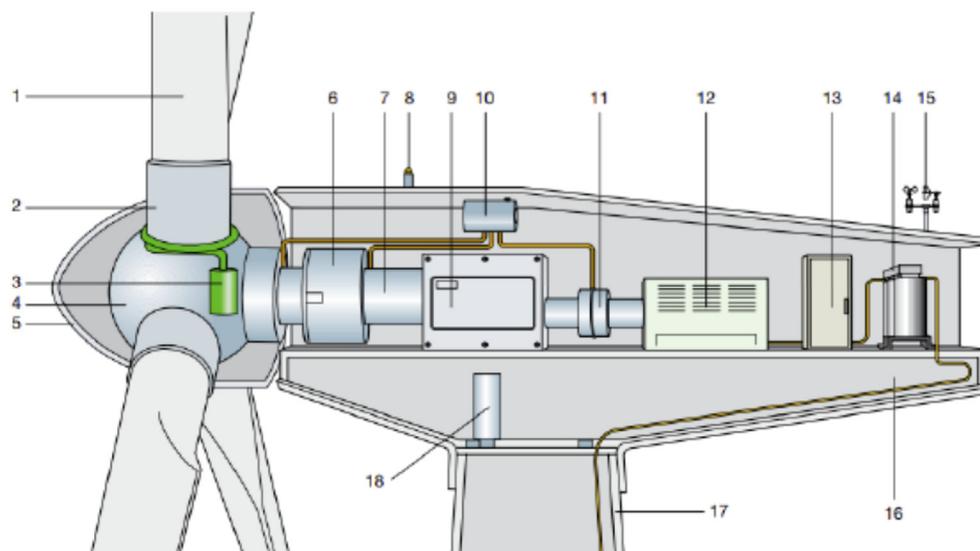


Figura 2.1: schema navicella aerogeneratore

1. Pala
2. Supporto della pala
3. Attuatore dell'angolo di Pitch
4. Mozzo
5. Ogiva
6. Supporto principale
7. Albero principale
8. Luci di segnalazione aerea
9. Moltiplicatore di giri
10. Dispositivi idraulici di raffreddamento.
11. Freni meccanici
12. Generatore
13. Convertitore di potenza e dispositivi elettrici di controllo, di protezione e sezionamento
14. Trasformatore
15. Anemometri
16. Struttura della navicella
17. Torre di sostegno
18. Organo di azionamento dell'imbardata

La turbina eolica attraverso le pale e il rotore converte l'energia cinetica dal vento in energia meccanica, attraverso il generatore invece converte l'energia meccanica in energia elettrica.

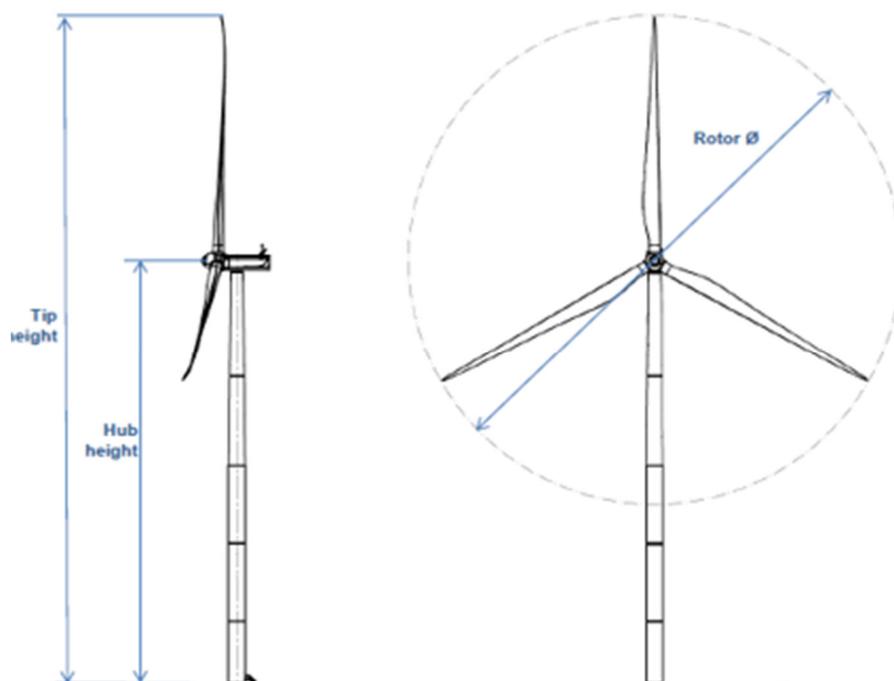
L'energia elettrica in uscita dal generatore è in bassa tensione (800 V) e viene trasformata in media tensione a 30 kV attraverso un trasformatore elevatore. Tale trasformazione risulta necessaria per limitare le perdite all'interno dell'impianto e consentire l'immissione della maggiore potenza possibile sul punto di connessione.

Il sistema di conversione ed il trasformatore possono essere inseriti direttamente nella navicella oppure essere posizionati alla base della torre.

L'installazione del trasformatore nella navicella consente il bilanciamento del peso del rotore, mentre il posizionamento alla base permette di ridurre le dimensioni ed il peso della navicella.

Ciascun aerogeneratore è sostenuto da una torre tubolare di forma tronco-conica in acciaio zincato ad alta resistenza, formata da tronchi o sezioni.

Le caratteristiche geometriche e caratteristiche tecniche principali sono illustrate per una generica WTG e riportate in sintesi nella Figura 2.2.



Tip height=220m; hub height=135m; rotor diameter=175m; blade length= 86m.

Figura 2.2 - Struttura aerogeneratore

2.2 LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà innalzata al livello di tensione 30 kV e convogliata verso la cabina MT Step-Up, in seguito, tramite un trasformatore Step-Up 30/36 kV della potenza nominale di 60/65 MVA ONAN/ONAF, sarà innalzata al livello di tensione 36 kV e inoltrata verso la cabina di connessione ed in fine verso l'ampliamento 36 kV della SE Terna "Rotello" dove sarà elevata ulteriormente ed immessa nella RTN.

I collegamenti tra il parco eolico e la cabina MT Step-Up, avverranno tramite linee elettriche interrato esercite a 30 kV, ubicate sfruttando per quanto possibile la rete stradale esistente ovvero lungo la rete viaria da adeguare/realizzare ex novo nell'ambito del presente progetto. Mentre, come già accennato, il collegamento finale tra la Cabina di connessione 36 kV e la RTN avverrà tramite un cavidotto interrato esercito a 36 kV

Sia La rete elettrica MT che quella a 36 kV saranno realizzate con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto delle stesse sull'ambiente, assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.



Il tracciato planimetrico della rete, lo schema unifilare dove sono evidenziate la lunghezza e la sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo e la modalità e le caratteristiche di posa interrata sono mostrate nelle tavole del progetto allegate.

Per il collegamento degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di linee del tipo "entra-esce".

I cavi verranno posati ad una profondità di circa 120 cm, con protezione meccanica supplementare il CLS (magrone) e nastro segnalatore.

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza variabile tra circa 80 e 144 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di rame della rete equipotenziale.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;
- posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;
- eventuale rinterro parziale con strato di sabbia vagliata;
- posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;
- posa dei tegoli protettivi;
- rinterro parziale con terreno di scavo e/o sabbia vagliata;
- posa nastro monitore;
- rinterro complessivo con ripristino della superficie originaria;
- apposizione di paletti di segnalazione presenza cavo nei tratti non coincidenti con la viabilità.

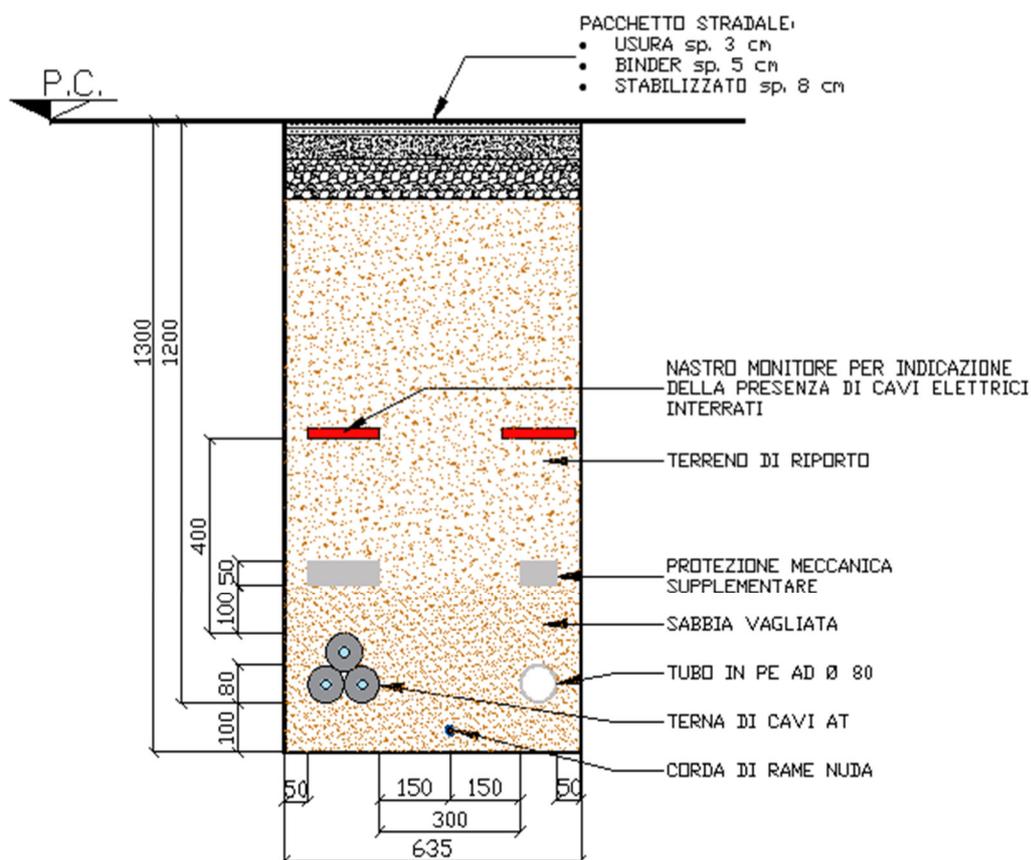


Figura 2.3: Sezione tipo posa cavidotti per le linee MT e 36 kV

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di 2 cabine elettriche a livello di tensione rispettivamente di 36 kV e 30 kV, tra le quali verrà posto un Trasformatore Step-Up 3/36 kV. Dalla cabina MT Step-up 30 kV si dipartiranno poi 2 rami (cluster) verso le singole WTG collegate in configurazione entra-esce come da seguente tabella:

Tabella 2.1: Configurazione cluster

ID.	WTG	CLUSTER	MODELLO	POTENZA (KW)
1	TRN 01	1	generico	6600
2	TRN 02	1	generico	6600
3	TRN 06	1	generico	6600
4	TRN 03	1	generico	6600
5	TRN 04	2	generico	6600
6	TRN 05	2	generico	6600
7	TRN 08	2	generico	6600
8	TRN 07	2	generico	6600

Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto, è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto eolico nonché dei suoi elementi.



I cluster nel quale è elettricamente suddiviso l'intero impianto saranno connessi alla cabina MT Step-Up" a 30 kV tramite linee interrate costituite da cavi in alluminio tipo ARE4H5E 18/30 kV (con livello di isolamento fino a 36 kV). La connessione della Cabina di connessione 36 kV alla RTN avverrà tramite linee interrate costituite da cavi in rame tipo RG7H1R a 26/45 kV.



3. RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BASSA TENSIONE

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 60364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).



- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

3.2 NORME DI RIFERIMENTO OLTRE I 30 KV

- 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 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.
- Allegato A2 Codice di rete Terna – Rev. 02 - Guida agli schemi di connessione, introduzione dello standard di connessione a 36 kV – 20 Ottobre 2021.
- Allegato A17 Codice di rete Terna – Centrali eoliche - Condizioni generali di connessione alle reti AT - Sistemi di protezione regolazione e controllo – 21 Marzo 2023.

4. CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO

4.1 ELEMENTI RELATIVI ALLA CONNESSIONE

La proponente ha richiesto la soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione a Terna S.p.A.; tale soluzione prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV di Rotello. Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione

L'impianto eolico sarà connesso in antenna a 36 kV alla Stazione Elettrica di riferimento RTN mediante una linea di connessione interrata a 36 kV della lunghezza di circa 7,5 km. Relativamente alla connessione ed agli impianti interni al parco eolico sono stati previsti i seguenti parametri di dimensionamento:

- tensione di esercizio: 36 kV;
- corrente nominale: circa 1250 A;
- frequenza di esercizio: 50 Hz;
- massima corrente di cortocircuito sulla sbarra 36 kV: < 25 kA;

A valle del punto di connessione saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura utili alla connessione a regola d'arte e in sicurezza dell'impianto eolico. Inoltre tutti gli elementi dovranno essere dimensionati per la massima corrente di cortocircuito sulla sbarra 36 kV (prevista di valore non superiore a 25 kA).

4.2 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \phi} \quad (1)$$

nella quale:

- $k_{ca}=1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi e corrente continua;
- $k_{ca}=1,73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \phi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$I_1 = I_b \cdot e^{-j\phi} = I_b \cdot (\cos \phi - j \sin \phi) \quad (2)$$

$$I_2 = I_b \cdot e^{-j(\phi - \frac{2\pi}{3})} = I_b \cdot \left(\cos \left(\phi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\phi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \quad (3)$$

$$I_3 = I_b \cdot e^{-j(\phi - \frac{4\pi}{3})} = I_b \cdot \left(\cos \left(\phi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\phi - \frac{4\pi}{3} \right) \right) \quad (4)$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:



$$V_n = V_n + j0 \quad (5)$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff} \quad (6)$$

nella quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle ($\sum P_n$ a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \phi \quad (7)$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ($\sum Q_d$ a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \phi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right) \quad (8)$$

4.3 ARMONICHE

Le utenze terminali e le distribuzioni, come gli UPS e i Convertitori, possono possedere un profilo armonico che descrive le caratteristiche distorcenti di una apparecchiatura elettrica.

Sono gestite le armoniche fino alla 21°, ossia fino alla frequenza di 1050 Hz (per un sistema elettrico a 50Hz).

Le armoniche prodotte da tutte le utenze distorcenti sono propagate da valle a monte come le correnti alla frequenza fondamentale, seguendo il 'cammino' dettato dalle impedenze delle linee, delle forniture, generatori, motori e non meno importanti i carichi capacitivi, che possono assorbire elevate correnti armoniche.

Gestito il passaggio delle armoniche attraverso i trasformatori (in particolare vengono bloccate le terze armoniche (omopolari) nei trasformatori Dyn11). Le armoniche, al pari della fondamentale, sono gestite in formato vettoriale, perciò durante la propagazione sono sommate con altre correnti di pari ordine vettorialmente.

Gestito il passaggio delle armoniche attraverso gli UPS, in particolare per tener conto del By-Pass che, se attivo, lascia passare le armoniche provenienti da valle. Gestite anche le armoniche proprie dell'UPS (tarate in funzione della potenza che sta assorbendo il raddrizzatore).

Vengono calcolate le correnti distorte I_{bTHD} di impiego e I_{nTHD} di neutro, oltre al fattore di distorsione THD%.

La corrente I_{bTHD} è la massima tra le fasi:



$$I_{b\text{THD}} = \max_{f=1,2,3} \left(\sqrt{\sum_{h=1}^{21} I_{f,h}^2} \right) \quad (9)$$

con f il numero delle fasi dell'utenza e h l'ordine di armonica.

Molto importante è la corrente distorta circolante nel neutro, in quanto essa porta le armoniche omopolari multiple di 3, che hanno la caratteristica di sommarsi algebricamente e di diventare facilmente dell'ordine di grandezza delle correnti di fase.

$$I_{n\text{THD}} = \max \left(\sqrt{\sum_{h=1}^{21} I_{n,h}^2} \right) \quad (10)$$

Il fattore di distorsione fornisce un parametro riassuntivo del grado di distorsione delle correnti che circolano nella linea, e viene calcolato tramite la formula:

$$\text{THD}\% = \frac{100 \times \sqrt{I_{b\text{THD}}^2 - I_f^2}}{I_f} \quad (11)$$

I valori delle correnti distorte sono utilizzati per calcolare i seguenti parametri:

- calcolo della sezione del neutro per utenze 3F+N;
- calcolo temperatura cavi alla $I_{b\text{THD}}$;
- calcolo sovratemperatura quadri alla $I_{b\text{THD}}$;
- verifica delle portate e delle protezioni in funzione delle correnti distorte.

4.4 DIMENSIONAMENTO CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$\begin{aligned} \text{a) } & I_b \leq I_n \leq I_z \\ \text{b) } & I_f \leq 1,45 \cdot I_z \end{aligned} \quad (12)$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z,\text{min}} = \frac{I_n}{k} \quad (13)$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z,min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1,45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

4.5 INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \quad (14)$$

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7: K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie L nudo: K = 200
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie H nudo: K = 200
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7: K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 176
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 143



- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 143
- Cavo in rame serie H nudo: K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 95
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 110
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7: K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie H nudo: K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 76
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7: K = 94

4.6 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{array}{ll} S_f < 16 \text{ mm}^2 & S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2 & S_n = 16 \text{ mm}^2 \\ S_f > 35 \text{ mm}^2 & S_n = S_f/2 \end{array} \quad (15)$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

4.7 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16 \text{ mm}^2 & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2 & \quad S_{PE} = 16 \text{ mm}^2 \\ S_f > 35 \text{ mm}^2 & \quad S_{PE} = S_f/2 \end{aligned} \quad (16)$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K} \quad (17)$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

È possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

4.8 CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:



$$\begin{aligned} T_{\text{cavo}}(I_b) &= T_{\text{amb}} + \left(\alpha_{\text{cavo}} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right) \\ T_{\text{cavo}}(I_n) &= T_{\text{amb}} + \left(\alpha_{\text{cavo}} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

4.9 CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$\text{c.d.t.}(I_b) = \max \left(\left| \sum_{i=1}^k Z_{f_i} \cdot I_{f_i} - Z_{h_i} \cdot I_{h_i} \right| \right) \quad (19)$$

- con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;
- con n che rappresenta il conduttore di neutro;
- con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$\text{c.d.t.}(I_b)\% = k_{\text{cdt}} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{\text{cavo}} \cdot \cos \phi + X_{\text{cavo}} \cdot \sin \phi) \cdot \frac{100}{V} \quad (20)$$

con:

- $k_{\text{cdt}}=2$ per sistemi monofase;
- $k_{\text{cdt}}=1,73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta:

$$X'_{\text{cavo}} = \frac{f}{50} \cdot X_{\text{cavo}} \quad (21)$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.



Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea. In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

4.10 TRASFORMATORI

Tutti i trasformatori all'interno delle WTG di impianto saranno regolati e azionati secondo una logica di avviamento e funzionamento che limiti le correnti di energizzazione e che consenta una corretta regolazione delle protezioni.

All'interno dell'impianto sarà presente una tipologia di trasformatori abbinati delle WTG in progetto; saranno inoltre presenti i trasformatori (sia all'interno delle WTG che all'interno delle due cabine a 36 kV) per l'alimentazione dei carichi ausiliari di impianto. Di seguito un elenco dei trasformatori in progetto:

- *Trasformatore elevatore 36/30 kV 60000 kVA (ONAN) 65000 kVA (ONAF) a due avvolgimenti o a singolo secondario (YNd11): ipotizzato per consentire la fruibilità dell'impianto ad un livello di tensione MT (ipotesi da verificare e integrare sulla base delle tecnologie presenti sul mercato al momento della realizzazione dell'impianto);*
- *Trasformatore elevatore 0,80/30 kV 6600 kVA a tre avvolgimenti o a doppio secondario (Dy11y11): utilizzato nelle WTG di taglia 6600 kW;*
- *Trasformatore 36/0,4 kV e 30/0,4 kV (Dy) con potenza nominale 160 kVA per l'alimentazione dei carichi ausiliari all'interno delle cabine MT Step-Up e Connessione.*

Tutti i trasformatori sopracitati saranno raffreddati a secco con avvolgimenti inglobati in resina epossidica e saranno autoestinguenti, resistenti alle variazioni climatiche e resistenti all'inquinamento atmosferico e all'umidità.

5. STUDIO DI CORTOCIRCUITO

5.1 STATO DEL NEUTRO DI IMPIANTO

Come già descritto nei paragrafi precedenti, l'impianto eolico sarà così configurato:

- **Livello tensione 36 kV:** connessione a 36 kV in Stazione elettrica Terna RTN; linea di connessione a 36 kV verso la cabina di connessione.

Inoltre all'interno dell'area di impianto:

- **Livello tensione 30 kV:** Distribuzione interna a 30 kV a neutro isolato nei tratti compresi tra la cabina MT Step-UP e le singole WTG;
- **Livello BT (800 V_{ac}):** Distribuzione fino a 1000 V_{ac} interna alla WTG con distribuzione trifase + neutro TN-S.

Le informazioni considerate in merito alla corrente di guasto verso terra 36 kV e al relativo tempo di intervento sono (comunicate nell'allegato A17 del codice di rete Terna):

- Massima corrente di guasto trifase (Ik): < 25 kA – 1 s
- Massima corrente di guasto monofase verso terra (IF): < 0,15 kA
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto monofase a terra: 0,2 s

In merito alla risoluzione del guasto con il solo impianto di terra andranno verificate le tensioni di contatto per individuare le aree più a rischio dell'impianto.

5.2 CALCOLO DEI GUASTI

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase-terra (disimmetrico);
- guasto fase-neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti dall'utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

5.2.1 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:



$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right) \quad (22)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50} \quad (23)$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti dall'utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \quad (24)$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50} \quad (25)$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned} \quad (26)$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cPE} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE} \\ X_{0cPE} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned} \quad (27)$$

Dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$\begin{aligned} R_{0bN} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbN} \\ X_{0bN} &= 3 \cdot X_{db} \end{aligned} \quad (28)$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$\begin{aligned} R_{0bPE} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE} \\ X_{0bPE} &= 3 \cdot X_{dc} \cdot (X_{b-ring} - X_{db}) \end{aligned} \quad (29)$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, dall'utenza a monte, espressi in mΩ:



$$\begin{aligned}
 R_d &= R_{dc} + R_{d-up} \\
 X_d &= X_{dc} + X_{d-up} \\
 R_{ON} &= R_{OcN} + R_{ON-up} \\
 X_{ON} &= X_{OcN} + X_{ON-up} \\
 R_{OPE} &= R_{OcPE} + R_{OPE-up} \\
 X_{OPE} &= X_{OcPE} + X_{OPE-up}
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire sbarra a cavo.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k,min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2} \tag{31}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N,min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{ON})^2 + (2 \cdot X_d + X_{ON})^2} \tag{32}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE,min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{OPE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{OPE})^2} \tag{33}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase $I_{k,max}$, fase neutro $I_{k1N,max}$, fase terra $I_{k1PE,max}$ e bifase $I_{k2,max}$ espresse in kA:

$$\begin{aligned}
 I_{k,max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k,min}} \\
 I_{k1N,max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N,min}} \\
 I_{k1PE,max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE,min}} \\
 I_{k2,max} &= \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k,min}}
 \end{aligned}
 \tag{34}$$

Infine, dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$\begin{aligned}
 I_p &= k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k,max} \\
 I_{p1N} &= k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N,max} \\
 I_{p1PE} &= k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE,max} \\
 I_{p2} &= k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2,max}
 \end{aligned}
 \tag{35}$$

dove:

$$k \approx 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{3R_d}{X_d}} \tag{36}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1,8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.



5.2.2 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{min} , che può essere 0.95 se $C_{max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{min} è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Tabella 5.1: Temperature dei cavi al variare del tipo di isolamento

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$\begin{aligned}
 R_{d,max} &= R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \\
 R_{0N,max} &= R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \\
 R_{0PE,max} &= R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)
 \end{aligned}
 \tag{37}$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$\begin{aligned}
 I_{k,min} &= \frac{0,95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k,min}} \\
 I_{k1N,min} &= \frac{0,95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N,min}} \\
 I_{k1PE,min} &= \frac{0,95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE,min}} \\
 I_{k2,min} &= \frac{0,95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k,min}}
 \end{aligned}
 \tag{38}$$

5.2.3 Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{Z_0 - \alpha Z_1}{Z_d Z_i + Z_d Z_0 + Z_i Z_0} \right| \quad (39)$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2,max} \quad (40)$$

5.2.4 Guasti monofasi a terra linee

Calcolo correnti omopolari a seguito di guasto fase-terra in circuiti di media-alta tensione.

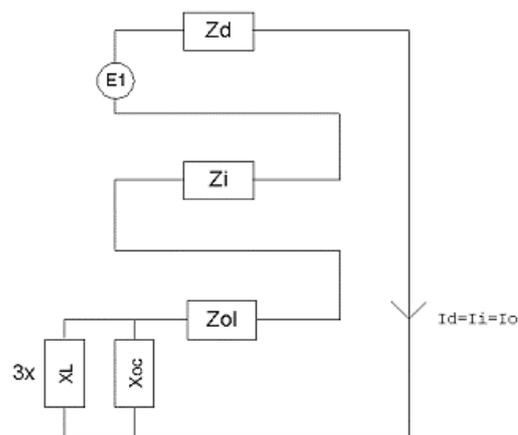
Il calcolo dei guasti a terra in reti di media e alta tensione coinvolge lo studio dell'effetto capacitivo della rete durante il regime di guasto.

Inoltre, le tecniche di determinazione delle linee guaste tramite relè varmetrici richiedono la conoscenza dei valori di corrente omopolare in funzione dei punti di guasto.

La nuova CEI 0-16 (e precedentemente la Enel DK5600), con l'introduzione del collegamento a terra del centro stella in media, richiede uno strumento per il dimensionamento della bobina di Petersen e il coordinamento delle protezioni degli utenti.

Per rispondere a tutte queste problematiche, Ampère Professional esegue il calcolo del regime di corrente omopolare a seguito di un guasto fase-terra.

Il modello di calcolo delle correnti omopolari, seguendo la teoria delle sequenze dirette, inverse e omopolari, per un guasto fase-terra è il seguente:

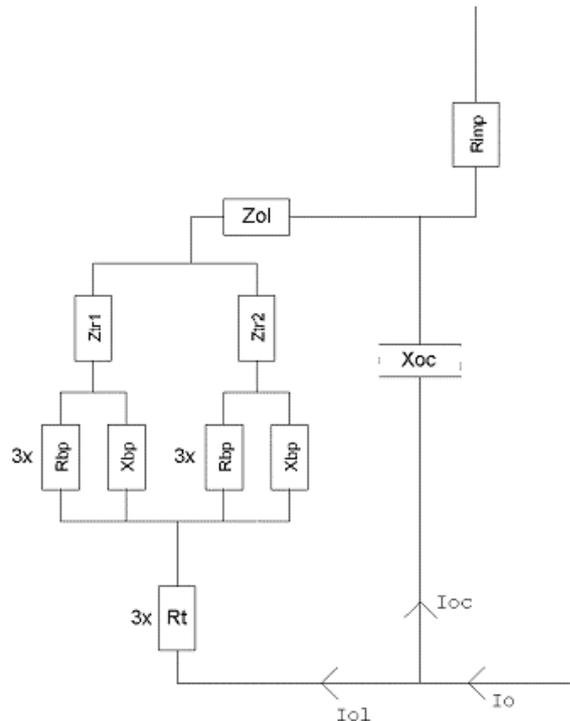


Con Z_d e Z_i si intendono le impedenze alle sequenze diretta ed inversa.

Per il calcolo dell'impedenza omopolare occorre considerare più elementi (vedi figura in basso, esempio con due trasformatori in parallelo):

- Z_{0l} : impedenza omopolare del tratto di linea dal punto di guasto fino al trasformatore a monte;
- Z_{tr} : impedenza omopolare del trasformatore (vista a secondario);
- Z_{bp} : ($R_{bp} + jX_{bp}$) impedenza bobina di Petersen, costituita da un resistore ed una induttanza in parallelo;

- R_t : resistenza di terra punto di collegamento a terra del centro stella del trasformatore;
- R_{imp} : resistenza per guasto a terra non franco;
- X_{oc} : reattanza capacitiva di tutta la rete appartenente alla stessa zona dell'utenza guasta e a valle dello stesso trasformatore.



Nota: il valore di X_{oc} è praticamente lo stesso per qualsiasi punto di guasto. Riferimenti: Lezioni di Impianti elettrici di Antonio Paolucci (Dipartimento Energia Elettrica Università di Padova) e CEI 11-37.

Per calcolare con buona approssimazione la X_{oc} , si utilizzano le due formule:

$$I_g = \frac{3 \cdot E}{X_{OC}} = (0,003 \cdot L_1 + 0,2 \cdot L_2) \cdot V_{kv} \quad (41)$$

dove I_g è la corrente di guasto a terra calcolata considerando la sola reattanza capacitiva nella prima formula, mentre nella seconda è riportato il suo valore se si è a conoscenza delle lunghezze (in km) di rete aerea L_1 ed in cavo L_2 della rete in media. V_{kv} è il valore di tensione nominale concatenata espressa in kV.

Uguagliando le due formule, ed esplicitando per X_{oc} si ottiene:

$$X_{OC} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^9}{(0,003 \cdot L_1 + 0,2 \cdot L_2)} \cdot \frac{f_0}{f} \quad (42)$$

con L_1 e L_2 espresse in metri, X_{oc} espressa in mohm, $f_0 = 50$ Hz e f la frequenza di lavoro.

Calcolata la corrente di guasto omopolare I_o , secondo lo schema riportato nella figura precedente, rispetto a tutti i punti di guasto (valle delle utenze), si deve calcolare come essa si ripartisce nella rete e quanta viene vista da ogni protezione omopolare 67N distribuita nella rete.

Per prima cosa la I_o va ripartita in due correnti: I_{oc} per la X_{oc} , l'altra (I_{ol}) per il centro stella del trasformatore attraverso la bobina di Petersen.

Poi, la I_{ol} viene suddivisa tra gli eventuali trasformatori in parallelo, proporzionalmente alla potenza.

La I_{oc} , essendo la corrente capacitiva che si richiude attraverso le capacità della rete, va suddivisa tra le utenze in cavo o aeree in media proporzionalmente alla capacità di ognuna (condensatori in parallelo).

Per ora non si tiene conto dei fattori di riduzione relativi a funi di guardia delle linee elettriche aeree e degli schermi metallici dei cavi sotterranei.

Tali fattori determinerebbero una riduzione della corrente I_{oc} e I_{ol} in quanto esisterebbe una terza componente nella I_o che si richiude attraverso questi elementi.

5.3 SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dall'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

5.4 VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma CEI 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);

la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2 \quad (43)$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI 64_8 al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

Le intersezioni sono due:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
- $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$.



- L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
- $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K^2S^2 e la I_z dello stesso.

La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

5.5 VERIFICA DI SELETTIVITÀ

È verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).

Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).

Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.



6. CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTO DI TERRA

Lo scopo di questa sezione è riportare un calcolo preliminare del sistema di terra relativo al parco eolico. Sarà realizzato un nuovo impianto di terra che nel suo complesso dovrà risultare un unico elemento equipotenziale in tutti i suoi punti; perciò, tutte le strutture e parti metalliche presenti nel sito dovranno essere connesse ad esso contemporaneamente.

6.1 DEFINIZIONI

- **Elettrodo ausiliario di terra:** elettrodo di terra con determinati vincoli progettuali/operativi. La sua funzione primaria può essere diversa dal condurre le correnti di guasto verso terra;
- **Elettrodo di terra:** conduttore interrato e usato per disperdere le correnti di guasto verso terra;
- **Elettrodo di terra primario:** elettrodo di terra progettato o adattato per scaricare le correnti di guasto verso terra secondo precisi profili di scarica richiesti (anche in maniera implicita) dal progetto di impianto;
- **Ground mat:** piastra metallica solida o sistema di conduttori nudi ravvicinati interconnessi tra loro e posizionati a basse profondità al di sopra di una rete di terra esistente al fine di introdurre una misura di protezione aggiuntiva, minimizzando il pericolo di esposizione a gradienti di tensione troppo elevati in luoghi in cui è segnalata un'elevata presenza di persone. Tipologie comuni di ground mat prevedono l'installazione di griglie metalliche sopra la superficie del terreno o immediatamente sotto la superficie;
- **Ground potential rise (GPR):** è il massimo potenziale che può instaurarsi tra la rete di terra e un punto posto a una certa distanza identificato come terra remota. Tale potenziale è calcolato attraverso il prodotto tra la massima corrente di guasto verso terra e la resistenza di terra del sistema. In condizioni normali, le apparecchiature elettriche messe a terra funzionano con un potenziale rispetto a quello della terra remota praticamente nullo; durante un guasto a terra, la parte di corrente di guasto dispersa verso terra provoca un aumento del potenziale del sistema di terra rispetto alla terra remota;
- **Rete di terra:** sistema orizzontale di elettrodi di terra che consiste in un numero di sbarre conduttrici interrate interconnesse fra loro. Fornisce un riferimento di tensione comune per dispositivi elettrici e strutture metalliche; inoltre limita i gradienti di tensione per tutta l'estensione della stessa. Normalmente la rete orizzontale è integrata con un certo numero di picchetti di terra e con gli elettrodi ausiliari di terra al fine di ridurre ulteriormente la resistenza totale di terra;
- **Sistema di terra:** comprende tutte le strutture di terra interconnesse in una specifica area;
- **Tensione di contatto:** differenza di potenziale tra il GPR e il potenziale del punto o superficie in cui una persona è contemporaneamente in piedi e a contatto con una struttura messa a terra;
- **Tensione di contatto metal-to-metal:** differenza di potenziale che si può creare tra due oggetti o strutture metalliche di cui una persona può entrare a contatto contemporaneamente con mani o piedi;
- **Tensione di maglia:** è la massima tensione che si può instaurare all'interno di una maglia della rete di terra;
- **Tensioni di passo:** La differenza di potenziale in un tratto convenzionale di un metro corrispondente alla distanza che una persona può colmare con i piedi senza.

6.2 INFORMAZIONI PRELIMINARI

Come già descritto nei paragrafi precedenti, il parco eolico sarà così configurato:

- **Livello tensione 36 kV:** connessione a 36 kV in Stazione elettrica Terna RTN; linea di connessione a 36 kV verso la cabina di connessione.

Inoltre all'interno dell'area di impianto:

- **Livello tensione 30 kV:** Distribuzione interna a 30 kV a neutro isolato nei tratti compresi tra la cabina di connessione e la cabina di smistamento e tra quest'ultima e le singole WTG;
- **Livello BT (800 V_{ac}):** Distribuzione fino a 1000 V_{ac} interna alle WTG con distribuzione trifase + neutro TN-S.

Le informazioni considerate in merito alla corrente di guasto verso terra 36 kV e al relativo tempo di intervento sono (comunicate nell'allegato A68 del codice di rete Terna):

- Massima corrente di guasto trifase (Ik): < 25 kA – 1 s
- Massima corrente di guasto monofase verso terra (If): < 0,15 kA
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto monofase a terra: 0,2 s

In merito alla risoluzione del guasto con il solo impianto di terra andranno verificate le tensioni di contatto per individuare le aree più a rischio dell'impianto.

La resistività del terreno alla profondità di posa dell'impianto di terra dovrà essere determinata nelle successive fasi progettuali attraverso un'indagine geotecnica; verrà ipotizzato per il sito in esame un valore di resistività pari a circa 200 Ωm

Considerando i dati citati, il tempo di intervento impone un limite al massimo gradiente di tensione interno al sito pari a 50 V per un tempo di guasto a terra > 10 s (CEI EN 50522, Fig.4).

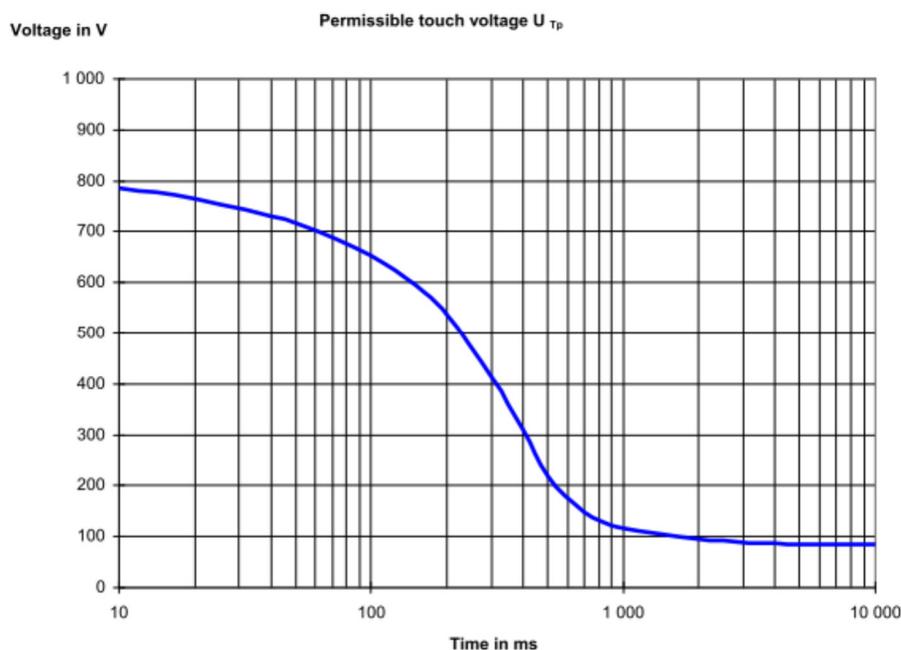


Figura 6.1: Massima tensione ammissibile (CEI EN 50522, Fig.4)

Tale limite, confrontato con la tensione totale di terra U_T (cioè con il GPR) impone una resistenza di terra minima di progetto R_T per la risoluzione dei guasti 36 kV di:

$$R_T = U_T / I_G = 50 / 150 = 0,33 \Omega \quad (44)$$

A servizio dell'impianto verrà realizzato un nuovo impianto di terra, pertanto prima di procedere alla realizzazione dello stesso, occorrerà verificare la natura del suolo e la resistività.

Quest'ultima è influenzata da diversi fattori quali:

- Tipo di terreno,
- Stratificazione;
- Temperatura;
- Composizione chimica e concentrazione di sali disciolti;
- Presenza di metalli e/o tubazioni in cls;
- Umidità del terreno.

L'obiettivo ideale è ottenere una resistenza di terra tale per cui qualsiasi guasto verso terra interno all'impianto non generi tensioni pericolose per le persone.

Si è stimata una resistività del terreno pari a 200 Ωm

L'estensione dell'impianto di terra dovrà essere realizzata attraverso una griglia di dispersori disposti orizzontalmente e chiusi ad anello; tale griglia dovrà ricoprire l'intera area di impianto.

Il dispersore utilizzato dovrà essere corda di rame nuda con una sezione minima pari a:

$$S_{\min} = \sqrt{\frac{I^2 \cdot t}{K_c^2}} = \sqrt{\frac{25.000^2 \cdot 0,2}{228^2}} \ll 50 \text{ mm}^2 \quad (45)$$

Dove:

- I è la massima corrente di guasto verso terra lato AT espressa in Ampère;
- t è il tempo di intervento della protezione AT in secondi
- K_c è il coefficiente per conduttori nudi non in contatto con materiali danneggiabili (per range di temperatura 30-500°C);

Sebbene S_{\min} risulti molto piccola, in questa fase di progettazione preliminare, si è scelta una sezione minima 70 mm^2 .

Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi AT; l'area di impianto così magliata, dovrà essere poi chiusa ad anello.

Verranno collegati alla rete di terra anche le torri delle WTG attra verso apposita rete magliata affondata nelle fondazioni del singolo aerogeneratore. In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra. In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei moduli di almeno 5 metri.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze sono inferiori ai 1000 Ω allora occorre collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

Considerando l'estensione delle sezioni di impianto e la lunghezza dei loro lati, si è stimato il seguente valore di resistenza di terra impiegando un dispersore di tipo magliato secondo la seguente relazione:

$$R_T = \rho \cdot \left(\frac{1}{4 \cdot r} + \frac{1}{\sum l} \right) \quad (46)$$

Dove:

$$r = \sqrt{\frac{a \cdot b}{\pi}} \quad (47)$$

Tale calcolo, riferito alla fase definitiva di progetto, andrà eseguito in fase costruttiva facendo le dovute verifiche e misure in loco. A valle di quest'ultima e della realizzazione dell'impianto andranno in ogni caso eseguiti i rilievi delle tensioni di contatto all'interno dell'area al fine di individuare le aree soggette a maggior rischio (presenza di gradienti di tensione elevati).

6.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRECTI

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

La protezione dai contatti indiretti avrà come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ($U_T > 50$ V), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

La protezione contro i contatti indiretti, pur essendo eseguibile mediante impiego di dispositivi a massima corrente in quanto gli impianti sono realizzati con tipologia distributiva TN-S verrà comunque realizzata - al fine di rendere ancora più tempestivi gli interventi delle protezioni - mediante l'installazione di dispositivi a corrente differenziale installati a monte delle linee terminali e la connessione all'impianto di terra esistente. I conduttori di protezione saranno collegati all'impianto di terra globale mediante installazione di un conduttore PE che dalle barre di terra dei quadri collegherà tali masse e le masse estranee ivi presenti al collettore di terra generale di cabina.

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.

6.4 RISOLUZIONE GUASTO 36 kV

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in modo da garantire un valore di resistenza di terra pari a circa $R_t = 0,33 \Omega$ e che il guasto sia risolto dall'interruttore in un tempo > 10 s, al massimo gradiente di tensione interno al sito pari a 50 V (CEI EN 50522) il guasto verso terra è risolto se la massima corrente di guasto verso sarà mantenuta inferiore a:

$$I_g = \frac{50}{0,33} \cong 150 \text{ A} \quad (48)$$

Dove 50 V è la massima tensione ammissibile per un tempo pari superiore a 10 s e $0,33 \Omega$ è la resistenza di terra R_t posta come obiettivo di qualità.

La corrente massima di guasto calcolata risulta in linea con la corrente di guasto capacitiva massima ipotizzata, quale unica componente presente in un sistema a neutro isolato.

Infatti, una circostanza di guasto verso terra genera correnti capacitive che costituiscono un sistema equilibrato, genericamente di valore modesto, ma proporzionali al tipo e alla lunghezza della linea, cavo o aerea oltre alla tensione di linea.

Tipicamente la corrente ordinaria capacitiva I_{gcavo} per linee in cavo è data dalla formula:

$$I_{g,cavo} = V \cdot 0,2 \cdot L_{cavo} \quad (49)$$

Dove:

- V = tensione nominale della rete (kV)
- L_{cavo} = lunghezza totale delle linee in cavo (km). (interne all'impianto)

Per assicurare che la corrente di guasto sia pari a 150 A la somma delle lunghezze totali delle linee in cavo a 36 kV dovrà essere al massimo di 20 km. Nel caso in cui tale lunghezza dovesse superare il valore limite sarà necessario adeguare il valore minimo della resistenza dell'impianto di terra, tenendo presente che l'obiettivo è quello di mantenere la tensione residua pari al valore di 50 V

Nel caso in cui la corrente di guasto sia inferiore ai 150 A stimati, il guasto verso terra lato 36 kV risulta risolto.

Rimane confermata la necessità di effettuare la verifica delle tensioni di contatto su tutte le masse presenti in impianto con resistenza verso terra superiore a 1.000 Ω .

In relazione all'ipotesi di guasto, gli schermi dei cavi 36 kV dovranno essere messi a terra nel rispetto delle norme CEI.

6.5 RISOLUZIONE GUASTO MT

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in modo da garantire un valore di resistenza di terra pari a circa $R_t = 0,33 \Omega$ e che il guasto sia risolto dall'interruttore in un tempo > 10 s, al massimo gradiente di tensione interno al sito pari a 50 V (CEI EN 50522) il guasto verso terra è risolto se la massima corrente di guasto verso sarà mantenuta inferiore a:

$$I_g = \frac{50}{0,33} \cong 150 \text{ A} \quad (50)$$

Dove 50 V è la massima tensione ammissibile per un tempo pari superiore a 10 s e 0,33 Ω è la resistenza di terra R_t posta come obiettivo di qualità.

La corrente massima di guasto calcolata risulta in linea con la corrente di guasto capacitiva massima ipotizzata, quale unica componente presente in un sistema a neutro isolato.

Infatti, una circostanza di guasto verso terra genera correnti capacitive che costituiscono un sistema equilibrato, genericamente di valore modesto, ma proporzionali al tipo e alla lunghezza della linea, cavo o aerea oltre alla tensione di linea.

Tipicamente la corrente ordinaria capacitiva $I_{g,cavo}$ per linee in cavo è data dalla formula:

$$I_{g,cavo} = V \cdot 0,2 \cdot L_{cavo} \quad (51)$$

Dove:

- V = tensione nominale della rete (kV)
- L_{cavo} = lunghezza totale delle linee in cavo (km). (interne all'impianto)

Per assicurare che la corrente di guasto sia pari a 150 A la somma delle lunghezze totali delle linee in cavo a 30 kV dovrà essere al massimo di 25 km. Nel caso in cui tale lunghezza dovesse superare il valore limite sarà necessario adeguare il valore minimo della resistenza dell'impianto di terra, tenendo presente che l'obiettivo è quello di mantenere la tensione residua pari al valore di 50 V

Nel caso in cui la corrente di guasto sia inferiore ai 150 A stimati, il guasto verso terra MT risulta risolto.

Rimane confermata la necessità di effettuare la verifica delle tensioni di contatto su tutte le masse presenti in impianto con resistenza verso terra superiore a 1.000 Ω .



In relazione all'ipotesi di guasto, gli schermi dei cavi 30 kV dovranno essere messi a terra nel rispetto delle norme CEI.



7. SCARICHE ATMOSFERICHE

Per la verifica della protezione dell'impianto in oggetto contro le sovratensioni di origine atmosferica deve essere effettuata una valutazione del rischio che tiene conto di:

- Numero all'anno di fulmini su una determinate struttura o area;
- Probabilità che tale evento possa causare danni;
- Danno economico medio in relazione ai danni avvenuti.

La valutazione del rischio è quindi influenzata dalla tipologia di impianto di riferimento e dalle apparecchiature presenti al suo interno.

L'impianto in questione è composto quasi interamente da strutture metalliche collegate direttamente all'impianto di terra, per questo motivo il rischio da fulminazione è minimo. La configurazione dell'impianto adottata prevede l'utilizzo a tutti i livelli di tensione di scaricatori per la protezione dell'impianto contro le sovratensioni. L'impianto pertanto è definito autoprotetto.



8. ESTRATTO DI CALCOLO

Si riporta di seguito l'estratto di calcolo elettrico eseguito con il software "Ampère" by Electrographic

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN01-ARRIVO
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	26400 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	26400 kW	Pot. trasferita a monte:	31059 kVA
Potenza reattiva:	16361 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	597,7 A	Potenza disponibile:	1677 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	9,92 kA	I _{k2min} :	7,75 kA
I _{kv} max a valle:	9,92 kA	I _{k1ftmax} :	0,193 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	175,8 A	I _{p1ft} :	0,468 kA
I _k max:	9,92 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	24 kA	Z _k min:	1921 mohm
I _k min:	8,95 kA	Z _k max:	1935 mohm
I _{k2ftmax} :	8,59 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	20,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,74 kA	Z _{k1ftmin} :	98512 mohm
I _{k2max} :	8,59 kA	Z _{k1ftmax} :	98517 mohm
I _{p2} :	20,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN01-PARTENZA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	19800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	19800 kW	Pot. trasferita a monte:	23294 kVA
Potenza reattiva:	12271 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	448,3 A	Potenza disponibile:	9442 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10 ⁹ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,968 %
Lunghezza linea:	3250 m	Caduta di tensione totale a Ib:	1,4 %
Corrente ammissibile Iz:	659,4 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	57,7 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	84,8 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	448,3<=630<=659,4 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	9,92 kA	I _{k2min} :	6,42 kA
I _{kv} max a valle:	8,4 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,2 A	I _{p1ft} :	0,468 kA
I _k max:	8,4 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	24 kA	Z _k min:	2268 mohm
I _k min:	7,41 kA	Z _k max:	2337 mohm
I _{k2ftmax} :	7,29 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	20,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,4 kA	Z _{k1ftmin} :	98298 mohm
I _{k2max} :	7,28 kA	Z _{k1ftmax} :	98304 mohm
I _{p2} :	20,8 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	630 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _d :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN01-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	12990 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	5226 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	9,92 kA	I _{k2min} :	7,75 kA
I _{kv} max a valle:	9,92 kA	I _{k1ftmax} :	0,193 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	175,8 A	I _{p1ft} :	0,468 kA
I _k max:	9,92 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	24 kA	Z _k min:	1921 mohm
I _k min:	8,95 kA	Z _k max:	1935 mohm
I _{k2ftmax} :	8,59 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	20,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,74 kA	Z _{k1ftmin} :	98512 mohm
I _{k2max} :	8,59 kA	Z _{k1ftmax} :	98517 mohm
I _{p2} :	20,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdi:	n.d.
Corrente nominale protez.:	250 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN02-ARRIVO
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	19800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	19800 kW	Pot. trasferita a monte:	23294 kVA
Potenza reattiva:	12271 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	448,3 A	Potenza disponibile:	9442 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	8,4 kA	I _{k2min} :	6,42 kA
I _{kv} max a valle:	8,4 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,2 A	I _{p1ft} :	0,434 kA
I _k max:	8,4 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	18,8 kA	Z _k min:	2268 mohm
I _k min:	7,41 kA	Z _k max:	2337 mohm
I _{k2ftmax} :	7,29 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	16,3 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,4 kA	Z _{k1ftmin} :	98298 mohm
I _{k2max} :	7,28 kA	Z _{k1ftmax} :	98304 mohm
I _{p2} :	16,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRNO2-PARTENZA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	13200 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	13200 kW	Pot. trasferita a monte:	15529 kVA
Potenza reattiva:	8181 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	298,9 A	Potenza disponibile:	17206 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10 ⁹ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,675 %
Lunghezza linea:	3400 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,08 %
Corrente ammissibile Iz:	659,4 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	42,3 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	84,8 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	298,9<=630<=659,4 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	8,4 kA	I _{k2min} :	5,39 kA
I _{kv} max a valle:	7,22 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,6 A	I _{p1ft} :	0,434 kA
I _k max:	7,22 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	18,8 kA	Z _k min:	2637 mohm
I _k min:	6,22 kA	Z _k max:	2785 mohm
I _{k2ftmax} :	6,27 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	16,3 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	5,37 kA	Z _{k1ftmin} :	98074 mohm
I _{k2max} :	6,26 kA	Z _{k1ftmax} :	98081 mohm
I _{p2} :	16,3 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	630 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _d :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN02-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	12990 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	5226 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	8,4 kA	I _{k2min} :	6,42 kA
I _{kv} max a valle:	8,4 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,2 A	I _{p1ft} :	0,434 kA
I _k max:	8,4 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	18,8 kA	Z _k min:	2268 mohm
I _k min:	7,41 kA	Z _k max:	2337 mohm
I _{k2ftmax} :	7,29 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	16,3 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,4 kA	Z _{k1ftmin} :	98298 mohm
I _{k2max} :	7,28 kA	Z _{k1ftmax} :	98304 mohm
I _{p2} :	16,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	250 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN06-ARRIVO
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	13200 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	13200 kW	Pot. trasferita a monte:	15529 kVA
Potenza reattiva:	8181 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	298,9 A	Potenza disponibile:	17206 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	7,22 kA	I _{k2min} :	5,39 kA
I _{kv} max a valle:	7,22 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,6 A	I _{p1ft} :	0,413 kA
I _k max:	7,22 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	15,3 kA	Z _k min:	2637 mohm
I _k min:	6,22 kA	Z _k max:	2785 mohm
I _{k2ftmax} :	6,27 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	13,3 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	5,37 kA	Z _{k1ftmin} :	98074 mohm
I _{k2max} :	6,26 kA	Z _{k1ftmax} :	98081 mohm
I _{p2} :	13,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRNO6-PARTENZA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	24971 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10 ⁹ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,407 %
Lunghezza linea:	4100 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,49 %
Corrente ammissibile Iz:	659,4 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	33,1 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	84,8 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	149,4<=630<=659,4 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	7,22 kA	I _{k2min} :	4,48 kA
I _{kv} max a valle:	6,17 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	177,1 A	I _{p1ft} :	0,413 kA
I _k max:	6,17 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	15,3 kA	Z _k min:	3090 mohm
I _k min:	5,17 kA	Z _k max:	3348 mohm
I _{k2ftmax} :	5,35 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	13,3 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,46 kA	Z _{k1ftmin} :	97804 mohm
I _{k2max} :	5,34 kA	Z _{k1ftmax} :	97813 mohm
I _{p2} :	13,3 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	630 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN06-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	12990 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	5226 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	7,22 kA	I _{k2min} :	5,39 kA
I _{kv} max a valle:	7,22 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,6 A	I _{p1ft} :	0,413 kA
I _k max:	7,22 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	15,3 kA	Z _k min:	2637 mohm
I _k min:	6,22 kA	Z _k max:	2785 mohm
I _{k2ftmax} :	6,27 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	13,3 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	5,37 kA	Z _{k1ftmin} :	98074 mohm
I _{k2max} :	6,26 kA	Z _{k1ftmax} :	98081 mohm
I _{p2} :	13,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdi:	n.d.
Corrente nominale protez.:	250 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN03-ARRIVO
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	24971 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,17 kA	I _{k2min} :	4,48 kA
I _{kv} max a valle:	6,17 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	177,1 A	I _{p1ft} :	0,396 kA
I _k max:	6,17 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	12,5 kA	Z _k min:	3090 mohm
I _k min:	5,17 kA	Z _k max:	3348 mohm
I _{k2ftmax} :	5,35 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	10,9 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,46 kA	Z _{k1ftmin} :	97804 mohm
I _{k2max} :	5,34 kA	Z _{k1ftmax} :	97813 mohm
I _{p2} :	10,9 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN03-PARTENZA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	0 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0 kW	Pot. trasferita a monte:	0 kVA
Potenza reattiva:	0 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	0 A	Potenza disponibile:	32736 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,17 kA	I _{k2min} :	4,46 kA
I _{kv} max a valle:	6,15 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	177,1 A	I _{p1ft} :	0,396 kA
I _k max:	6,15 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	12,5 kA	Z _k min:	3100 mohm
I _k min:	5,15 kA	Z _k max:	3362 mohm
I _{k2ftmax} :	5,34 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	10,9 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,44 kA	Z _{k1ftmin} :	97798 mohm
I _{k2max} :	5,32 kA	Z _{k1ftmax} :	97807 mohm
I _{p2} :	10,9 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	630 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG - TRN03-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	12990 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	5226 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,17 kA	I _{k2min} :	4,48 kA
I _{kv} max a valle:	6,17 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	177,1 A	I _{p1ft} :	0,396 kA
I _k max:	6,17 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	12,5 kA	Z _k min:	3090 mohm
I _k min:	5,17 kA	Z _k max:	3348 mohm
I _{k2ftmax} :	5,35 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	10,9 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,46 kA	Z _{k1ftmin} :	97804 mohm
I _{k2max} :	5,34 kA	Z _{k1ftmax} :	97813 mohm
I _{p2} :	10,9 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	250 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + AMPL SE TERNA.QAT - Terna-GENERALE CABINA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	52382 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	52382 kW	Pot. trasferita a monte:	61943 kVA
Potenza reattiva:	33061 kVAR	Potenza totale:	77942 kVA
Corrente di impiego Ib:	993,4 A	Potenza disponibile:	16000 kVA
Fattore di potenza:	0,846		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	25 kA	I _{k2min} :	19,7 kA
I _{kv} max a valle:	25 kA	I _{k1ftmax} :	0,151 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,5 A	I _{p1ft} :	0,373 kA
I _k max:	25 kA	I _{k1ftmin} :	0,137 kA
I _p :	61,7 kA	Z _k min:	914,5 mohm
I _k min:	22,7 kA	Z _k max:	914,5 mohm
I _{k2ftmax} :	21,7 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	53,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	19,7 kA	Z _{k1ftmin} :	151213 mohm
I _{k2max} :	21,7 kA	Z _{k1ftmax} :	151213 mohm
I _{p2} :	53,5 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	1250 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	1250 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + AMPL SE TERNA.QAT - Terna-PARTENZA CAB. CONN.
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	52382 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	52382 kW	Pot. trasferita a monte:	61943 kVA
Potenza reattiva:	33061 kVAR	Potenza totale:	77942 kVA
Corrente di impiego Ib:	993,4 A	Potenza disponibile:	16000 kVA
Fattore di potenza:	0,846		
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(2x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	RG7H1R 26/45 kV		
I solante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,837
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	3,246* 10 ¹⁰ A ² s
Materiale conduttore:	RAME	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,63 %
Lunghezza linea:	7500 m	Caduta di tensione totale a Ib:	1,63 %
Corrente ammissibile Iz:	1399 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	60,2 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	77,9 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	993,4 <= 1250 <= 1399 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	25 kA	I _{k2min} :	13,5 kA
I _{kv} max a valle:	17,5 kA	I _{k1ftmax} :	0,151 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,7 A	I _{p1ft} :	0,373 kA
I _k max:	17,5 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	61,7 kA	Z _k min:	1304 mohm
I _k min:	15,6 kA	Z _k max:	1329 mohm
I _{k2ftmax} :	15,2 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	53,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	13,5 kA	Z _{k1ftmin} :	150977 mohm
I _{k2max} :	15,2 kA	Z _{k1ftmax} :	150990 mohm
I _{p2} :	53,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N) + Contattore-67N		
Corrente nominale protez.:	1250 A	Taratura differenziale:	0 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + Cab. Connessione.QGEN 36 kV-GENERALE CABINA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	52382 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	52382 kW	Pot. trasferita a monte:	61943 kVA
Potenza reattiva:	33061 kVAR	Potenza totale:	39283 kVA
Corrente di impiego Ib:	993,4 A	Potenza disponibile:	-22660 kVA
Fattore di potenza:	0,846		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	17,5 kA	I _{k2min} :	13,5 kA
I _{kv} max a valle:	17,5 kA	I _{k1ftmax} :	0,151 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,7 A	I _{p1ft} :	0,344 kA
I _k max:	17,5 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	39,8 kA	Z _k min:	1304 mohm
I _k min:	15,6 kA	Z _k max:	1329 mohm
I _{k2ftmax} :	15,2 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	34,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	13,5 kA	Z _{k1ftmin} :	150977 mohm
I _{k2max} :	15,2 kA	Z _{k1ftmax} :	150990 mohm
I _{p2} :	34,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + Cab. Connessione.QGEN 36 kV-PARTENZA TR
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	52382 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	52382 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	33061 kVAR	Pot. trasferita a monte:	61943 kVA
Corrente di impiego Ib:	993,4 A	Potenza totale:	77942 kVA
Fattore di potenza:	0,846	Potenza disponibile:	16000 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(2x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	RG7H1R 26/45 kV		
I solante (fase+ neutro+ PE):	HEPR	Coefficiente di declassamento totale:	0,837
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	1,344* 10¹⁰A²s
Materiale conduttore:	RAME	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,005 %
Lunghezza linea:	20 m	Caduta di tensione totale a Ib:	1,63 %
Corrente ammissibile Iz:	1399 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	84,6 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	116,5 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	993,4 <= 1250 <= 1399 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	17,5 kA	I _{k2min} :	13,5 kA
I _{kv} max a valle:	17,5 kA	I _{k1ftmax} :	0,151 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,7 A	I _{p1ft} :	0,344 kA
I _k max:	17,5 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	39,8 kA	Z _k min:	1305 mohm
I _k min:	15,6 kA	Z _k max:	1330 mohm
I _{k2ftmax} :	15,2 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	34,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	13,5 kA	Z _{k1ftmin} :	150977 mohm
I _{k2max} :	15,2 kA	Z _{k1ftmax} :	150989 mohm
I _{p2} :	34,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N) + Contattore-67N		
Corrente nominale protez.:	1250 A	Taratura differenziale:	0 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + Cab. Connessione.QGEN 36 kV-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica con trasformatore		
Potenza nominale:	52804 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	0,992	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	52382 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	33061 kVAR	Pot. trasferita a monte:	61943 kVA
Corrente di impiego Ib:	993,4 A	Potenza totale:	77942 kVA
Fattore di potenza:	0,846	Potenza disponibile:	16000 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	17,5 kA	I _{p1ft} :	0,874 kA
I _{kv} max a valle:	12,8 kA	I _{k1ftmin} :	11,7 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	8290 A	I _{k1fnmax} :	12,8 kA
I _k max:	10,5 kA	I _{k1fnmin} :	11,7 kA
I _p :	39,8 kA	Z _k min:	1808 mohm
I _k min:	9,57 kA	Z _k max:	1809 mohm
I _{k2ftmax} :	12,5 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	34,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	10,8 kA	Z _{k1ftmin} :	1488 mohm
I _{k2max} :	9,13 kA	Z _{k1ftmax} :	1485 mohm
I _{p2} :	34,5 kA	Z _{k1fnmin} :	1487 mohm
I _{k2min} :	8,29 kA	Z _{k1fnmx} :	1484 mohm
I _{k1ftmax} :	12,8 kA		

Trasformatore

Tipo trasformatore:	Normale	Tensione di ctocto trasformatore V _{cc} :	6 %
Gruppo vettoriale:	Dyn11	Perdite a vuoto trasformatore P _{V0} :	4400 W
Potenza nominale trasformatore:	60000 kVA	Corrente a vuoto trasformatore I _{vo} :	1 %
Tensione primario:	36000 V	Rapporto I _{cc} /I _n :	8
Tensione secondario a vuoto:	30000 V	Tipo isolamento:	I n olio
Rapporto spire N1/N2:	1,2	Tensione totale di terra UE:	0V
Perdite di ctocto trasform. P _{cc} :	30500 W	Corrente di guasto a terra I _E :	151,4 A

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + Cab. Connessione.QGEN 36 kV-Protez.TRASFORMATORE
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	52800 kW	Sistema distribuzione:	Media
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	52800 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	32723 kVAR	Pot. trasferita a monte:	62118 kVA
Corrente di impiego Ib:	1195 A	Potenza totale:	64952 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	2834 kVA
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(2x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	1,344* 10¹⁰A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,008 %
Lunghezza linea:	20 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,008 %
Corrente ammissibile Iz:	1319 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	79,3 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	83,9 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	1195<=1250<=1319 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,5 kA	I _{k2min} :	8,28 kA
I _{kv} max a valle:	10,5 kA	I _{k1ftmax} :	0,193 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	175,7 A	I _{p1ft} :	0,484 kA
I _k max:	10,5 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	26,4 kA	Z _k min:	1809 mohm
I _k min:	9,57 kA	Z _k max:	1811 mohm
I _{k2ftmax} :	9,13 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	22,9 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	8,28 kA	Z _{k1ftmin} :	98583 mohm
I _{k2max} :	9,12 kA	Z _{k1ftmax} :	98588 mohm
I _{p2} :	22,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)		
Corrente nominale protez.:	1250 A	Potere di interruzione P _d :	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CAB MT STEP-UP 30 kV.QMT 30 kV-ARRIVO DA SSEU
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	52800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	52800 kW	Pot. trasferita a monte:	62118 kVA
Potenza reattiva:	32723 kVAR	Potenza totale:	64952 kVA
Corrente di impiego Ib:	1195 A	Potenza disponibile:	2834 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,5 kA	I _{k2min} :	8,28 kA
I _{kv} max a valle:	10,5 kA	I _{k1ftmax} :	0,193 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	175,7 A	I _{p1ft} :	0,484 kA
I _k max:	10,5 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	26,4 kA	Z _k min:	1809 mohm
I _k min:	9,57 kA	Z _k max:	1811 mohm
I _{k2ftmax} :	9,13 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	22,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	8,28 kA	Z _{k1ftmin} :	98583 mohm
I _{k2max} :	9,12 kA	Z _{k1ftmax} :	98588 mohm
I _{p2} :	22,8 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	1250 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	1250 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CAB MT STEP-UP 30 kV.QMT 30 kV-PARTENZA CLUSTER 1
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	26400 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	26400 kW	Pot. trasferita a monte:	31059 kVA
Potenza reattiva:	16361 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	597,7 A	Potenza disponibile:	1677 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(2x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	1,344* 10 ¹⁰ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,427 %
Lunghezza linea:	2150 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,435 %
Corrente ammissibile Iz:	1319 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	42,3 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	43,7 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	597,7 <= 630 <= 1319 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,5 kA	I _{k2min} :	7,75 kA
I _{kv} max a valle:	9,92 kA	I _{k1ftmax} :	0,193 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	175,8 A	I _{p1ft} :	0,484 kA
I _k max:	9,92 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	26,4 kA	Z _k min:	1921 mohm
I _k min:	8,95 kA	Z _k max:	1935 mohm
I _{k2ftmax} :	8,59 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	22,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,74 kA	Z _{k1ftmin} :	98512 mohm
I _{k2max} :	8,59 kA	Z _{k1ftmax} :	98517 mohm
I _{p2} :	22,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N) + IMS	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione P _d :	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CAB MT STEP-UP 30 kV.QMT 30 kV-PARTENZA CLUSTER 2
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	26400 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	26400 kW	Pot. trasferita a monte:	31059 kVA
Potenza reattiva:	16361 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	597,7 A	Potenza disponibile:	1677 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(2x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	1,344* 10 ¹⁰ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,31 %
Lunghezza linea:	6600 m	Caduta di tensione totale a Ib:	1,32 %
Corrente ammissibile Iz:	1319 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	42,3 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	43,7 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	597,7<=630<=1319 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,5 kA	I _{k2min} :	6,8 kA
I _{kv} max a valle:	8,83 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,1 A	I _{p1ft} :	0,484 kA
I _k max:	8,83 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	26,4 kA	Z _k min:	2157 mohm
I _k min:	7,85 kA	Z _k max:	2207 mohm
I _{k2ftmax} :	7,66 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	22,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,79 kA	Z _{k1ftmin} :	98365 mohm
I _{k2max} :	7,65 kA	Z _{k1ftmax} :	98371 mohm
I _{p2} :	22,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N) + IMS	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione P _d :	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN04-ARRIVO
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	26400 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	26400 kW	Pot. trasferita a monte:	31059 kVA
Potenza reattiva:	16361 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	597,7 A	Potenza disponibile:	1677 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	8,83 kA	I _{k2min} :	6,8 kA
I _{kv} max a valle:	8,83 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,1 A	I _{p1ft} :	0,443 kA
I _k max:	8,83 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	20,2 kA	Z _k min:	2157 mohm
I _k min:	7,85 kA	Z _k max:	2207 mohm
I _{k2ftmax} :	7,66 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	17,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,79 kA	Z _{k1ftmin} :	98365 mohm
I _{k2max} :	7,65 kA	Z _{k1ftmax} :	98371 mohm
I _{p2} :	17,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN04-PARTENZA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	19800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	19800 kW	Pot. trasferita a monte:	23294 kVA
Potenza reattiva:	12271 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	448,3 A	Potenza disponibile:	9442 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10 ⁹ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,819 %
Lunghezza linea:	2750 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,14 %
Corrente ammissibile Iz:	659,4 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	57,7 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	84,8 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	448,3<=630<=659,4 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	8,83 kA	I _{k2min} :	5,85 kA
I _{kv} max a valle:	7,76 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,4 A	I _{p1ft} :	0,443 kA
I _k max:	7,76 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	20,2 kA	Z _k min:	2454 mohm
I _k min:	6,76 kA	Z _k max:	2562 mohm
I _{k2ftmax} :	6,73 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	17,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	5,84 kA	Z _{k1ftmin} :	98184 mohm
I _{k2max} :	6,72 kA	Z _{k1ftmax} :	98191 mohm
I _{p2} :	17,5 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	630 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN04-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	12990 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	5226 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	8,83 kA	I _{k2min} :	6,8 kA
I _{kv} max a valle:	8,83 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,1 A	I _{p1ft} :	0,443 kA
I _k max:	8,83 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	20,2 kA	Z _k min:	2157 mohm
I _k min:	7,85 kA	Z _k max:	2207 mohm
I _{k2ftmax} :	7,66 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	17,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,79 kA	Z _{k1ftmin} :	98365 mohm
I _{k2max} :	7,65 kA	Z _{k1ftmax} :	98371 mohm
I _{p2} :	17,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdi:	n.d.
Corrente nominale protez.:	250 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN05-ARRIVO
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	19800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	19800 kW	Pot. trasferita a monte:	23294 kVA
Potenza reattiva:	12271 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	448,3 A	Potenza disponibile:	9442 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	7,76 kA	I _{k2min} :	5,85 kA
I _{kv} max a valle:	7,76 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,4 A	I _{p1ft} :	0,422 kA
I _k max:	7,76 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	16,9 kA	Z _k min:	2454 mohm
I _k min:	6,76 kA	Z _k max:	2562 mohm
I _{k2ftmax} :	6,73 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	14,6 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	5,84 kA	Z _{k1ftmin} :	98184 mohm
I _{k2max} :	6,72 kA	Z _{k1ftmax} :	98191 mohm
I _{p2} :	14,6 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: **+ CLUSTER 2.WTG - TRN05-PARTENZA**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	13200 kW	Sistema distribuzione:	Media
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	13200 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	8181 kVAR	Pot. trasferita a monte:	15529 kVA
Corrente di impiego Ib:	298,9 A	Potenza totale:	32736 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	17206 kVA
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10⁹A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,834 %
Lunghezza linea:	4200 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,98 %
Corrente ammissibile Iz:	659,4 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	42,3 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	84,8 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	298,9 <= 630 <= 659,4 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	7,76 kA	I _{k2min} :	4,79 kA
I _{kv} max a valle:	6,53 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,9 A	I _{p1ft} :	0,422 kA
I _k max:	6,53 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	16,9 kA	Z _k min:	2915 mohm
I _k min:	5,53 kA	Z _k max:	3130 mohm
I _{k2ftmax} :	5,67 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	14,6 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,77 kA	Z _{k1ftmin} :	97908 mohm
I _{k2max} :	5,66 kA	Z _{k1ftmax} :	97916 mohm
I _{p2} :	14,6 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	630 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN05-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	12990 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	5226 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	7,76 kA	I _{k2min} :	5,85 kA
I _{kv} max a valle:	7,76 kA	I _{k1ftmax} :	0,194 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,4 A	I _{p1ft} :	0,422 kA
I _k max:	7,76 kA	I _{k1ftmin} :	0,176 kA
I _p :	16,9 kA	Z _k min:	2454 mohm
I _k min:	6,76 kA	Z _k max:	2562 mohm
I _{k2ftmax} :	6,73 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	14,6 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	5,84 kA	Z _{k1ftmin} :	98184 mohm
I _{k2max} :	6,72 kA	Z _{k1ftmax} :	98191 mohm
I _{p2} :	14,6 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdi:	n.d.
Corrente nominale protez.:	250 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN08-ARRIVO
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	13200 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	13200 kW	Pot. trasferita a monte:	15529 kVA
Potenza reattiva:	8181 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	298,9 A	Potenza disponibile:	17206 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,53 kA	I _{k2min} :	4,79 kA
I _{kv} max a valle:	6,53 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,9 A	I _{p1ft} :	0,402 kA
I _k max:	6,53 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	13,5 kA	Z _k min:	2915 mohm
I _k min:	5,53 kA	Z _k max:	3130 mohm
I _{k2ftmax} :	5,67 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	11,7 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,77 kA	Z _{k1ftmin} :	97908 mohm
I _{k2max} :	5,66 kA	Z _{k1ftmax} :	97916 mohm
I _{p2} :	11,7 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN08-PARTENZA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	24971 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E 18/30 kV		
Isolante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,93
Tabella posa:	CEI 11-17 (Media)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10 ⁹ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,228 %
Lunghezza linea:	2300 m	Caduta di tensione totale a Ib:	3,2 %
Corrente ammissibile Iz:	659,4 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	33,1 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	84,8 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	149,4<=630<=659,4 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,53 kA	I _{k2min} :	4,35 kA
I _{kv} max a valle:	6,01 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	177,2 A	I _{p1ft} :	0,402 kA
I _k max:	6,01 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	13,5 kA	Z _k min:	3171 mohm
I _k min:	5,02 kA	Z _k max:	3449 mohm
I _{k2ftmax} :	5,22 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	11,7 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,33 kA	Z _{k1ftmin} :	97756 mohm
I _{k2max} :	5,2 kA	Z _{k1ftmax} :	97766 mohm
I _{p2} :	11,7 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	630 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN08-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	12990 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	5226 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,53 kA	I _{k2min} :	4,79 kA
I _{kv} max a valle:	6,53 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	176,9 A	I _{p1ft} :	0,402 kA
I _k max:	6,53 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	13,5 kA	Z _k min:	2915 mohm
I _k min:	5,53 kA	Z _k max:	3130 mohm
I _{k2ftmax} :	5,67 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	11,7 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,77 kA	Z _{k1ftmin} :	97908 mohm
I _{k2max} :	5,66 kA	Z _{k1ftmax} :	97916 mohm
I _{p2} :	11,7 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	250 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN07-ARRIVO
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	32736 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	24971 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,01 kA	I _{k2min} :	4,35 kA
I _{kv} max a valle:	6,01 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	177,2 A	I _{p1ft} :	0,394 kA
I _k max:	6,01 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	12,1 kA	Z _k min:	3171 mohm
I _k min:	5,02 kA	Z _k max:	3449 mohm
I _{k2ftmax} :	5,22 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	10,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,33 kA	Z _{k1ftmin} :	97756 mohm
I _{k2max} :	5,2 kA	Z _{k1ftmax} :	97766 mohm
I _{p2} :	10,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)	Taratura differenziale:	0A
Corrente nominale protez.:	630 A	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN07-PARTENZA
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	0 kW	Sistema distribuzione:	Media
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	0 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	0 kVAR	Pot. trasferita a monte:	0 kVA
Corrente di impiego Ib:	0 A	Potenza totale:	32736 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Potenza disponibile:	32736 kVA
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,01 kA	I _{k2min} :	4,33 kA
I _{kv} max a valle:	5,99 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	177,2 A	I _{p1ft} :	0,394 kA
I _k max:	5,99 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	12,1 kA	Z _k min:	3181 mohm
I _k min:	5 kA	Z _k max:	3463 mohm
I _{k2ftmax} :	5,2 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	10,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,31 kA	Z _{k1ftmin} :	97750 mohm
I _{k2max} :	5,19 kA	Z _{k1ftmax} :	97760 mohm
I _{p2} :	10,5 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	630 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	630 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Dati completi utenza

Data: 13/03/2024

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG - TRN07-TRASFORMATORE
Denominazione 1:
Denominazione 2:
Informazioni aggiuntive/Note 1:
Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Media
Potenza nominale:	6600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6600 kW	Pot. trasferita a monte:	7765 kVA
Potenza reattiva:	4090 kVAR	Potenza totale:	12990 kVA
Corrente di impiego Ib:	149,4 A	Potenza disponibile:	5226 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	30000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	6,01 kA	I _{k2min} :	4,35 kA
I _{kv} max a valle:	6,01 kA	I _{k1ftmax} :	0,195 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	177,2 A	I _{p1ft} :	0,394 kA
I _k max:	6,01 kA	I _{k1ftmin} :	0,177 kA
I _p :	12,1 kA	Z _k min:	3171 mohm
I _k min:	5,02 kA	Z _k max:	3449 mohm
I _{k2ftmax} :	5,22 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	10,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	4,33 kA	Z _{k1ftmin} :	97756 mohm
I _{k2max} :	5,2 kA	Z _{k1ftmax} :	97766 mohm
I _{p2} :	10,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	250 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Tipo di fornitura: Alta tensione

Tensione di fornitura: 36 kV
Corrente di cortocircuito trifase massima: 25 kA
Corrente di cortocircuito monofase a terra massima: 0,15 kA

Parametri elettrici

Potenza totale assorbita: 52382 kW
Fattore di potenza: 0,846
Corrente totale di impiego: 993,4 A
Potenza carichi collegati [kW]: 52800 kW

Parametri di guasto lato fornitura

Rd a 20° C: 91 mohm
Xd: 910 mohm
RO a 20° C: 45317 mohm
X0: -453172 mohm

Cavetteria

Data: 13/03/2024

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K²S² F [A²s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						
CLUSTER 1 WTG - TRN01								
PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	3250	659,4	57,7	30	1,4	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	84,8	3,359*10 ⁹	1,82	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						
CLUSTER 1 WTG - TRN02								
PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	3400	659,4	42,3	30	2,08	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	84,8	3,359*10 ⁹	3,24	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						
CLUSTER 1 WTG - TRN06								
PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	4100	659,4	33,1	30	2,49	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	84,8	3,359*10 ⁹	4,96	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						
AMPL SE TERNA QAT - Terna								
PARTENZA CAB. CONN.	3x(2x630)	RAME	7500	1399	60,2	30	1,63	
	RG7H1R 26/45 kV	HEPR	1	0,837	77,9	3,246*10 ¹⁰	2,05	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						
Cab. Connessione QGEN 36 kV								
PARTENZA TR	3x(2x630)	RAME	20	1399	84,6	30	1,63	
	RG7H1R 26/45 kV	HEPR	1	0,837	116,5	1,344*10 ¹⁰	2,06	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						
Protez. TRASFORMATORE	3x(2x630)	ALLUMINIO	20	1319	79,3	30	0,008	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	83,9	1,344*10 ¹⁰	0,008	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Cavetteria

Data: 13/03/2024

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K ² S ² F [A ² s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						

CAB MT STEP-UP 30 kV QMT 30 kV

PARTENZA CLUSTER 1	3x(2x630)	ALLUMINIO	2150	1319	42,3	30	0,435	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	43,7	1,344*10 ¹⁰	0,458	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						
PARTENZA CLUSTER 2	3x(2x630)	ALLUMINIO	6600	1319	42,3	30	1,32	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	43,7	1,344*10 ¹⁰	1,39	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CLUSTER 2 WTG - TRN04

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	2750	659,4	57,7	30	2,14	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	84,8	3,359*10 ⁹	2,54	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CLUSTER 2 WTG - TRN05

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	4200	659,4	42,3	30	2,98	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	84,8	3,359*10 ⁹	4,3	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CLUSTER 2 WTG - TRN08

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	2300	659,4	33,1	30	3,2	
	ARE4H5E 18/30 kV	XLPE	1	0,93	84,8	3,359*10 ⁹	5,26	
	CEI 11-17 (Media)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Correnti di guasto sistemi trifase

Data: 13/03/2024

Utenza	I km max [kA]	/_I km max	I km max by	DeltaI km max [kA]	I kv max [kA]	I k1ftmax [kA]	I p1ft [kA]	I k1ftmin [kA]	I k2ftmax [kA]	I p2ft [kA]	I k2ftmin [kA]
	I magmax [A]	/_I magmax	I k max [kA]	I p [kA]	I k min [kA]	I k1fnmax [kA]	I p1fn [kA]	I k1fnmin [kA]	I k2max [kA]	I p2 [kA]	I k2min [kA]

CLUSTER 1 WTG - TRN01

ARRIVO	9,92	0,116	n.c.	0	9,92	0,193	0,468	0,176	8,59	20,8	7,74
	175,8	0,002	9,92	24	8,95				8,59	20,8	7,75
PARTENZA	9,92	0,116	n.c.	0	8,4	0,194	0,468	0,176	7,29	20,8	6,4
	176,2	0,005	8,4	24	7,41				7,28	20,8	6,42
TRASFORMATORE	9,92	0,116	n.c.	0	9,92	0,193	0,468	0,176	8,59	20,8	7,74
	175,8	0,002	9,92	24	8,95				8,59	20,8	7,75

CLUSTER 1 WTG - TRN02

ARRIVO	8,4	0,181	n.c.	0	8,4	0,194	0,434	0,176	7,29	16,3	6,4
	176,2	0,005	8,4	18,8	7,41				7,28	16,3	6,42
PARTENZA	8,4	0,181	n.c.	0	7,22	0,194	0,434	0,177	6,27	16,3	5,37
	176,6	0,007	7,22	18,8	6,22				6,26	16,3	5,39
TRASFORMATORE	8,4	0,181	n.c.	0	8,4	0,194	0,434	0,176	7,29	16,3	6,4
	176,2	0,005	8,4	18,8	7,41				7,28	16,3	6,42

CLUSTER 1 WTG - TRN06

ARRIVO	7,22	0,23	n.c.	0	7,22	0,194	0,413	0,177	6,27	13,3	5,37
	176,6	0,007	7,22	15,3	6,22				6,26	13,3	5,39
PARTENZA	7,22	0,23	n.c.	0	6,17	0,195	0,413	0,177	5,35	13,3	4,46
	177,1	0,011	6,17	15,3	5,17				5,34	13,3	4,48
TRASFORMATORE	7,22	0,23	n.c.	0	7,22	0,194	0,413	0,177	6,27	13,3	5,37
	176,6	0,007	7,22	15,3	6,22				6,26	13,3	5,39

CLUSTER 1 WTG - TRN03

ARRIVO	6,17	0,273	n.c.	0	6,17	0,195	0,396	0,177	5,35	10,9	4,46
	177,1	0,011	6,17	12,5	5,17				5,34	10,9	4,48

Correnti di guasto sistemi trifase

Data: 13/03/2024

Utenza	I km max [kA]	/_I km max	I km max by	DeltaI km max [kA]	I kv max [kA]	I k1ftmax [kA]	I p1ft [kA]	I k1ftmin [kA]	I k2ftmax [kA]	I p2ft [kA]	I k2ftmin [kA]
	I magmax [A]	/_I magmax	I k max [kA]	I p [kA]	I k min [kA]	I k1fnmax [kA]	I p1fn [kA]	I k1fnmin [kA]	I k2max [kA]	I p2 [kA]	I k2min [kA]
PARTENZA	6,17	0,273	n.c.	0	6,15	0,195	0,396	0,177	5,34	10,9	4,44
	177,1	0,011	6,15	12,5	5,15				5,32	10,9	4,46
TRASFORMATORE	6,17	0,273	n.c.	0	6,17	0,195	0,396	0,177	5,35	10,9	4,46
	177,1	0,011	6,17	12,5	5,17				5,34	10,9	4,48

AMPL SE TERNA QAT - Terna

GENERALE CABINA	25	0,1	n.c.	0	25	0,151	0,373	0,137	21,7	53,5	19,7
	137,5	0,1	25	61,7	22,7				21,7	53,5	19,7
PARTENZA CAB. CONN.	25	0,1	n.c.	0	17,5	0,151	0,373	0,138	15,2	53,5	13,5
	137,7	0,102	17,5	61,7	15,6				15,2	53,5	13,5

Cab. Connessione QGEN 36 kV

GENERALE CABINA	17,5	0,169	n.c.	0	17,5	0,151	0,344	0,138	15,2	34,5	13,5
	137,7	0,102	17,5	39,8	15,6				15,2	34,5	13,5
PARTENZA TR	17,5	0,169	n.c.	0	17,5	0,151	0,344	0,138	15,2	34,5	13,5
	137,7	0,102	17,5	39,8	15,6				15,2	34,5	13,5
TRASFORMATORE	17,5	0,169	n.c.	0	12,8	12,8	0,874	11,7	12,5	34,5	10,8
	8290	0,612	10,5	39,8	9,57	12,8		11,7	9,13	34,5	8,29
Protez. TRASFORMATORE	10,5	0,089	n.c.	0	10,5	0,193	0,484	0,176	9,13	22,9	8,28
	175,7	0,002	10,5	26,4	9,57				9,12	22,8	8,28

CAB MT STEP-UP 30 kV QMT 30 kV

ARRIVO DA SSEU	10,5	0,089	n.c.	0	10,5	0,193	0,484	0,176	9,13	22,8	8,28
	175,7	0,002	10,5	26,4	9,57				9,12	22,8	8,28
PARTENZA CLUSTER 1	10,5	0,089	n.c.	0	9,92	0,193	0,484	0,176	8,59	22,8	7,74
	175,8	0,002	9,92	26,4	8,95				8,59	22,8	7,75
PARTENZA CLUSTER 2	10,5	0,089	n.c.	0	8,83	0,194	0,484	0,176	7,66	22,8	6,79
	176,1	0,004	8,83	26,4	7,85				7,65	22,8	6,8

Correnti di guasto sistemi trifase

Data: 13/03/2024

Utenza	I km max [kA]	/_I km max	I km max by	DeltaI km max [kA]	I kv max [kA]	I k1ftmax [kA]	I p1ft [kA]	I k1ftmin [kA]	I k2ftmax [kA]	I p2ft [kA]	I k2ftmin [kA]
	I magmax [A]	/_I magmax	I k max [kA]	I p [kA]	I k min [kA]	I k1fnmax [kA]	I p1fn [kA]	I k1fnmin [kA]	I k2max [kA]	I p2 [kA]	I k2min [kA]

CLUSTER 2 WTG - TRN04

ARRIVO	8,83	0,163	n.c.	0	8,83	0,194	0,443	0,176	7,66	17,5	6,79
	176,1	0,004	8,83	20,2	7,85				7,65	17,5	6,8
PARTENZA	8,83	0,163	n.c.	0	7,76	0,194	0,443	0,176	6,73	17,5	5,84
	176,4	0,006	7,76	20,2	6,76				6,72	17,5	5,85
TRASFORMATORE	8,83	0,163	n.c.	0	8,83	0,194	0,443	0,176	7,66	17,5	6,79
	176,1	0,004	8,83	20,2	7,85				7,65	17,5	6,8

CLUSTER 2 WTG - TRN05

ARRIVO	7,76	0,208	n.c.	0	7,76	0,194	0,422	0,176	6,73	14,6	5,84
	176,4	0,006	7,76	16,9	6,76				6,72	14,6	5,85
PARTENZA	7,76	0,208	n.c.	0	6,53	0,195	0,422	0,177	5,67	14,6	4,77
	176,9	0,009	6,53	16,9	5,53				5,66	14,6	4,79
TRASFORMATORE	7,76	0,208	n.c.	0	7,76	0,194	0,422	0,176	6,73	14,6	5,84
	176,4	0,006	7,76	16,9	6,76				6,72	14,6	5,85

CLUSTER 2 WTG - TRN08

ARRIVO	6,53	0,258	n.c.	0	6,53	0,195	0,402	0,177	5,67	11,7	4,77
	176,9	0,009	6,53	13,5	5,53				5,66	11,7	4,79
PARTENZA	6,53	0,258	n.c.	0	6,01	0,195	0,402	0,177	5,22	11,7	4,33
	177,2	0,011	6,01	13,5	5,02				5,2	11,7	4,35
TRASFORMATORE	6,53	0,258	n.c.	0	6,53	0,195	0,402	0,177	5,67	11,7	4,77
	176,9	0,009	6,53	13,5	5,53				5,66	11,7	4,79

CLUSTER 2 WTG - TRN07

ARRIVO	6,01	0,279	n.c.	0	6,01	0,195	0,394	0,177	5,22	10,5	4,33
	177,2	0,011	6,01	12,1	5,02				5,2	10,5	4,35

Correnti di guasto sistemi trifase

Data: 13/03/2024

Utenza	I _{km max} [kA]	/_I _{km max}	I _{km max by}	Delta I _{km max} [kA]	I _{kv max} [kA]	I _{k1ftmax} [kA]	I _{p1ft} [kA]	I _{k1ftmin} [kA]	I _{k2ftmax} [kA]	I _{p2ft} [kA]	I _{k2ftmin} [kA]
	I _{magmax} [A]	/_I _{magmax}	I _{k max} [kA]	I _p [kA]	I _{k min} [kA]	I _{k1fnmax} [kA]	I _{p1fn} [kA]	I _{k1fnmin} [kA]	I _{k2max} [kA]	I _{p2} [kA]	I _{k2min} [kA]
PARTENZA	6,01	0,279	n.c.	0	5,99	0,195	0,394	0,177	5,2	10,5	4,31
	177,2	0,011	5,99	12,1	5				5,19	10,5	4,33
TRASFORMATORE	6,01	0,279	n.c.	0	6,01	0,195	0,394	0,177	5,22	10,5	4,33
	177,2	0,011	6,01	12,1	5,02				5,2	10,5	4,35