



OTTOBRE 2023

POVEGLIA WIND S.R.L.

IMPIANTO EOLICO "CHIARAMONTI" DA 34 MW

LOCALITÀ STRADA DI SANTA GIUSTA

COMUNI DI CHIARAMONTI E PLOAGHE (SS)

Marntana

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R16

**RELAZIONE TECNICA ELETTRICA
GENERALE**

Progettista

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

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

Codice elaborato

2799_4965_CHR_PFTE_R16_Rev0_RELAZIONE ELETTRICA.docx

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2799_4965_CHR_PFTE_R16_Rev0_RELAZIONE ELETTRICA.docx	10/2023	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	A.Angeloni

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - 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	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Lorenzo Griso	Coordinamento Dati Territoriali – Senior GIS Expert	
Ali Basharзад	Ingegnere Civile - Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Stefano Adami	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Milano – n. A23812
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Giancarlo Carboni	Geologo	Ord. Geologi Sardegna n. 497
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Carla Marcis	Ingegnere per l’Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	



Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Pisedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Simone Demonti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Alessia Papeti	Esperto Ambientale – Geologo - GIS Junior	
Riccardo Coronati	Geourbanista – Pianificatore junior	
Fabio Bonelli	Esperto Ambientale - Naturalista	
Davide Molinetti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Mariana Marchioni	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Elide Moneta	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Roberto Camera	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	

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	5
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	5
2. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELL'OPERA.....	8
2.1 COMPONENTI MECCANICHE.....	8
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	12
3.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BT.....	12
3.2 NORME DI RIFERIMENTO OLTRE I 36 kV	13
4. CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO.....	14
4.1 ELEMENTI RELATIVI ALLA CONNESSIONE.....	14
4.2 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	14
4.3 ARMONICHE.....	15
4.4 DIMENSIONAMENTO CAVI	16
4.5 INTEGRALE DI JOULE.....	16
4.6 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO	18
4.7 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	18
4.8 CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI	19
4.9 CADUTE DI TENSIONE	19
4.10 LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO.....	20
4.11 CABINA DI CONNESSIONE E OPERE CIVILI CONNESSE.....	22
4.12 CABINA DI SMISTAMENTO E OPERE CIVILI CONNESSE.....	23
4.13 TRASFORMATORI.....	24
5. STUDIO DI CORTOCIRCUITO	25
5.1 STATO DEL NEUTRO DI IMPIANTO	25
5.2 CALCOLO DEI GUASTI.....	25
5.2.1 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito.....	25
5.2.2 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito.....	28
5.2.3 Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra	29
5.3 SCELTA DELLE PROTEZIONI	29
5.3.1 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture	29
6. CALCOLO PRELIMINARE RETE EQUIPOTENZIALE	31
6.1.1 Risoluzione Guasto 36 kV	31
6.1.2 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti.....	32
FASCICOLO DI CALCOLO PRELIMINARE.....	33

1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di 34 MW, che prevede l'installazione di n. 5 aerogeneratori da 6,8 MW con relative opere di connessione da installarsi nei territori comunali di Chiaramonti e Ploaghe, nel territorio provinciale di Sassari, regione Sardegna.

La Società Proponente è la POVEGLIA WIND S.R.L., con sede legale in Via Friuli Venezia Giulia 75, 30030 Pianiga (VE).

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 (STMG) elaborata prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 36 kV con un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 380/220/150 kV della RTN "Codrongianos".

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 5 aerogeneratori della potenza nominale di 6,8 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 regimentazione delle acque meteoriche;
- dalle opere di collegamento alla rete elettrica;
- dalla viabilità di servizio interna;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco.

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

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nella provincia di Sassari e prevede l'installazione di n. 5 aerogeneratori territorialmente così collocati:

- n. 4 aerogeneratori nel comune di Chiaramonti (CHR02, CHR03, CHR04, CHR05);
- n. 1 aerogeneratori nel comune di Ploaghe (CHR01).

Le opere di connessione sono collocate anch'esse nei comuni di Chiaramonti e Ploaghe, nel territorio provinciale di Sassari (Figura 1.1).

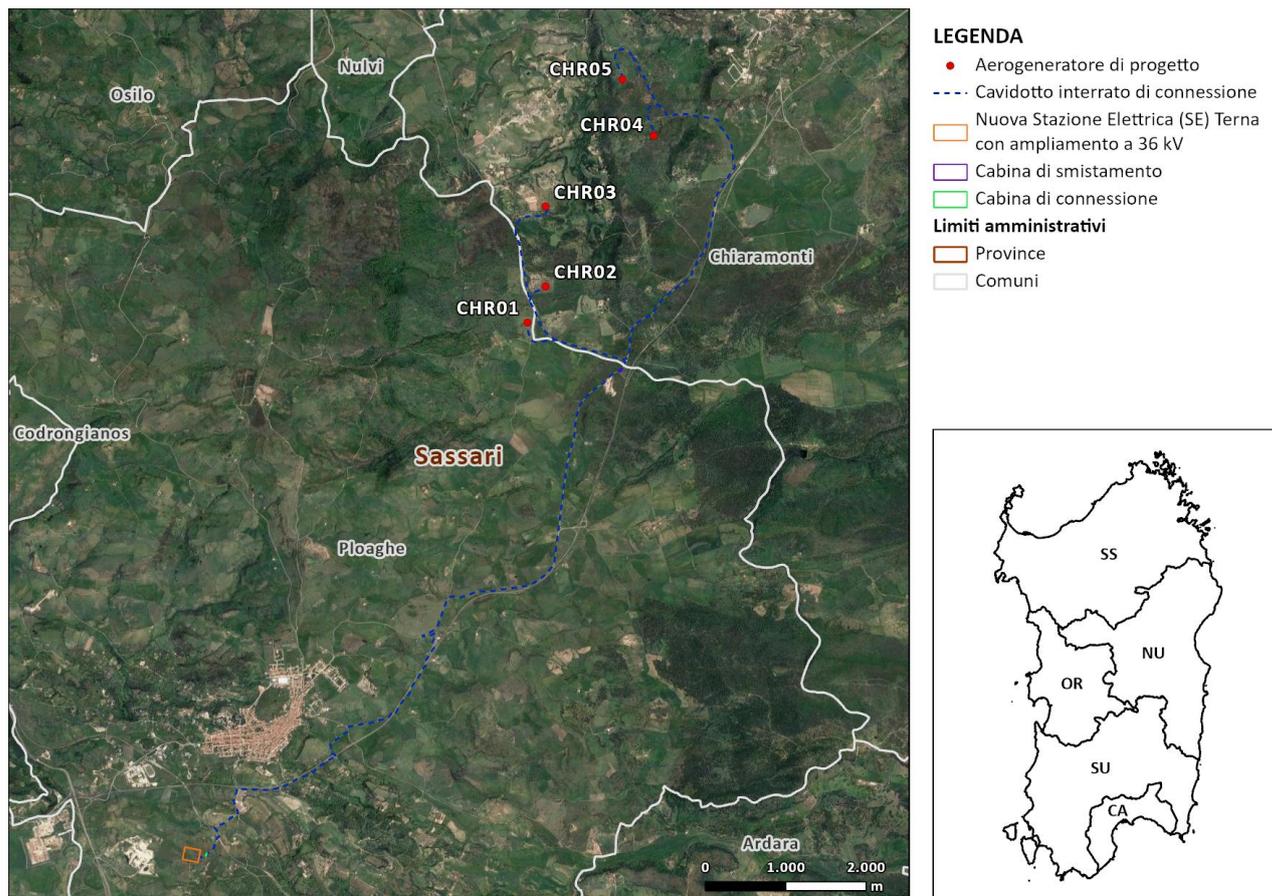


Figura 1.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell’impianto proposto.

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	Latitudine
CHR01	8,7827	40,7110
CHR02	8,7855	40,7151
CHR03	8,7854	40,7241
CHR04	8,8013	40,7321
CHR05	8,7967	40,7385

L’accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e provinciale partendo dal porto di Porto Torres, per poi percorrere le principali strade statali del territorio fino ad arrivare all’area di progetto (Figura 1.1).

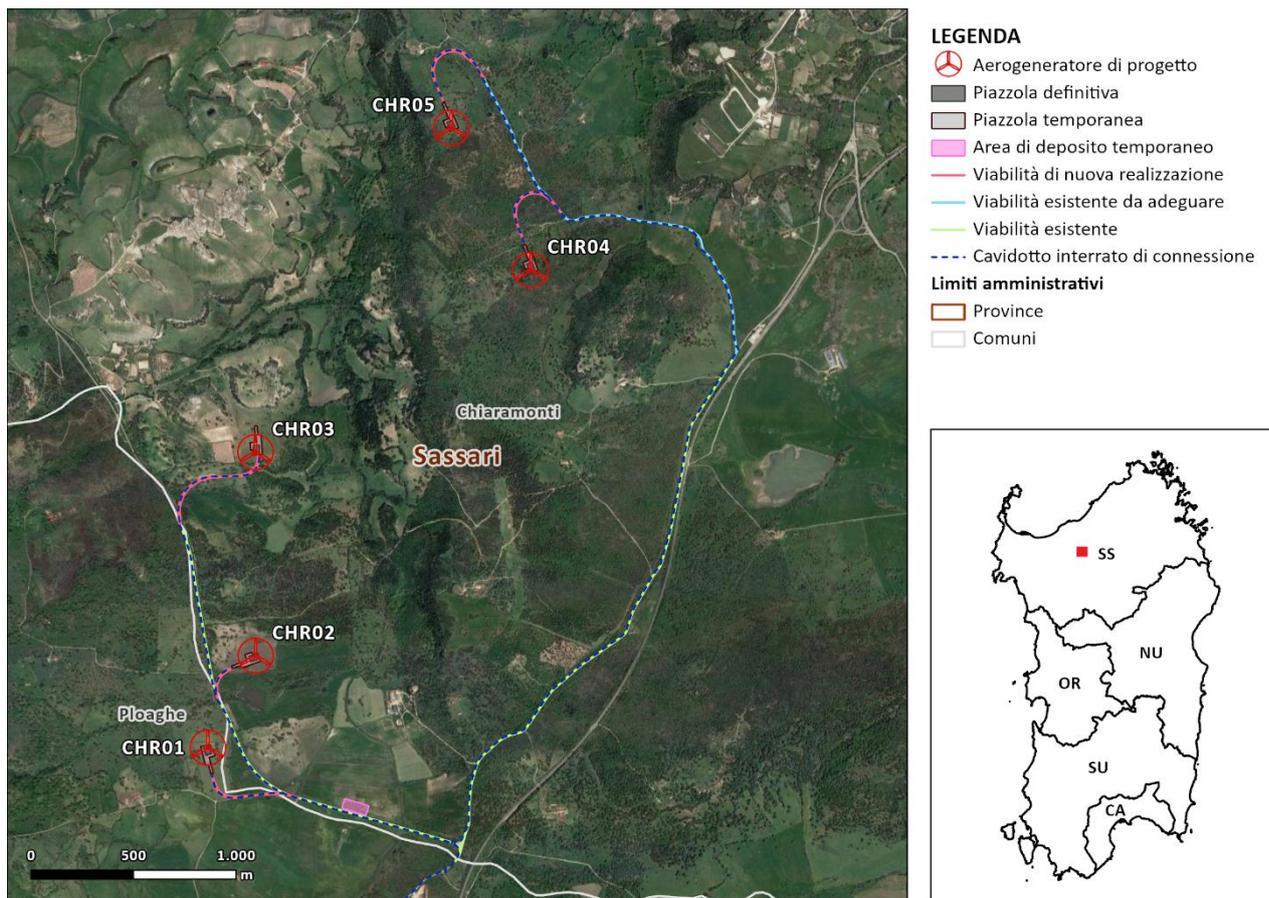


Figura 1.2: Inquadramento della viabilità di progetto.

2. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELL'OPERA

I principali componenti dell'impianto risultano essere:

- Gli aerogeneratori di progetto;
- le linee elettriche 36 kV in cavo interrato, che collegano gli aerogeneratori tra loro e con la cabina di smistamento e quest'ultima con la cabina di connessione;
- cabina di connessione in adiacenza alla stazione Terna di riferimento;
- cabina di smistamento, che costituisce l'interfaccia tra la cabina di connessione e le singole WTG; questa sarà posizionata in corrispondenza della diramazione dei 2 cluster di impianto.

Ogni aerogeneratore produrrà energia elettrica alla tensione di 720 V ca. (tensione di uscita del convertitore statico).

All'interno di ciascuna torre è installato un trasformatore 0,72/36 kV che provvederà all'innalzamento della tensione a 36 kV. L'energia sarà quindi convogliata mediante linea elettrica interrata a 36 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.

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.

Per il progetto in oggetto si prevede di utilizzare una turbina tipologica della potenza di 6,8 MW.

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 di macchina della potenza nominale rispettivamente di 6,8 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.

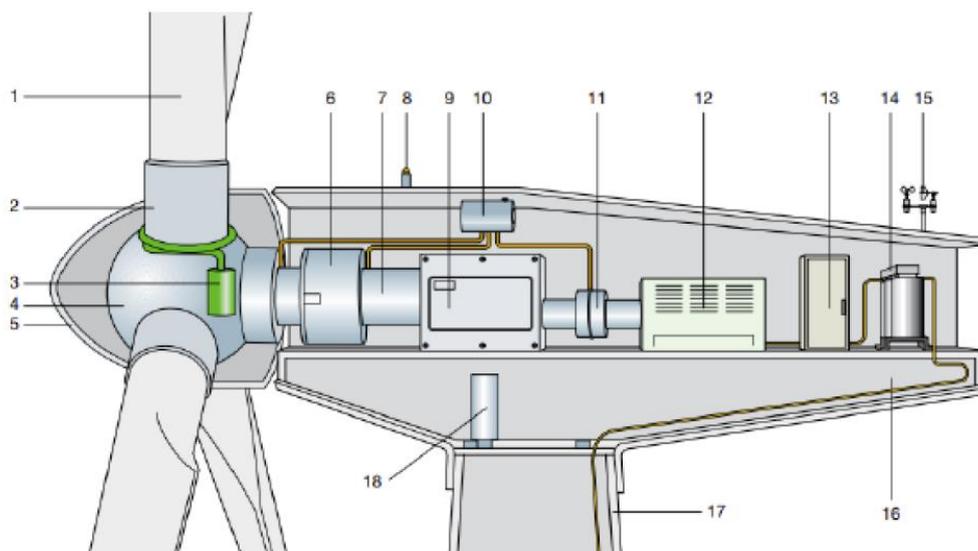


Figura 2.1: Schema navicella aerogeneratore

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.

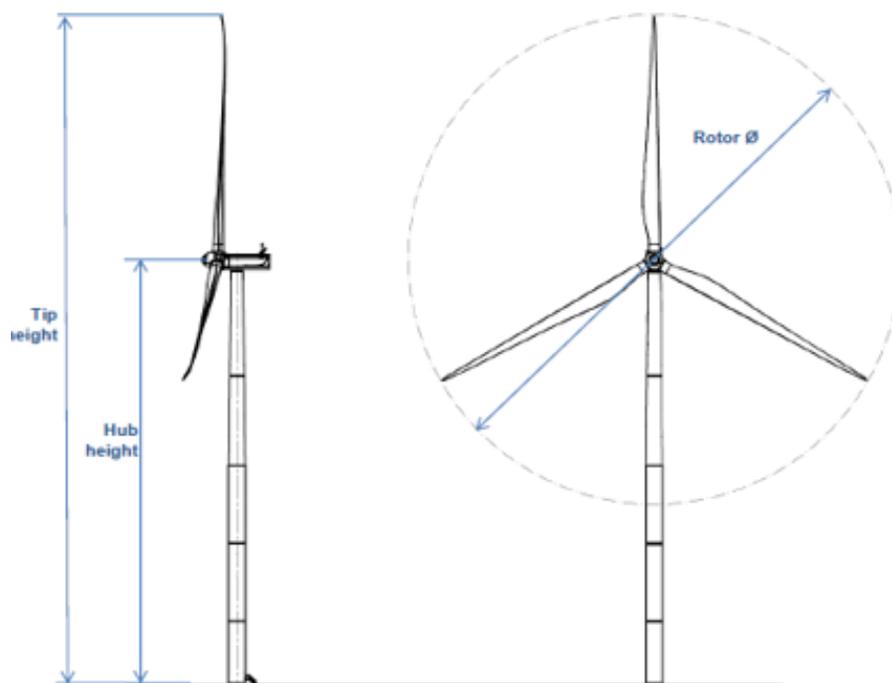
L'energia elettrica in uscita dal generatore è in bassa tensione (720 V) e viene trasformata in alta tensione a 36 kV attraverso un trasformatore elevatore. Tale trasformazione risulta necessaria per limitare le perdite all'interno dell'impianto e consentire l'immissione della maggiore potenza possibile 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 nella Figura 2.2.



Tip height=200m; hub height=114m; rotor diameter=172m; blade length= 86m.

Figura 2.2: Struttura aerogeneratore

Di seguito vengono elencate le principali caratteristiche elettriche della turbina eolica:

Tabella 2.1: Caratteristiche elettriche tipologiche

Generator	
Type	Permanent Magnet Synchronous generator
Rated Power [P _N]	Up to 7600 kW (depending on turbine variant)
Frequency range [f _N]	0-126 Hz
Voltage, Stator [U _{NS}]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	36
Winding Type	Form with Vacuum Pressurized Impregnation
Winding Connection	Star
Operational speed range	0-420 rpm
Overspeed Limit (2 minutes)	660 rpm
Temperature Sensors, Stator	PT100 sensors placed in the stator hot spots.
Insulation Class	H
Enclosure	IP54

Converter	
Nominal Apparent Power [S _N] @ 1.0 p.u. voltage	7750 kVA
Nominal Grid Voltage	3 x 720 V
Rated Generator Voltage	3 x 800 V
Rated Grid Current @ 1.0 p.u. voltage	6488 A
Enclosure	IP54



Transformer	
Type description	Eco-design liquid immersed transformer
Basic layout	3 phase, 2 winding transformer
Applied standards	IEC 60076-1, IEC 60076-16, IEC 61936-1 Commission Regulation No 548/2014 Commission Regulation No 2019/1783
Cooling method	KFWF
Rated power	8400 kVA
Expansion system	Sealed
Insulation liquid, Type/Fire point	Natural ester, biodegradable/ K-class (>300°C)
No-load reactive power	~21 kVar ¹
Full load reactive power	~882 kVar ¹

Transformer	
No-load current	~ 0.25 % ¹
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, 95°C	9.9 % ²
Positive sequence short-circuit resistance @ rated power, 95°C	~0.9 % ¹
Zero sequence short-circuit impedance @ rated power, 95°C	~9.4 % ¹
Zero sequence short-circuit resistance @ rated power, 95°C	~0.9 % ¹
Rated voltage, turbine side	
U _m 1.1kV	0.720 kV
Rated voltage, grid side	
U _m 24.0kV	20.0-22.0 kV
U _m 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _m 40.5kV	33.1-36.0 kV
Insulation level AC / LI / LIC	
U _m 1.1kV	3 / - / - kV
U _m 24.0kV	50 / 125 / 138 kV
U _m 36.0kV	70 / 170 / 187 kV
U _m 40.5kV	80 / 200 / 220 kV
Optional off-circuit tap changer	2±2 x 2.5 %
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Vector group	Dyn11
Inrush peak current	<4 x I _n ¹ (for Um=24.0kV) <8 x I _n ¹ (for Um=36.0-40.5kV)
Half crest time	~ 0.5 s ¹
Sound power level	≤ 80 dB(A)
Average winding temperature rise	Class 120 (E) ≤65 K Class 130 (B) ≤75 K
Max altitude	3500 m
Insulation system	Hybrid insulation system Winding insulation: 120 (E), Thermally Upgrader Paper 130 (B), High temperature insulation Other materials can have different class.
Insulation liquid, Amount	≤ 3500 kg
Corrosion class	C3
Weight	≤15000 kg
Overvoltage protection	Plug-in surge arresters on HV bushings
High voltage bushings	Outer cone, interface C1

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BT

- 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 36 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

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. 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 641,5 A;
- frequenza di esercizio: 50 Hz;
- massima corrente di cortocircuito sulla sbarra: < 25 kA 1s.

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:

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

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.

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

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

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

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_{bTHD} ;
- calcolo sovratemperatura quadri alla I_{bTHD} ;
- verifica delle portate e delle protezioni in funzione delle correnti distorte.

4.4 DIMENSIONAMENTO CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi 36 kV e BT 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:

- a) $I_b \leq I_n \leq I_z$
b) $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$ (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:

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

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 e 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:

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

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 conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- $2,5 \text{ mm}^2$ 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:

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

espresse 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 k 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 (per esempio trasformatori 36 kV/BT o BT/BT). 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 LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà innalzata al livello di tensione 36 kV e convogliata verso la cabina di smistamento, in seguito verso la cabina di connessione ed in fine verso la SE Terna "Codrongianos".

I collegamenti tra il parco eolico e la cabina di smistamento e tra quest'ultima e la cabina di connessione, avverranno tramite linee elettriche interrato esercite a 36 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.

La rete elettrica 36 kV sarà realizzata con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della stessa 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 a 36 kV del tipo "entra-esce".

I cavi verranno posati ad una profondità di almeno 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 106 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 monitor;
- rinterro complessivo con ripristino della superficie originaria;
- apposizione di paletti di segnalazione presenza cavo nei tratti non coincidenti con la viabilità.

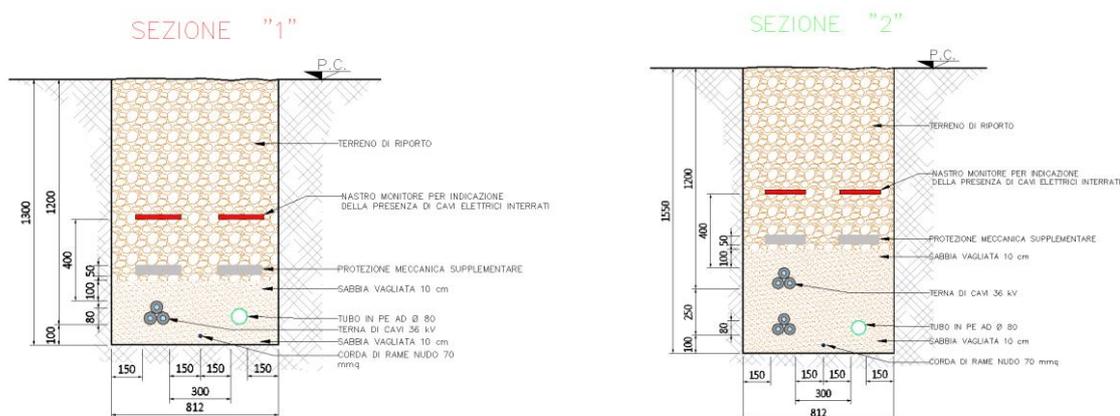


Figura 4.1: Sezione tipo posa cavidotti

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di 2 cabine a livello di tensione 36 kV denominate cabina di connessione e cabina di smistamento. Da quest'ultima si dipartiranno 2 rami di alimentazione verso le singole WTG collegate in configurazione entra-esce a formare 2 cluster.

Ogni ramo alimenta delle WTG collegate reciprocamente tra loro in configurazione entra-esce come da seguente tabella:

Tabella 4.1: Configurazione cluster

ID.	WTG	CLUSTER	POTENZA (KW)
1	CHR01	1	6.800
2	CHR02	1	6.800
3	CHR03	1	6.800
4	CHR04	2	6.800
5	CHR05	2	6.800

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 definita "di smistamento" a 36 kV sita in posizione baricentrica rispetto all'intera area di impianto tramite linee interrato costituite da cavi in alluminio tipo ARE4H5E 20,8/36 kV (con livello di isolamento fino a 42 kV).

La connessione delle apparecchiature relative al campo eolico avverrà tramite linee in cavo a 26/45 kV, 20,8/36 kV e 0,4/1 kV. Le linee 36 kV saranno direttamente interrate oppure posate entro cavidotto.

In tale cabina avverrà il parallelo elettrico di queste singole produzioni ed il successivo convogliamento verso la cabina di connessione a 36 kV. Il resto della distribuzione sarà in corrente continua e non sarà oggetto di analisi.

4.11 CABINA DI CONNESSIONE E OPERE CIVILI CONNESSE

È stato ipotizzato il posizionamento della cabina di Connessione in adiacenza della stazione Terna.

La cabina, esercita a livello di tensione 36 kV, avrà dimensioni indicative in pianta di circa 36,30 x 8,70 m e sarà suddivisa in 4 locali distinti: sala quadri 36 kV, vano misure, sala quadri BT e controllo e vano trasformatore ausiliario cabina. Nella sala quadri 36 kV saranno presenti i quadri con le celle di sezionamento in arrivo e partenza nonché i quadri relativi alle celle di rifasamento e reattanze di shunt; il vano misure conterrà tutti gli apparati per effettuare le misure da parte del gestore della rete; la sala quadri BT e controllo avrà all'interno i quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari o piccoli carichi locali lungo il tracciato di connessione, oltre a tutte le apparecchiature per il teledistacco e il telecontrollo dell'impianto da parte dell'ente fornitore. La cabina conterrà inoltre le apparecchiature necessarie per l'interfaccia Fo verso la stazione e le WTG in progetto, e lo SCADA.

Di seguito si riporta l'allestimento tipo per la cabina di connessione e le relative viste in pianta e prospetto:

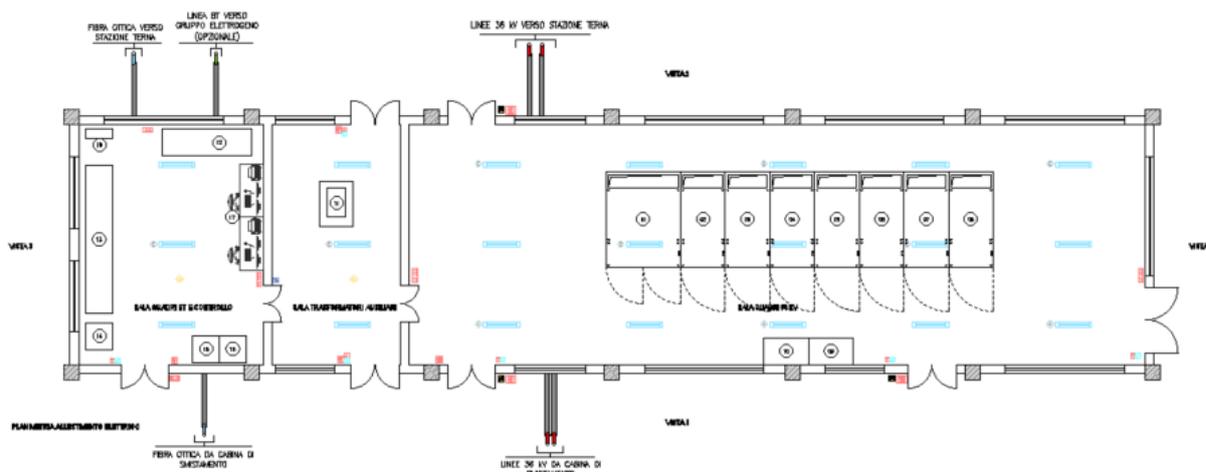
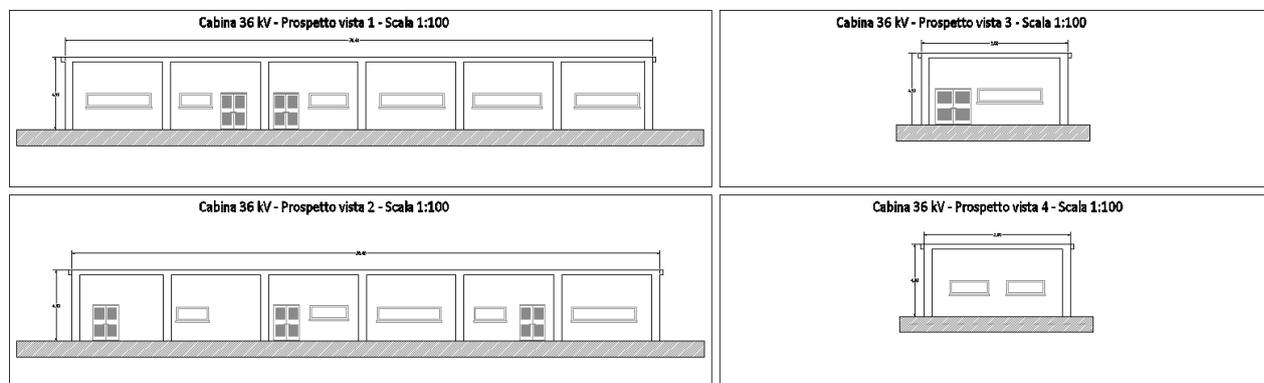


Figura 4.2: Allestimento tipo cabina di connessione



4.3: Vista in prospettiva tipo cabina di connessione

4.12 CABINA DI SMISTAMENTO E OPERE CIVILI CONNESSE

Come riportato nella sezione introduttiva è stata prevista la possibilità di smistamento delle linee in partenza verso le WTG. La cabina di smistamento sarà posizionata in posizione baricentrica rispetto alle WTG. Tale cabina, esercita anch'essa a livello di tensione 36 kV, avrà dimensioni indicative in pianta di circa 36,30 x 8,70 m e sarà suddivisa in 4 locali distinti: sala quadri 36 kV, sala trasformatori ausiliari, sala quadri BT e controllo e il vano trasformatori ausiliari. Nella sala quadri 36 kV saranno presenti i quadri con le celle di sezionamento in arrivo e partenza; la sala trasformatori avrà all'interno due trasformatori per l'alimentazione dei carichi ausiliari; la sala quadri BT e controllo avrà all'interno i quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari o piccoli carichi locali lungo il tracciato di connessione.

Di seguito l'allestimento tipo di una cabina di smistamento e i riferimenti dimensionali con le viste in pianta e prospetto:

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 36 kV:** Distribuzione interna a 36 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 (720 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): < 40.5 kA – 1 s
- Massima corrente di guasto monofase verso terra (IF): < 150 A
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto monofase a terra: > 10 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:

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

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

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

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:

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

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

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

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



$$\begin{aligned}
 R_d &= R_{dc} + R_{d-up} \\
 X_d &= X_{dc} + X_{d-up} \\
 R_{0N} &= R_{0cN} + R_{0N-up} \\
 X_{0N} &= X_{0cN} + X_{0N-up} \\
 R_{0PE} &= R_{0cPE} + R_{0PE-up} \\
 X_{0PE} &= X_{0cPE} + X_{0PE-up}
 \end{aligned}
 \tag{30}$$

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):

$$Z_{k1N,min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2} \tag{32}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE,min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2} \tag{33}$$

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:

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

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:

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

5.3 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 ($I_{mag\ max}$).

5.3.1 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:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2 \quad (41)$$

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:
- $I_{cc\min} \geq I_{inters\min}$.
- 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.

6. CALCOLO PRELIMINARE RETE EQUIPOTENZIALE

Lo scopo di questa sezione è riportare un calcolo preliminare della rete equipotenziale relativa all'impianto eolico in oggetto connesso alla rete tramite una linea 36 kV dalla cabina di connessione verso lo stallo designato in stazione Terna. 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.

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

Prima di procedere alla realizzazione dello stesso, occorrerà verificare puntualmente 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 rete equipotenziale tale per cui qualsiasi guasto verso terra interno all'impianto non generi tensioni pericolose per le persone.

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

$$S_{\min} = \sqrt{\frac{I^2 \cdot t}{K_c^2}} = \sqrt{\frac{150^2 \cdot 10}{228^2}} \lll 70 \text{ mm}^2 \quad (42)$$

dove:

- I è la massima corrente di guasto verso terra lato 36 kV espressa in Ampère;
- t è il tempo di intervento della protezione 36 kV 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 mm².

Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi 36 kV e DC interno all'impianto; gli schermi dei cavi dovranno essere collegati all'impianto di terra lungo tutti i tracciati di connessione ogni 500 m. Per la posa dei dispersori relativi alle WTG verranno utilizzati gli scavi relativi alle fondazioni.

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.

6.1.1 Risoluzione Guasto 36 kV

La distribuzione a 36 kV essendo a neutro isolato permette di avere correnti di guasto verso terra ridotte rispetto al livello di tensione AT (valore unificato massimo di 150 A, corrente resistiva).

Con queste premesse e assumendo che il guasto sia risolto dall'interruttore in un tempo superiore ai 10 s, al massimo gradiente di tensione interno al sito pari a 50 V (CEI EN 50522, Fig.4) il guasto verso terra lato 36 kV è risolto se la resistenza di terra locale risulta inferiore a:

$$R_T = \frac{50}{150} = 0,33 \text{ A} \quad (43)$$

Dove 50 V è la massima tensione ammissibile per un tempo maggiore di 10 s e 150 A è la massima corrente di guasto verso terra a 36 kV.

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 1000 Ω.

6.1.2 *Protezione contro i contatti diretti ed indiretti*

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 ($U_T > 50 \text{ V}$), 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.

L'impedenza dell'anello di guasto moltiplicata per la massima corrente di guasto, dovrà essere sempre inferiore alla tensione massima ammissibile U_T .

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.



FASCICOLO DI CALCOLO PRELIMINARE

Di seguito si riporta un estratto di calcolo dal software Ampere professional:

Identificazione

Sigla utenza:	+ CABINA CONNESSIONE.QCR36-GENERALE CABINA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	34000 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	34000 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	21071 kVAR	Pot. trasferita a monte:	40000 kVA
Corrente di impiego Ib:	641,5 A	Potenza totale:	49883 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	9883 kVA
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

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	800 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: + CABINA CONNESSI ONE.QCR36-RAMO 1
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	34000 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	34000 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	21071 kVAR	Pot. trasferita a monte:	40000 kVA
Corrente di impiego Ib:	641,5 A	Potenza totale:	56118 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	16118 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:	0,8
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	3,246* 10¹⁰A²s
Materiale conduttore:	RAME	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,51 %
Lunghezza linea:	10800 m	Caduta di tensione totale a Ib:	1,51 %
Corrente ammissibile Iz:	1338 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	43,8 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	57,2 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	641,5<=900<=1338 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	25 kA	I _{k2min} :	11,9 kA
I _{kv} max a valle:	15,5 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,7 A	I _{p1ft} :	0,373 kA
I _k max:	15,5 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	61,7 kA	Z _k min:	1476 mohm
I _k min:	13,7 kA	Z _k max:	1517 mohm
I _{k2ftmax} :	13,4 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	53,5 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	11,8 kA	Z _{k1ftmin} :	150874 mohm
I _{k2max} :	13,4 kA	Z _{k1ftmax} :	150891 mohm
I _{p2} :	53,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)		
Corrente nominale protez.:	900 A	Taratura differenziale:	0 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + CABINA DI SMI STAMENT.QCS36-U1
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	34000 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	34000 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	21071 kVAR	Pot. trasferita a monte:	40000 kVA
Corrente di impiego Ib:	641,5 A	Potenza totale:	44271 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	4271 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	15,5 kA	I _{k2min} :	11,9 kA
I _{kv} max a valle:	15,5 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,7 A	I _{p1ft} :	0,337 kA
I _k max:	15,5 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	34,5 kA	Z _k min:	1476 mohm
I _k min:	13,7 kA	Z _k max:	1517 mohm
I _{k2ftmax} :	13,4 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	29,9 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	11,8 kA	Z _{k1ftmin} :	150874 mohm
I _{k2max} :	13,4 kA	Z _{k1ftmax} :	150891 mohm
I _{p2} :	29,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	710 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CABINA DI SMI STAMENT.QCS36-RAMO - CLUSTER 1
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	20400 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	20400 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	12643 kVAR	Pot. trasferita a monte:	24000 kVA
Corrente di impiego Ib:	384,9 A	Potenza totale:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	-2176 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,8
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10 ⁹ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,337 %
Lunghezza linea:	1800 m	Caduta di tensione totale a Ib:	1,85 %
Corrente ammissibile Iz:	497,6 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	65,9 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	59,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	Non verificato

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	15,5 kA	I _{k2min} :	10,1 kA
I _{kv} max a valle:	13,6 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,8 A	I _{p1ft} :	0,337 kA
I _k max:	13,6 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	34,5 kA	Z _k min:	1684 mohm
I _k min:	11,7 kA	Z _k max:	1782 mohm
I _{k2ftmax} :	11,8 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	29,9 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	10,1 kA	Z _{k1ftmin} :	150768 mohm
I _{k2max} :	11,8 kA	Z _{k1ftmax} :	150799 mohm
I _{p2} :	29,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)		
Corrente nominale protez.:	350 A	Taratura differenziale:	0 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+ CABINA DI SMI STAMENT.QCS36-RAMO - CLUSTER 2
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	13600 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	13600 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	8429 kVAR	Pot. trasferita a monte:	16000 kVA
Corrente di impiego Ib:	256,6 A	Potenza totale:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	5824 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,8
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10 ⁹ A ² s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,699 %
Lunghezza linea:	5600 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,21 %
Corrente ammissibile Iz:	497,6 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	46 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	59,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	256,6<=350<=497,6 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	15,5 kA	I _{k2min} :	7,53 kA
I _{kv} max a valle:	10,7 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,337 kA
I _k max:	10,7 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	34,5 kA	Z _k min:	2138 mohm
I _k min:	8,69 kA	Z _k max:	2391 mohm
I _{k2ftmax} :	9,28 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	29,9 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,51 kA	Z _{k1ftmin} :	150544 mohm
I _{k2max} :	9,26 kA	Z _{k1ftmax} :	150605 mohm
I _{p2} :	29,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51-51N)		
Corrente nominale protez.:	350 A	Taratura differenziale:	0 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 1.WTG 01-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	20400 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	20400 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	12643 kVAR	Pot. trasferita a monte:	24000 kVA
Corrente di impiego Ib:	384,9 A	Potenza totale:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	-2176 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	13,6 kA	I _{k2min} :	10,1 kA
I _{kv} max a valle:	13,6 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,8 A	I _{p1ft} :	0,316 kA
I _k max:	13,6 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	28,3 kA	Z _k min:	1684 mohm
I _k min:	11,7 kA	Z _k max:	1782 mohm
I _{k2ftmax} :	11,8 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	24,6 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	10,1 kA	Z _{k1ftmin} :	150768 mohm
I _{k2max} :	11,8 kA	Z _{k1ftmax} :	150799 mohm
I _{p2} :	24,5 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _d :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+ CLUSTER 1.WTG 01-PARTENZA**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	13600 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	13600 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	8429 kVAR	Pot. trasferita a monte:	16000 kVA
Corrente di impiego Ib:	256,6 A	Potenza totale:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	5824 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,8
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10⁹A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,212 %
Lunghezza linea:	1700 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,06 %
Corrente ammissibile Iz:	497,6 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	46 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	59,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	256,6 <= 350 <= 497,6 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	13,6 kA	I _{k2min} :	8,79 kA
I _{kv} max a valle:	12,1 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,316 kA
I _k max:	12,1 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	28,3 kA	Z _k min:	1885 mohm
I _k min:	10,1 kA	Z _k max:	2049 mohm
I _{k2ftmax} :	10,5 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	24,6 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	8,77 kA	Z _{k1ftmin} :	150667 mohm
I _{k2max} :	10,5 kA	Z _{k1ftmax} :	150712 mohm
I _{p2} :	24,5 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	350 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+ CLUSTER 1.WTG 01-TRASFORMATORE**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	13,6 kA	I _{k2min} :	10,1 kA
I _{kv} max a valle:	13,6 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,8 A	I _{p1ft} :	0,316 kA
I _k max:	13,6 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	28,3 kA	Z _k min:	1684 mohm
I _k min:	11,7 kA	Z _k max:	1782 mohm
I _{k2ftmax} :	11,8 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	24,6 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	10,1 kA	Z _{k1ftmin} :	150768 mohm
I _{k2max} :	11,8 kA	Z _{k1ftmax} :	150799 mohm
I _{p2} :	24,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CLUSTER 1.WTG 02-ARRIVO
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Distribuzione generica		Sistema distribuzione:	
Tipologia utenza:			Alta
Potenza nominale:	13600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	13600 kW	Pot. trasferita a monte:	16000 kVA
Potenza reattiva:	8429 kVAR	Potenza totale:	21824 kVA
Corrente di impiego Ib:	256,6 A	Potenza disponibile:	5824 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	12,1 kA	I _{k2min} :	8,79 kA
I _{kv} max a valle:	12,1 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,303 kA
I _k max:	12,1 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	24,2 kA	Z _k min:	1885 mohm
I _k min:	10,1 kA	Z _k max:	2049 mohm
I _{k2ftmax} :	10,5 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	21 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	8,77 kA	Z _{k1ftmin} :	150667 mohm
I _{k2max} :	10,5 kA	Z _{k1ftmax} :	150712 mohm
I _{p2} :	21 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+ CLUSTER 1.WTG O2-PARTENZA**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	6800 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza totale:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	13824 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,8
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10⁹A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,125 %
Lunghezza linea:	2000 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,18 %
Corrente ammissibile Iz:	497,6 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	34 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	59,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib <= In <= Iz:	128,3 <= 350 <= 497,6 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	12,1 kA	I _{k2min} :	7,58 kA
I _{kv} max a valle:	10,8 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,303 kA
I _k max:	10,8 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	24,2 kA	Z _k min:	2126 mohm
I _k min:	8,75 kA	Z _k max:	2374 mohm
I _{k2ftmax} :	9,33 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	21 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,56 kA	Z _{k1ftmin} :	150550 mohm
I _{k2max} :	9,31 kA	Z _{k1ftmax} :	150610 mohm
I _{p2} :	21 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	350 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+ CLUSTER 1.WTG 02-TRASFORMATORE
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	12,1 kA	I _{k2min} :	8,79 kA
I _{kv} max a valle:	12,1 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,303 kA
I _k max:	12,1 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	24,2 kA	Z _k min:	1885 mohm
I _k min:	10,1 kA	Z _k max:	2049 mohm
I _{k2ftmax} :	10,5 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	21 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	8,77 kA	Z _{k1ftmin} :	150667 mohm
I _{k2max} :	10,5 kA	Z _{k1ftmax} :	150712 mohm
I _{p2} :	21 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CLUSTER 1.WTG 03-ARRIVO
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Distribuzione generica			
Tipologia utenza:		Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	21824 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	13824 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,8 kA	I _{k2min} :	7,58 kA
I _{kv} max a valle:	10,8 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,292 kA
I _k max:	10,8 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,7 kA	Z _k min:	2126 mohm
I _k min:	8,75 kA	Z _k max:	2374 mohm
I _{k2ftmax} :	9,33 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	18 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,56 kA	Z _{k1ftmin} :	150550 mohm
I _{k2max} :	9,31 kA	Z _{k1ftmax} :	150610 mohm
I _{p2} :	17,9 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _d :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+ CLUSTER 1.WTG 03-PARTENZA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Distribuzione generica			
Tipologia utenza:		Sistema distribuzione:	Alta
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:	21824 kVA
Corrente di impiego Ib:	0 A	Potenza disponibile:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,8 kA	I _{k2min} :	7,58 kA
I _{kv} max a valle:	10,8 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,292 kA
I _k max:	10,8 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,7 kA	Z _k min:	2126 mohm
I _k min:	8,75 kA	Z _k max:	2374 mohm
I _{k2ftmax} :	9,33 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	18 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,56 kA	Z _{k1ftmin} :	150550 mohm
I _{k2max} :	9,31 kA	Z _{k1ftmax} :	150610 mohm
I _{p2} :	17,9 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	350 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _d :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+ CLUSTER 1.WTG 03-TRASFORMATORE
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,8 kA	I _{k2min} :	7,58 kA
I _{kv} max a valle:	10,8 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,292 kA
I _k max:	10,8 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,7 kA	Z _k min:	2126 mohm
I _k min:	8,75 kA	Z _k max:	2374 mohm
I _{k2ftmax} :	9,33 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	18 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,56 kA	Z _{k1ftmin} :	150550 mohm
I _{k2max} :	9,31 kA	Z _{k1ftmax} :	150610 mohm
I _{p2} :	17,9 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: + CLUSTER 2.WTG 04-ARRIVO
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	13600 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	13600 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	8429 kVAR	Pot. trasferita a monte:	16000 kVA
Corrente di impiego Ib:	256,6 A	Potenza totale:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	5824 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,7 kA	I _{k2min} :	7,53 kA
I _{kv} max a valle:	10,7 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,292 kA
I _k max:	10,7 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,5 kA	Z _k min:	2138 mohm
I _k min:	8,69 kA	Z _k max:	2391 mohm
I _{k2ftmax} :	9,28 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	17,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,51 kA	Z _{k1ftmin} :	150544 mohm
I _{k2max} :	9,26 kA	Z _{k1ftmax} :	150605 mohm
I _{p2} :	17,8 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+ CLUSTER 2.WTG 04-PARTENZA**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	6800 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza totale:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	13824 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
I solante (fase+ neutro+ PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,8
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	3,359* 10⁹A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,084 %
Lunghezza linea:	1350 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,29 %
Corrente ammissibile Iz:	497,6 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	34 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	59,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	128,3<=350<=497,6 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,7 kA	I _{k2min} :	6,88 kA
I _{kv} max a valle:	9,93 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138,1 A	I _{p1ft} :	0,292 kA
I _k max:	9,93 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,5 kA	Z _k min:	2302 mohm
I _k min:	7,94 kA	Z _k max:	2616 mohm
I _{k2ftmax} :	8,62 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	17,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,86 kA	Z _{k1ftmin} :	150465 mohm
I _{k2max} :	8,6 kA	Z _{k1ftmax} :	150537 mohm
I _{p2} :	17,8 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	350 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+ CLUSTER 2.WTG 04-TRASFORMATORE**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,7 kA	I _{k2min} :	7,53 kA
I _{kv} max a valle:	10,7 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,292 kA
I _k max:	10,7 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,5 kA	Z _k min:	2138 mohm
I _k min:	8,69 kA	Z _k max:	2391 mohm
I _{k2ftmax} :	9,28 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	17,8 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	7,51 kA	Z _{k1ftmin} :	150544 mohm
I _{k2max} :	9,26 kA	Z _{k1ftmax} :	150605 mohm
I _{p2} :	17,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+ CLUSTER 2.WTG 05-ARRIVO
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	6800 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza totale:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	13824 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	9,93 kA	I _{k2min} :	6,88 kA
I _{kv} max a valle:	9,93 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138,1 A	I _{p1ft} :	0,286 kA
I _k max:	9,93 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	18,7 kA	Z _k min:	2302 mohm
I _k min:	7,94 kA	Z _k max:	2616 mohm
I _{k2ftmax} :	8,62 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	16,2 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,86 kA	Z _{k1ftmin} :	150465 mohm
I _{k2max} :	8,6 kA	Z _{k1ftmax} :	150537 mohm
I _{p2} :	16,2 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+ CLUSTER 2.WTG 05-PARTENZA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:		Distribuzione generica	
Potenza nominale:	0 kW	Sistema distribuzione:	Alta
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:	21824 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Potenza disponibile:	21824 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	9,93 kA	I _{k2min} :	6,88 kA
I _{kv} max a valle:	9,93 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138,1 A	I _{p1ft} :	0,286 kA
I _k max:	9,93 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	18,7 kA	Z _k min:	2302 mohm
I _k min:	7,94 kA	Z _k max:	2616 mohm
I _{k2ftmax} :	8,62 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	16,2 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,86 kA	Z _{k1ftmin} :	150465 mohm
I _{k2max} :	8,6 kA	Z _{k1ftmax} :	150537 mohm
I _{p2} :	16,2 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico I _{ns} :	350 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione P _{dI} :	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+ CLUSTER 2.WTG 05-TRASFORMATORE**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	9,93 kA	I _{k2min} :	6,88 kA
I _{kv} max a valle:	9,93 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138,1 A	I _{p1ft} :	0,286 kA
I _k max:	9,93 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	18,7 kA	Z _k min:	2302 mohm
I _k min:	7,94 kA	Z _k max:	2616 mohm
I _{k2ftmax} :	8,62 kA	Z _{k2} min:	0 mohm
I _{p2ft} :	16,2 kA	Z _{k2} max:	0 mohm
I _{k2ftmin} :	6,86 kA	Z _{k1ftmin} :	150465 mohm
I _{k2max} :	8,6 kA	Z _{k1ftmax} :	150537 mohm
I _{p2} :	16,2 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I (50-51)	Potere di interruzione Pdl:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 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:	34000 kW
Fattore di potenza:	0,85
Corrente totale di impiego:	641,5 A
Potenza carichi collegati [kW]:	34000 kW

Parametri di guasto lato fornitura

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

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						

CABINA CONNESSIONE QCR36

RAMO 1	3x(2x630)	RAME	10800	1338	43,8	30	1,51	
	RG7H1R 26/45 kV	HEPR	1	0,8	57,2	3,246*10 ¹⁰	2,12	
	CEI 11-17 (Utenze 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CABINA DI SMISTAMENTO OCS36

RAMO - CLUSTER 1	3x(1x630)	ALLUMINIO	1800	497,6	65,9	30	1,85	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,8	59,7	3,359*10 ⁹	2,42	
	CEI 11-17 (Utenze 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

RAMO - CLUSTER 2	3x(1x630)	ALLUMINIO	5600	497,6	46	30	2,21	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,8	59,7	3,359*10 ⁹	3,07	
	CEI 11-17 (Utenze 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CLUSTER 1 WTG 01

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	1700	497,6	46	30	2,06	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,8	59,7	3,359*10 ⁹	2,71	
	CEI 11-17 (Utenze 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CLUSTER 1 WTG 02

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	2000	497,6	34	30	2,18	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,8	59,7	3,359*10 ⁹	3,05	
	CEI 11-17 (Utenze 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	I solante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K²S² F [A²s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						

CLUSTER 2 WTG 04

PARTENZA	3x(1x630)	ALLUMINIO	1350	497,6	34	30	2,29	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,8	59,7	3,359* 10 ⁹	3,3	
	CEI 11-17 (Utente 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

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]

CABINA CONNESSIONE QCR36

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
RAMO 1	25	0,1	n.c.	0	15,5	0,152	0,373	0,138	13,4	53,5	11,8
	137,7	0,103	15,5	61,7	13,7				13,4	53,5	11,9

CABINA DI SMI STAMENT QCS36

U1	15,5	0,187	n.c.	0	15,5	0,152	0,337	0,138	13,4	29,9	11,8
	137,7	0,103	15,5	34,5	13,7				13,4	29,8	11,9
RAMO - CLUSTER 1	15,5	0,187	n.c.	0	13,6	0,152	0,337	0,138	11,8	29,9	10,1
	137,8	0,105	13,6	34,5	11,7				11,8	29,8	10,1
RAMO - CLUSTER 2	15,5	0,187	n.c.	0	10,7	0,152	0,337	0,138	9,28	29,9	7,51
	138	0,109	10,7	34,5	8,69				9,26	29,8	7,53

CLUSTER 1 WTG 01

ARRIVO	13,6	0,248	n.c.	0	13,6	0,152	0,316	0,138	11,8	24,6	10,1
	137,8	0,105	13,6	28,3	11,7				11,8	24,5	10,1
PARTENZA	13,6	0,248	n.c.	0	12,1	0,152	0,316	0,138	10,5	24,6	8,77
	137,9	0,106	12,1	28,3	10,1				10,5	24,5	8,79
TRASFORMATORE	13,6	0,248	n.c.	0	13,6	0,152	0,316	0,138	11,8	24,6	10,1
	137,8	0,105	13,6	28,3	11,7				11,8	24,5	10,1

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 02

ARRIVO	12,1	0,292	n.c.	0	12,1	0,152	0,303	0,138	10,5	21	8,77
	137,9	0,106	12,1	24,2	10,1				10,5	21	8,79
PARTENZA	12,1	0,292	n.c.	0	10,8	0,152	0,303	0,138	9,33	21	7,56
	138	0,109	10,8	24,2	8,75				9,31	21	7,58
TRASFORMATORE	12,1	0,292	n.c.	0	12,1	0,152	0,303	0,138	10,5	21	8,77
	137,9	0,106	12,1	24,2	10,1				10,5	21	8,79

CLUSTER 1 WTG 03

ARRIVO	10,8	0,332	n.c.	0	10,8	0,152	0,292	0,138	9,33	18	7,56
	138	0,109	10,8	20,7	8,75				9,31	17,9	7,58
PARTENZA	10,8	0,332	n.c.	0	10,8	0,152	0,292	0,138	9,33	18	7,56
	138	0,109	10,8	20,7	8,75				9,31	17,9	7,58
TRASFORMATORE	10,8	0,332	n.c.	0	10,8	0,152	0,292	0,138	9,33	18	7,56
	138	0,109	10,8	20,7	8,75				9,31	17,9	7,58

CLUSTER 2 WTG 04

ARRIVO	10,7	0,334	n.c.	0	10,7	0,152	0,292	0,138	9,28	17,8	7,51
	138	0,109	10,7	20,5	8,69				9,26	17,8	7,53
PARTENZA	10,7	0,334	n.c.	0	9,93	0,152	0,292	0,138	8,62	17,8	6,86
	138,1	0,11	9,93	20,5	7,94				8,6	17,8	6,88
TRASFORMATORE	10,7	0,334	n.c.	0	10,7	0,152	0,292	0,138	9,28	17,8	7,51
	138	0,109	10,7	20,5	8,69				9,26	17,8	7,53

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 05

ARRIVO	9,93	0,356	n.c.	0	9,93	0,152	0,286	0,138	8,62	16,2	6,86
	138,1	0,11	9,93	18,7	7,94				8,6	16,2	6,88
PARTENZA	9,93	0,356	n.c.	0	9,93	0,152	0,286	0,138	8,62	16,2	6,86
	138,1	0,11	9,93	18,7	7,94				8,6	16,2	6,88
TRASFORMATORE	9,93	0,356	n.c.	0	9,93	0,152	0,286	0,138	8,62	16,2	6,86
	138,1	0,11	9,93	18,7	7,94				8,6	16,2	6,88