

REGIONE SICILIANA
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
COMUNI DI CALATAFIMI SEGESTA E GIBELLINA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A
 $P_n = 75,4 \text{ MW}$ ($P_i = 72 \text{ MW}$), SU TERRENO SITO NEL COMUNE DI CALATAFIMI SEGESTA (TP)
IN CATASTO AI FG. 94 P.LLE 246, 247, 368, 248, 340, 411, AL FG. 99 P.LLE 93, 92, 3, AL FG. 107 P.LLE
7, 15, 16, 123, 209, 208, 54, 206, AL FG. 104 P.LLE 4, 49, 33, 156, 157, AL FG. 106 P.LLE 93, 86, 23, 94,
AL FG. 107 P.LLA 44, AL FG. 105 P.LLA 128, AL FG. 115 P.LLE 192, 136, 281, 66, 208, AL FG. 117 P.LLE
38, 28, E AL FG. 98 P.LLE 468, 463, 469, 470, 471 E ALTRE AFFERENTI ALLE OPERE DI RETE NEI
COMUNI DI CALATAFIMI SEGESTA E GIBELLINA (TP)

Timbro e firma del progettista Capital Engineering snc Ing. Vincenzo Massaro   Capital Engineering snc Ing. Salvatore Li Vigni 	Timbri autorizzativi
--	----------------------

RELAZIONE DI CALCOLO LINEE ELETTRICHE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO							
Livello prog.	ID Terna S.p.A.	Tipo Elabor.	N.ro Elabor.	Project ID	NOME FILE	DATA	SCALA
PDef	202100949	Relazione	04	CANICHIDDEUSI	CANICCHIDEUSI Rel. Calcolo linee elettriche del 05 12 2022.docx	09.12.2022	-
REVISIONI							
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
Rev.00	09.12.2022	Prima emissione			MC	MTM	VM

IL PROPONENTE CANICHIDDEUSI WIND SRL Sede legale: Corso di Porta Vittoria, 9 - 20122 - Milano PEC: canichiddeusiwind@mailcertificata.net P.IVA 12673200965	PROGETTO DI  Capital Engineering S.n.c. Sede legale: Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo e-mail: info@capitalengineering.it SU INCARICO DI  Grounded Clean Ventures Coolbine S.r.L. Sede legale: Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo e-mail: progettazione@coolbine.it
---	--

Sommario

1.	Descrizione generale degli impianti.....	2
1.1	Generalità	2
2.	Riferimenti normativi.....	4
2.1.	Leggi	4
2.2.	Norme del comitato elettrotecnico italiano CEI, UNI e UNEL	4
3.	Caratteristiche generali del sito.....	5
3.1.	Inquadramento Geografico	5
3.3.	Usò attuale del sito	5
3.4.	Permessi e servitù	6
4.	Descrizione delle opere	6
4.1.	Indirizzo del sito dell'impianto	6
4.2.	Connessione alla rete elettrica pubblica	7
4.3.	Cavi elettrici e di cablaggio.....	7
4.4.	Contributo al cortocircuito impianto di generazione	7
4.4.1	Generatori.	7
4.4.2	Cavi e linee.....	8
4.4.3	Correnti di guasto	9
4.4.4.	Calcolo linea elettrica per la connessione dell'impianto	10
5.	Valutazione preliminare impatto elettromagnetico	54

1. Descrizione generale degli impianti

1.1 Generalità

L'impianto eolico denominato "CANICHIDDEUSI", che ricade nei Comuni di Calatafimi-Segesta (TP), è costituito da tredici aerogeneratori, uno dei quali avente potenza nominale di 3400 kW (anche denominato CAN A) e dodici aventi potenza nominale di 6000 kW (anche denominati CAN B) per una potenza complessiva di 75,4 MW. Ogni aerogeneratore comprende un generatore asincrono trifase da 3400 kW o 6000kW, un convertitore da 4400 kW o 6550 kW e un trasformatore da 4000 kVA (30/0,65 kV) o 7300 kV (30/0,8 kV). Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione.

Gli aerogeneratori saranno interconnessi tramite un sistema di cavidotti MT interrati a 30 kV alla nuova Cabina di Parallelo. Dalla cabina di Parallelo, tramite un cavidotto MT interrato a 30 kV, saranno successivamente connessi alla nuova Cabina di Trasformazione Utente 30/36kV e, da questa, tramite cavidotto interrato a 36 kV da inserire in antenna alla nuova stazione elettrica (SE) 220/36kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220kV "Partinico – Partanna", saranno connessi alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Quindi, gli aerogeneratori saranno connessi fra loro e alle "Cabina di Parallelo" e "Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV" tramite un sistema di cavidotti MT a 30 kV. In corrispondenza della "Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV" la tensione verrà innalzata da 30kV a 36kV. Da questa, tramite cavidotto interrato a 36kV, l'impianto è poi connesso alla Stazione Elettrica della RTN di nuova realizzazione.

L'impianto elettrico in oggetto comprende sistemi di categoria 0, I, II e III ed è esercito alla frequenza di 50Hz. Si distinguono le seguenti parti:

- il sistema BT a 650 V (Aerogeneratore tipo CAN A) o 800V (Aerogeneratore tipo CAN B), esercito con neutro a terra (montante aerogeneratore);
- il sistema BT a 400 V, per le alimentazioni protette;
- il sistema MT a 30 kV, esercito con neutro isolato;
- il sistema AT a 36 kV, esercito con neutro isolato.

L'impianto è, pertanto, composto dalle seguenti strutture:

- n° 1 aerogeneratore da 3400 kW (tipo CAN A) con annesse, all'interno o nella cabina a base torre, tutte le apparecchiature di macchina;
- n°12 aerogeneratori da 6000 kW (tipo CAN B) con annesse, all'interno o nella cabina a base torre, tutte le apparecchiature di macchina;
- un sistema di cavi MT a 30 kV interrati per il collegamento interno fra gli aerogeneratori, fra questi e la "Cabina di Parallelo" e fra la "Cabina di Parallelo" e la "Cabina di Trasformazione Utente 30kV/36kV";
- n°1 Cabina di Parallelo, posta nell'"Area Cabine di Trasformazione Utente";

- n°1 Cabina di Trasformazione Utente 30/36kV, posta nell' "Area Cabine di Trasformazione Utente";
- impianto di utenza a cura del proponente costituito dal cavidotto 36 kV di vettoriamento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori alla RTN dalla cabina di trasformazione utente 30 kV/36 kV alla nuova SE della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220kV "Partinico – Partanna";
- Gruppi di Misura (GdM) dell'energia prodotta e dell'energia immessa e prelevata dalla rete, a loro volta costituiti dagli Apparecchi di Misura (AdM) e dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA). Particolare rilievo assumono a tal proposito il punto di installazione degli AdM, il punto e le modalità di prelievo di tensione e corrente dei relativi TA e TV, la classe di precisione dei singoli componenti del GdM;
- Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, ed altri impianti e sistemi che rendono possibile il sicuro funzionamento dell'intera installazione e le comunicazioni al suo interno e verso il mondo esterno, in gran parte installati all'interno della Cabina di Parallelo e della Cabina di Trasformazione Utente 30/36kV;
- Apparecchiature di protezione e controllo dell'intera rete MT.

Il tracciato dei cavidotti interrati a 30 kV e a 36kV è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.

Esso utilizza maggiormente corridoi già impegnati dalla viabilità stradale principale e secondaria esistente, con posa del cavidotto il più possibile al margine della sede stradale. I cavidotti interrati sono stati progettati in modo tale da recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi.

Il tracciato dei cavidotti interni a 30kV, si estende per circa 13,5 km, invece il cavidotto a 36kV di collegamento tra la "Cabina di Trasformazione Utente 30/36kV" e la Stazione Elettrica della RTN di nuova realizzazione si estende per circa 11,5 km.

In ottemperanza alle procedure poste in essere, è stata sottoposta al gestore Terna S.p.A. formale istanza di allacciamento dell'impianto in oggetto alla RTN al fine di valutarne la fattibilità tecnica. In data 07/03/2022 con Codice Pratica 202100949 è stata ottenuta da Terna S.p.A. la seguente Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), di cui si riporta di seguito un estratto.

La soluzione tecnica minima generale per Voi elaborata prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la nuova stazione elettrica (SE) a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220kV "Partinico-Partanna".

2. Riferimenti normativi

Per la progettazione si è fatto riferimento alle normative tecniche e di legge riguardanti gli impianti.

2.1. Leggi

- DM 37/08 per quanto concerne la progettazione, la realizzazione, l'utilizzazione e la manutenzione degli impianti ed in particolare per quelli elettrici.
- DPR 547 del 27.04.1955 (ove applicabile) ed aggiornamenti successivi "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro".
- LEGGE n° 186 del 01.03.1968 "Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici".
- LEGGE n° 791 del 18.10.1977 "Attuazione della direttiva CEE n° 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che dovrà possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".
- DLgs. n° 81/08, DLgs n° 626/94 (ove applicabile) "Attuazione delle Direttive CEE n° 89/391, n° 89/654, n° 89/655, n°90/269, n° 90/270, n° 90/394, n° 90/679 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".
- D.P.R. n° 462 del 22/10/01 "Regolamento per la semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici".

2.2. Norme del comitato elettrotecnico italiano CEI, UNI e UNEL

- NORMA CEI-UNEL 35024 2020-05 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa in aria".
- NORMA CEI-UNEL 35011 fasc. 5757 "Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione".
- NORMA CEI-UNEL 35026 2000 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa interrata".
- NORMA CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".
- NORMA CEI 17-13/1 fasc. 5862, 5863, 5922, 6230, 3445, 5666, 4153 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)".
- NORMA CEI 20-27 fasc. 5640 "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione".
- NORMA CEI 20-27;V1 fasc. 6337 "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione".
- NORMA CEI 20-40 fasc. 4831 "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione".
- NORMA CEI EN 50086-2-1 e successive integrazioni e varianti "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche".

- NORMA CEI 23-51 fasc. 2731 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.
- NORMA CEI 23-51;V1 fasc. 4306 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.
- NORMA CEI 34-21 “Apparecchi di illuminazione – Parte I: Prescrizioni generali e prove”.
- NORMA CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione – Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”.
- NORMA CEI 70-1; “Gradi di protezione degli involucri”.
- NORMA CEI 81-10/1 -10/2 – 10/3 e 10/4; “Protezione contro i fulmini – Parte 1 – Principi generali – Parte 2 – Valutazione del rischio – Parte 3 – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone e Parte 4 – Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”.
- NORMA CEI 0-16 Edizione ultima: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica -Criteri di allacciamento di clienti alla rete MT della distribuzione;
- NORMA CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- NORMA CEI 11-25: Calcolo delle correnti di cortocircuito delle reti trifasi a corrente alternata;
- Guida CEI 64-12: Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- Guida CEI 11-37: Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1 kV.

3. Caratteristiche generali del sito

3.1. Inquadramento Geografico

L’impianto è realizzato su terreno, su cui il Committente ha il diritto superficie, situato nel territorio del comune di Calatafimi Segesta e Gibellina, entrambi in Provincia di Trapani, ubicato nell'entroterra della Sicilia Occidentale. Più nel dettaglio:

- gli aerogeneratori e le loro opere civili (strade di accesso e piazzole), accessorie ed elettriche saranno realizzati nel comune di Calatafimi Segesta, tra le contrade Canichiddeusi, Zaccanelli, Furna-Zaccanelli, Valle e Lagani;
- l’impianto di utenza (a cura del proponente) si svilupperà tra i comuni di Calatafimi Segesta e Gibellina;
- l’impianto di rete (a cura del gestore di rete Terna S.p.A.), interesserà il comune di Gibellina.

3.3. Uso attuale del sito

Il sistema di generazione eolica è installato su un sito ad uso prettamente agricolo.

3.4. Permessi e servitù

L'area su cui è prevista l'installazione dell'impianto e delle opere necessarie al suo funzionamento (ivi incluse le opere di connessione alla rete elettrica) è nella disponibilità del proponente in quanto proprietario della stessa oppure oggetto di esproprio per pubblica utilità.

4. Descrizione delle opere

Per quello che attiene la progettazione, i criteri guida a base delle scelte progettuali sono stati quelli di:

- favorire l'accesso degli operatori alle opere;
- rispettare le specifiche riportate nel preventivo di connessione e nella guida per le connessioni alla rete elettrica di Terna S.p.a.

Il sito, oggetto del presente Progetto Definitivo, è ubicato nell'entroterra della Sicilia Occidentale, a circa 3,2 km a Sud del centro abitato di Calatafimi Segesta in provincia di Trapani. Orograficamente è sito su di una formazione collinare tra le contrade di Canichiddeusi, Zaccanelli, Furna-Zaccanelli, Valle e Lagani, caratterizzato da un'altitudine media di 460 m s.l.m.. L'impianto, costituito da n.12 aerogeneratori aventi ciascuno una potenza nominale pari a 6 MW e una potenza massima pari a 6,00 MW e n.1 aerogeneratore avente potenza nominale pari a 3,45 MW e una potenza massima pari a 3,6 MW, è posto a debita distanza rispetto ai fabbricati presenti in zona, rispettando quanto specificato dal DM 10-09-2010 – Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili. La località è caratterizzata da una orografia regolare. Il territorio risulta caratterizzato da ridotti affioramenti rocciosi ed è occupato quasi totalmente a pascolo e vigneto.

Si riportano nella seguente tabella (Tab.2.2) le caratteristiche geometriche e funzionali di progetto dei due aerogeneratori.

Aerogeneratore	Modello (presunto)	Potenza nominale [MW]	Numero pale	Tipologia torre	Altezza mozzo [m]	Diametro rotore [m]	Altezza tip [m]	Velocità cut-in [m/s]	Velocità cut-out [m/s]	Intervallo temperatura ambientale di riferimento [°C]
CAN_01	V162	6,0	3	Troncoconica	125	162	206	3,0	24,0	-20° to +45° C
CAN_02					125	162	206			
CAN_03					166	162	247			
CAN_04					119	162	200			
CAN_05					166	162	247			
CAN_06					125	162	206			
CAN_07					119	162	200			
CAN_08					166	162	247			
CAN_09					119	162	200			
CAN_10	V126	3,4			87	126	150	3,0	22,5	
CAN_11	V162	6,0			119	162	200	3,0	24,0	
CAN_12			119	162	200					
CAN_13			119	162	200					
			119	162	200					

Tab.2.2 - Caratteristiche Geometriche e Funzionali Aerogeneratori di Progetto

4.1. Indirizzo del sito dell'impianto

Contrada Canichiddeusi - Comune di Calatafimi Segesta(TP)

4.2. Connessione alla rete elettrica pubblica

L'impianto eolico utilizzerà per la connessione il seguente punto di connessione di cui si riportano i dati caratteristici.

- Nome Impianto: CANICHIDDEUSI
- Titolare del contratto di fornitura: Canichiddeusi Wind Srl
- Codice Pratica: 202100949
- Tipo di fornitura: trifase in alta tensione (36 kV).

4.3. Cavi elettrici e di cablaggio

I cavi e le canaline sono posati secondo quanto descritto dalle norme CEI 11-17, CEI 0-16, CEI 0-21.

In generale il cablaggio elettrico avviene per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame/alluminio scelti in funzione della effettiva tensione di esercizio e portata e del tipo unificato e/o armonizzato e non propaganti l'incendio e con le seguenti prescrizioni:

- sezione delle anime in rame opportunamente dimensionati in modo da contenere la caduta di potenziale entro il 3% del valore misurato da qualsiasi punto dell'impianto elettrico al gruppo di conversione;
- Tipo FG7(O)R per il sistema di distribuzione in corrente alternata se installati in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;

I cavi sono tutti contrassegnati e chiaramente identificabili, quelli del sistema a corrente continua e/o di segnale da quelli del sistema a corrente alternata. Per i cavi in corrente continua è osservata l'assegnazione dei colori di polarità: polo positivo il color rosso; polo negativo il color nero.

Tutti i percorsi cavi sono realizzati con posa in tubazione (cavidotto), eventualmente in idonee canaline di protezione affrancate alle pareti ma non sono previsti in posa libera.

4.4. Contributo al cortocircuito impianto di generazione

Si riporta la definizione dei parametri di sequenza, in particolare si riportano gli elementi fondamentali per i singoli componenti dell'impianto, ovvero:

- reattanze longitudinali di sequenza per Generatori;
- resistenze e reattanze longitudinali di sequenza per linee e cavi MT;
- reattanze trasversali di sequenza per linee e cavi MT.

4.4.1 Generatori.

Per il generatore eolico si suppone un contributo al corto circuito pari a 4 volte la corrente nominale del generatore eolico, in quanto macchina asincrona:

$$\dot{X}_1'' = \dot{X}_2'' = \frac{A_G}{4 \cdot A_n}$$

e

$$\dot{X}_0'' = 0,30 \cdot \dot{X}_1''$$

dove

- A_n è la potenza nominale apparente in MVA del gruppo generatore
- X_1'' è la reattanza suBTransitoria diretta dell'inverter in per unit (p.u.);
- X_2'' è la reattanza suBTransitoria inversa dell'inverter in per unit (p.u.);
- X_0'' è la reattanza suBTransitoria omopolare dell'inverter in per unit (p.u.).

4.4.2 Cavi e linee

$$\dot{R}_1 = \dot{R}_2 = R_L \cdot \frac{A_G}{V_n^2}$$

$$\dot{X}_1 = \dot{X}_2 = X_L \cdot \frac{A_G}{V_n^2}$$

da cui

$$\dot{Z}_1 = \dot{Z}_2 = \dot{R}_1 + j \cdot \dot{X}_1$$

analogamente

$$\dot{R}_0 = R_{0L} \cdot \frac{A_G}{V_n^2}$$

$$\dot{X}_0 = X_{0L} \cdot \frac{A_G}{V_n^2}$$

da cui

$$\dot{Z}_0 = \dot{R}_0 + j \cdot \dot{X}_0$$

dove

- V_n è la tensione nominale in kV della linea;
- R_L è la resistenza in Ω della linea;
- R_1 è la resistenza diretta della linea in per unit (p.u.);
- R_2 è la resistenza inversa della linea in per unit (p.u.);
- Z_1 è l'impedenza diretta della linea in per unit (p.u.);
- Z_2 è l'impedenza inversa della linea in per unit (p.u.);
- X_L è la reattanza in Ω della linea;

- X_1 è la reattanza diretta della linea in per unit (p.u.);
- X_2 è la reattanza inversa della linea in per unit (p.u.);
- R_{0L} è la resistenza omopolare in Ω della linea;
- R_0 è la resistenza omopolare della linea in per unit (p.u.);
- X_{0L} è la reattanza omopolare in Ω della linea;
- X_0 è la reattanza omopolare della linea in per unit (p.u.);
- Z_0 è l'impedenza omopolare della linea in per unit (p.u.).

Per i cavi si rimanda a quanto appena detto in relazione alle linee, ricordando che per i cavi oltre ai parametri longitudinali sono importanti anche i parametri trasversali ed in particolare la capacità verso terra, soprattutto quella omopolare, C_0 , per la valutazione della corrente da guasto monofase verso terra.

4.4.3 Correnti di guasto

Definita l'impedenza longitudinale equivalente in p.u. nel punto di guasto alla sequenza diretta, inversa e omopolare come:

$$\dot{Z}_{1g} = \sum_{i=1}^n \dot{R}_{1i} + j \cdot \sum_{i=1}^n \dot{X}_{1i}$$

$$\dot{Z}_{2g} = \sum_{i=1}^n \dot{R}_{2i} + j \cdot \sum_{i=1}^n \dot{X}_{2i}$$

$$\dot{Z}_{0g} = \sum_{i=1}^n \dot{R}_{0i} + j \cdot \sum_{i=1}^n \dot{X}_{0i}$$

Le correnti di guasto in termini di modulo (A) e di fase ($^\circ$) sono calcolati con le seguenti espressioni:

a) Corto circuito monofase¹.

$$I_{cc1} = I_R = \frac{1}{(\dot{Z}_{1g} + \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{0g})} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot A_G}{V_n}$$

b) Corto circuito bifase senza terra².

¹ Si suppone un guasto sulla fase R (fase S e fase T integre).

² Si suppone un guasto fra la fase S e la fase T (fase R integra).

$$I_{cc2} = I_S = -I_T = \frac{j \cdot \sqrt{3}}{(\dot{Z}_{1g} + \dot{Z}_{2g})} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot A_G}{V_n}$$

c) Corto circuito bifase con terra³.

$$I_S = \frac{-j \cdot (\dot{Z}_{0g} - \alpha \cdot \dot{Z}_{2g})}{(\dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{0g} + \dot{Z}_{2g} \cdot \dot{Z}_{0g})} \cdot \frac{A_G}{V_n}$$

$$I_T = \frac{j \cdot (\dot{Z}_{0g} - \alpha^2 \cdot \dot{Z}_{2g})}{(\dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{0g} + \dot{Z}_{2g} \cdot \dot{Z}_{0g})} \cdot \frac{A_G}{V_n}$$

dove α rappresenta il fattore complesso di Fortescue pari a e^{j90° .

d) Corto circuito trifase.

$$I_R = \frac{1}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

$$I_S = \frac{\alpha^2}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

$$I_T = \frac{\alpha}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

4.4.4. Calcolo linea elettrica per la connessione dell'impianto

Le scelte progettuali di seguito descritte hanno inoltre tenuto conto delle esigenze operative del committente al fine di raggiungere gli obiettivi riguardanti:

1. la sicurezza,
2. la funzionalità,
3. l'affidabilità,
4. la durata,
5. l'economicità.

La connessione tra l'impianto e la rete elettrica avverrà con una linea interrata (entro cavidotti in PVC). Le caratteristiche della potenza immessa in rete dal generatore, sulla base del quale va effettuato il calcolo di verifica, sono le seguenti:

³ Si suppone un guasto fra la fase S e la fase T (fase R integra).

Areogeneratore					
P_n	V_n	$\text{Cos}\phi_{\text{wind}}$	I_n	S_n	Q_n
kW	kV	rit	A	kVA	kvar
3.400	0,75	0,97	2.698	3.505	852
6.000	0,80	0,97	4.464	6.186	1.504

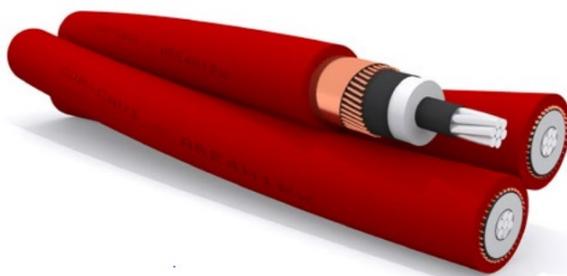
Convertitore				
S_n	$V_{n_generator}$	V_{n_grid}	$\text{Cos}\phi_{\text{wind}}$	I_n
kVA	kV	kV	rit	A
4.400	0,75	0,65	1	3.908
6.550	0,80	0,72	1	5.252

Trasformatore							
S_n	$\text{Cos}\phi$	P_{Fen}	P_{Cun}	V_{1n}	I_{1n}	V_{20}	I_{20}
kVA	rit	kW	kW	kV	A	V	A
4.000	0,20	5,8	29,3	30	77,0	0,65	3.553
7.300	0,20	3,3	62,3	30	140,5	0,72	5.854

Tipo WTG	Tratta			Generazione			
	Da	a	Lungh. km	P_n kW	V_n kV	I_n A	$\text{Cos}\phi_n$ rit
CAN A	CAN 10	CAN 9	0,450	3.361	30	67	0,97
CAN B	CAN 9	CAN 5	1,300	9.292	30	184	0,97
CAN B	CAN 8	CAN 5	0,770	5.931	30	118	0,97
CAN B	CAN 5	CAN 13	0,650	21.154	30	420	0,97
CAN B	CAN 12	CAN 13	0,550	5.931	30	118	0,97
CAN B	CAN 13	Cabina Parallelo	2,600	33.016	30	655	0,97
CAN B	CAN 4	CAN 6	1,320	5.931	30	118	0,97
CAN B	CAN 6	Cabina Parallelo	1,100	11.862	30	235	0,97
CAN B	CAN 7	Cabina Parallelo	0,350	5.931	30	118	0,97
CAN B	CAN 11	Cabina Parallelo	1,000	5.931	30	118	0,97
CAN B	CAN 1	CAN 2	1,200	5.931	30	118	0,97
CAN B	CAN 2	Cabina Parallelo	3,700	11.862	30	235	0,97
CAN B	CAN 3	Cabina Parallelo	2,000	5.931	30	118	0,97
-	Cabina Parallelo	Cabina Trasformazione Utente 30/36kV	11,500	74.533	36	1.232	0,97

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 10 e l'aerogeneratore CAN 09

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 10 (Tipo CAN A) sarà convogliata verso l'aerogeneratore CAN 09 (TIPO B) tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV - 1x3x95-L= 450 m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U_1 : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiali: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio	CONDUCTOR Materiali: stranded wire aluminium
	SEMICONDUKTIVO INTERNO Materiali: Mescola estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Materiali: extruded compound Colours: Black
	ISOLANTE Materiali: Mescola di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Materiali: polyethylene compound Colours: Natural
	SEMICONDUKTIVO ESTERNO Materiali: Mescola estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Materiali: extruded compound Colours: Black
	SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso e controspirale Materiali: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colours: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiali: PVC di qualità R ₂ /ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Materiali: PVC compound, R ₂ quality Colours: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione Size	Capacità nominale Nominal capacity	Corrente capacitiva nominale a tensione U_1 Nominal capacitive current at voltage U_1	Reattanza di fase a 50 Hz Reactance phase 50Hz	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C Screen max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Portata di corrente Current rating		Corrente di corto circuito del conduttore Short circuit current con- ductor (I _s)
							A	Interrato a 20° C Underground at 20° C	
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 30° C	Rt=1m ² /CW	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 244 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 207 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_1 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_1 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_1 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x95mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	450 metri

Risulta pertanto:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 67 \cdot (0,320 \cdot 450 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 450 \cdot 0,24)}{1000} \cong 17,8V$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{17,8}{30000} \cdot 100 = 0,059\% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 09 e l'aerogeneratore CAN 05

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 9, cumulata a quella prodotta dall'aerogeneratore CAN10 sarà convogliata verso l'aerogeneratore CAN 5 (tipo CAN B) tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV - 1x3x240 - L=1300m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium
	SEMICONDUTTIVO INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUTTIVO ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso e controspirale Materiale: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità R2/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, R2 quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0	Reattanza di fase a 50 Hz	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_0	Reactance phase 50Hz	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (I _{sc})
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	A	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,0 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 429 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,91 = 365 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_2 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_2 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_2 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x240mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	1300 metri

Risulta pertanto:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 184 \cdot (0,125 \cdot 1300 \cdot 0,97 + 0,115 \cdot 1300 \cdot 0,24)}{1000} \cong 61,9 \text{ V}$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{61,9}{30000} \cdot 100 = 0,18 \% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 08 e l'aerogeneratore CAN 05

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 8 (tipo CAN B) sarà convogliata verso l'aerogeneratore CAN 5 tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV - 3x1x95-L=770,0 m.



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U_n : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composta di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: mescola di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHEMIO Type: Fil di rame rosso e controspirale Materiale: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità R2/S2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, R2 quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione Size	Capacità nominale Nominal capacity	Corrente capacitiva nominale a tensione U_n Nominal capacitive current at voltage U_n	Reattanza di fase a 50 Hz Reactance phase 50HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C Screen max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Portata di corrente Current rating		Corrente di corto circuito del conduttore Short circuit current conductor (1s)
							A	interrato a 20° C Underground at 20° C	
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 244 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 207 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_3 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_3 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_3 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x95 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	770 metri

Risulta pertanto:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 118 \cdot (0,320 \cdot 770 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 7700 \cdot 0,24)}{1000} \cong 53,7 \text{ V}$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{53,7}{30000} \cdot 100 = 0,2\% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 05 e l'aerogeneratore CAN 13

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 5 cumulata a quella prodotta dagli aerogeneratori CAN8, CAN, 9 e CAN 10 sarà convogliata verso l'aerogeneratore CAN13 (tipo CAN B) tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV - 1x3x240-L=650m (in doppia terna);



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION		
	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Mescola di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso e controspirale Materiale: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità R ₂ /ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, R ₂ quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0	Reattanza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_0	Reactance phase 50Hz	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (1s)
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	A	kA
35	0.13	0.74	0.153	0.868	3.0	1.115	160	3.2
50	0.13	0.83	0.149	0.641	3.0	0.825	198	4.6
70	0.15	0.92	0.140	0.443	3.0	0.570	243	6.5
95	0.16	1.01	0.132	0.320	3.0	0.412	289	8.8
120	0.18	1.10	0.127	0.253	3.0	0.328	334	11.1
150	0.19	1.16	0.123	0.206	3.0	0.268	373	13.8
185	0.21	1.22	0.119	0.164	3.0	0.213	426	17.0
240	0.22	1.37	0.115	0.125	3.0	0.163	494	22.1
300	0.24	1.49	0.111	0.100	3.0	0.132	555	27.6
400	0.27	1.64	0.107	0.0778	3.0	0.103	630	36.8
500	0.29	1.79	0.103	0.0605	3.0	0.081	714	46.0
630	0.32	1.96	0.100	0.0469	3.0	0.064	793	58.0
3x1x35	0.13	0.74	0.153	0.868	3.0	1.115	160	3.2
3x1x50	0.13	0.83	0.149	0.641	3.0	0.825	198	4.6
3x1x70	0.15	0.92	0.140	0.443	3.0	0.570	243	6.5
3x1x95	0.16	1.01	0.132	0.320	3.0	0.412	289	8.8
3x1x120	0.18	1.10	0.127	0.253	3.0	0.328	334	11.1
3x1x150	0.19	1.16	0.123	0.206	3.0	0.268	373	13.8
3x1x185	0.21	1.22	0.119	0.164	3.0	0.213	426	17.0
3x1x240	0.22	1.37	0.115	0.125	3.0	0.163	494	22.1
3x1x300	0.24	1.49	0.111	0.100	3.0	0.132	555	27.6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 2 \cdot 429 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 810 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo in doppia terna;
- I_0 è la portata teorica del cavo in doppia terna.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_4 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_4 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_4 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	2x(3x1x240) mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	650 metri

Risulta pertanto:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 420 \cdot (0,125 \cdot 650 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 650 \cdot 0,24)}{1000} \cong 70,5 \text{ V}$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{70,5}{30000} \cdot 100 = 0,2\% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 12 e l'aerogeneratore CAN 13

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 12 (tipo CAN B) sarà convogliata verso l'aerogeneratore CAN 13 tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV-1x3x95-L=550m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U_1 : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio	CONDUCTOR Materiale: stranded wire aluminium
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Materiale: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Materiale: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Materiale: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso e controspirale Materiale: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità Rz/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Materiale: PVC compound, Rz quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_1	Reattanza di fase a 50 Hz	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_1	Reactance phase 50Hz	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (1s)
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 20° C in air at 20° C interrato a 20° C Underground at 20° C	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 244 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 207 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo .

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_5 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_5 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_5 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].
-

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x95 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	550 metri

Risulta pertanto:

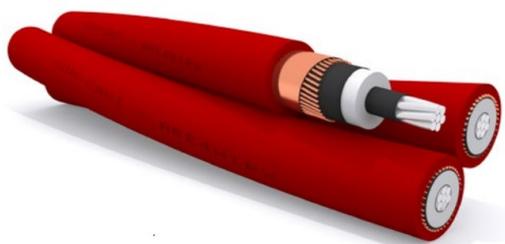
$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 118 \cdot (0,320 \cdot 550 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 550 \cdot 0,24)}{1000} \cong 38,4 \text{ V}$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{38,4}{30000} \cdot 100 = 0,13\% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 13 e la Cabina di Parallelo

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN13 cumulata a quella prodotta dai generatori CAN 05, CAN 08, CAN 09, CAN 10, CAN 12 e CAN 13 sarà convogliata verso la Cabina Parallelo tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV – 3x1x240-L=2600m (in doppia terna);



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a cordo rotondo compatto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminum
	SEMICONDUETTIVO INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUETTIVO ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Filo di rame rosso e controspiralato Materiale: Rame rosso (R max 3 Q/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Q/km)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità R2/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, R2 quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0	Reattanza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_0	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (1s)
							A	
							in aria a 20° C in air at 20° C	
							interrato a 20° C Underground at 20° C	
							Rt=1m°C/W	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 2 \cdot 419 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 810 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo in doppia terna;
- I_0 è la portata teorica del cavo in doppia terna.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_6 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_6 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_6 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].
-

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	2x(3x1x240) mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	2600 metri

Risulta pertanto:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 655 \cdot (0,125 \cdot 2600 \cdot 0,97 + 0,115 \cdot 2600 \cdot 0,24)}{1000} \cong 440,1 \text{ V}$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{440,1}{30000} \cdot 100 = 1,5 \% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 04 e l'aerogeneratore CAN 06

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 04 (tipo CAN B) sarà convogliata verso la cabina a base torre dell'aerogeneratore CAN 06 (tipo CAN B) tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV – 3x1x95-L=1320m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiali: Conduttore a corda rotonda composta di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiali: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiali: Miscela di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiali: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Fil di rame rosso e contrappeso Materiali: Rame rosso (Ø max 3 Ø/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (Ø max 3 Ø/km)
	GUAINA ESTERNA Materiali: PVC di qualità Ra/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, Ra quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0	Reattanza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente		Corrente di corto circuito del conduttore
							Current rating		
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_0	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	A		Short circuit current conductor (I _{sc})
							in aria a 20° C	interrato a 20° C Underground at 20° C	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 244 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 207 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_7 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_7 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_7 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].
-

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x95 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	1320 metri

Risulta pertanto:

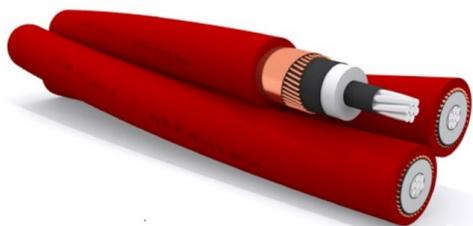
$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 118 \cdot (0,320 \cdot 2600 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 2600 \cdot 0,24)}{1000} \cong 92,1 V$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{92,1}{30000} \cdot 100 = 0,3 \% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 06 e la Cabina di Parallelo

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 06 cumulata a quella prodotta dall'aerogeneratore CAN 04 sarà convogliata verso la Cabina di Parallelo tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV – 3x1x240-L=1100m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U_1 : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interrato diretto; aria libera; interrato con protezione.

CONSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiali: Conduttore a corda retarda composto di alluminio Colore: Naro	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium Colours: Black
	SEMICONDUKTIVO INTERNO Materiali: Mescola estrusa Colore: Naro	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colours: Black
	ISOLANTE Materiali: Miscela di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUKTIVO ESTERNO Materiali: Mescola estrusa Colore: Naro	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colours: Black
	SCHERMO Tipo: Fil di rame rosso e contrapposito Materiali: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colours: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiali: PVC di qualità Rz/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, Rz quality Colours: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_1	Reattanza di fase a 50 Hz	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore	
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_1	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (1s)	
							in aria a 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C	
$n^{\circ} \times mm^2$	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Rt=1m°C/W	kA	
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 429 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 365 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_g \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_g \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_g è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x240 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	1100 metri

Risulta pertanto:

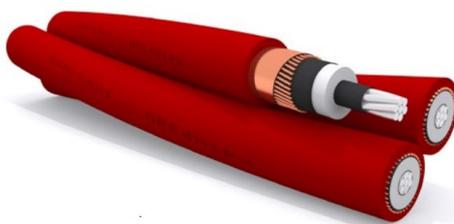
$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 235 \cdot (0,125 \cdot 1100 \cdot 0,97 + 0,115 \cdot 1100 \cdot 0,24)}{1000} \cong 66,9 V$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{66,9}{30000} \cdot 100 = 0,223\% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 07 e la Cabina di Parallelo

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 07 (tipo CAN B) sarà convogliata verso la Cabina di Parallelo tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV – 3x1x95-L=350m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U_1 : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interrato diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiali: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio	CONDUCTOR Materiali: stranded wire aluminium
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiali: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Materiali: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiali: Miscela di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Materiali: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiali: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Materiali: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: F8 di rame rosso e contropiolo Materiali: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUBBIA ESTERNA Materiali: PVC di qualità R ₂ /ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Materiali: PVC compound, R ₂ quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione Size	Capacità nominale Nominal capacity	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0 Nominal capacitive current at voltage U_0	Reattanza di fase a 50 HZ Reactance phase 50HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C Screen max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Portata di corrente Current rating A	Corrente di corto circuito del conduttore Short circuit current conductor (1s) kA	
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 20° C in air at 20° C interrato a 20° C Underground at 20° C Rt=1m°C/W		
35	0.13	0.74	0.153	0.868	3.0	1.115	160	156	3.2
50	0.13	0.83	0.149	0.641	3.0	0.825	198	181	4,6
70	0.15	0.92	0.140	0.443	3.0	0.570	243	222	6,5
95	0.16	1.01	0.132	0.320	3.0	0.412	289	263	8,8
120	0.18	1.10	0.127	0.253	3.0	0.328	334	296	11,1
150	0.19	1.16	0.123	0.206	3.0	0.268	373	337	13,8
185	0.21	1.22	0.119	0.164	3.0	0.213	426	371	17,0
240	0.22	1.37	0.115	0.125	3.0	0.163	494	419	22,1
300	0.24	1.49	0.111	0.100	3.0	0.132	555	469	27,6
400	0.27	1.64	0.107	0.0778	3.0	0.103	630	526	36,8
500	0.29	1.79	0.103	0.0605	3.0	0.081	714	581	46,0
630	0.32	1.96	0.100	0.0469	3.0	0.064	793	625	58,0
3x1x35	0.13	0.74	0.153	0.868	3.0	1.115	160	156	3.2
3x1x50	0.13	0.83	0.149	0.641	3.0	0.825	198	181	4,6
3x1x70	0.15	0.92	0.140	0.443	3.0	0.570	243	222	6,5
3x1x95	0.16	1.01	0.132	0.320	3.0	0.412	289	263	8,8
3x1x120	0.18	1.10	0.127	0.253	3.0	0.328	334	296	11,1
3x1x150	0.19	1.16	0.123	0.206	3.0	0.268	373	337	13,8
3x1x185	0.21	1.22	0.119	0.164	3.0	0.213	426	371	17,0
3x1x240	0.22	1.37	0.115	0.125	3.0	0.163	494	419	22,1
3x1x300	0.24	1.49	0.111	0.100	3.0	0.132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation in G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 244 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 207 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_g \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_g \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_g è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x95 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	350 metri

Risulta pertanto:

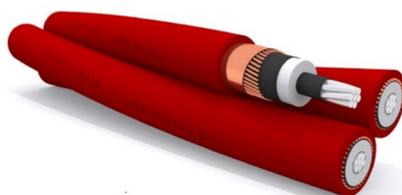
$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 118 \cdot (0,320 \cdot 350 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 350 \cdot 0,24)}{1000} \cong 24,4 \text{ V}$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{24,4}{30000} \cdot 100 = 0,1\% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 11 e la Cabina di Parallelo

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 11 (tipo CAN B) sarà convogliata verso la Cabina di Parallelo tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV – 3x1x95-L=1000m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interrato diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a cordo rotondo compatto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Mescola di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Fil di rame rosso a controspiraie Materiale: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità R2/S2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, R2 quality Colour: red

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione Size	Capacità nominale Nominal capacity	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0 Nominal capacitive current at voltage U_0	Reattanza di fase a 50 HZ Reactance phase 50HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C Screen max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Portata di corrente Current rating		Corrente di corto circuito del conduttore Short circuit current conductor (1s)
							A	interrato a 20° C Underground at 20° C	
$n^{\circ} \times \text{mm}^2$	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	In aria a 30° C	Rt=1m°C/W	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 244 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 207 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_{10} \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_{10} \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_{10} è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x95 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	1000 metri

Risulta pertanto:

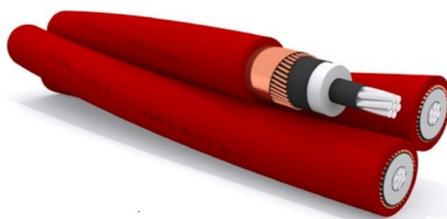
$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 118 \cdot (0,320 \cdot 1000 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 1000 \cdot 0,24)}{1000} \cong 69,8 V$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{69,8}{30000} \cdot 100 = 0,2\% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 01 e l'aerogeneratore CAN 02

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 01 (tipo CAN B) sarà convogliata verso la cabina a base torre dell'aerogeneratore CAN 02 (tipo CAN B) tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV – 3x1x95-L=1200m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U₀/U: : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composta di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminum
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Mescola di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Fil di rame rosso a controspiralità Materie: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità Rz/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, Rz quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U ₀	Reattanza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U ₀	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (I _{sc})
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	A	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 244 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 207 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_{11} \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_{11} \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_{11} è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x95 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	1200 metri

Risulta pertanto:

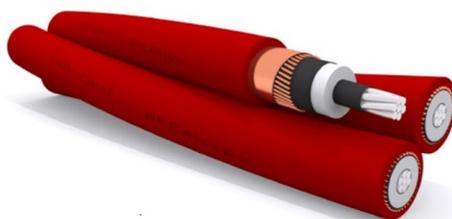
$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 118 \cdot (0,320 \cdot 1200 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 1200 \cdot 0,24)}{1000} \cong 83,8 V$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{83,8}{30000} \cdot 100 = 0,3 \% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 02 e la Cabina di Parallelo

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 02 cumulata all'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 01 sarà convogliata verso la Cabina di Parallelo tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV – 3x1x240-L=3700m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U_1 : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interrato diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION	
	CONDUTTORE Materiali: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiali: Mescolo estruso Colore: Nero INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiali: Mescolo di polietilene reticolato Colore: Naturale INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiali: Mescolo estruso Colore: Nero OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHEMIO Type: Fili di rame rosso e controspirale Materiali: Rame rosso (R max 3 Ω/km) SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiali: PVC di qualità Rz/ST2 Colore: Rosso OUTER SHEATH Material: PVC compound, Rz quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_1	Reattanza di fase a 50 Hz	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore	
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_1	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (I _{sc})	
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 30° C / interrato a 20° C / Underground at 20° C	kA	
							Rt=1m°C/W		
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 429 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 365 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_{12} \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_{12} \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_{12} è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x240 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	3700 metri

Risulta pertanto:

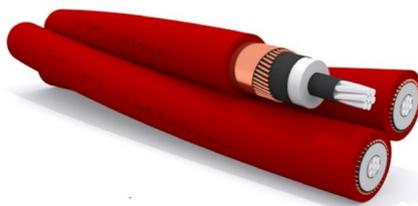
$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 235 \cdot (0,125 \cdot 3700 \cdot 0,97 + 0,115 \cdot 3700 \cdot 0,24)}{1000} \cong 225,0 \text{ V}$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{225}{30000} \cdot 100 = 0,8\% < 4\%$$

- Cavidotto MT di collegamento tra l'aerogeneratore CAN 03 e la Cabina di Parallelo

L'energia prodotta dall'aerogeneratore CAN 03 (tipo CAN B) sarà convogliata verso la Cabina di Parallelo tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX-18/30kV – 3x1x95 -L=2000m;



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U_1 : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interrato diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiali: Conduttore a corda rotonda compatto di alluminio Colore: Naturale	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiali: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiali: Miscela di polietilene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiali: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Type: Fili di rame nudo e controspiralato Materiali: Rame nudo (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiali: PVC di qualità Ra/ST2 Colore: Grigio	OUTER SHEATH Material: PVC compound, R2 quality Colour: grey

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione Size	Capacità nominale Nominal capacity	Corrente capacitiva nominale a tensione U_1 Nominal capacitive current at voltage U_1	Reattanza di fase a 50 HZ Reactance phase 50HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C Screen max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Portata di corrente Current rating		Corrente di corto circuito del conduttore Short circuit current conductor (I _s)
							in aria a 30° C in air at 30° C	Interrato a 20° C Underground at 20° C	
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	A	Rt=1m°C/W	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 30°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,93$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 244 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 207 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_{13} \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_{13} \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_{13} è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].
-

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3x1x95 mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	ARE4H5RX 18/30kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Alluminio
Lunghezza tratto interrato:	2000 metri

Risulta pertanto:

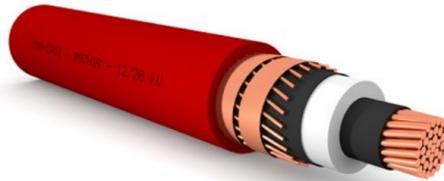
$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 118 \cdot (0,320 \cdot 2000 \cdot 0,97 + 0,132 \cdot 2000 \cdot 0,24)}{1000} \cong 139,6 V$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{139,6}{30000} \cdot 100 = 0,5\% < 4\%$$

- Cavidotto 36 kV di collegamento tra la Cabina di Trasformazione Utente 30/36kV e la SE della RTN

L'energia prodotta da tutti gli aerogeneratori, raccolta tramite la Cabina di Parallelo e trasformata alla tensione di 36kV tramite la Cabina di Trasformazione Utente 30/36 kV sarà convogliata verso la Stazione Elettrica della RTN di nuova realizzazione un tratto di cavidotto interrato a 36kV con cavo con conduttori di fase in rame RG7H1R-26/45kV – 3x1x630 -L=11500m (in tripla terna);



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U₀/U: 1,8/3 + 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2	CONDUCTOR Material: Plain copper, compact stranded wire, class 2
	STRATO SEMICONDUTTORE Materiale: Estruso (solo cavi U ₀ /U ≥ 6/10 kV)	SEMICONDUCTOR LAYER Material: Extruded (only cables U ₀ /U ≥ 6/10 kV)
	ISOLAMENTO Materiale: Gomma HEPR, qualità G7, SENZA PIOMBO (HD 620 DIN 2)	INSULATION Material: HEPR rubber, G7 quality, LEAD FREE (HD 620 DIN 2)
	STRATO SEMICONDUTTORE Materiale: Estruso, pettine a freddo (solo cavi U ₀ /U ≥ 6/10 kV)	SEMICONDUCTOR LAYER Material: Extruded, cold wrapping (only cables U ₀ /U ≥ 6/10 kV)
	SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale	SCREEN Type: Plain copper wires with helically wound copper tape
	GUAINA ESTERNA Materiale: Miscela a base di PVC, qualità R2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC based compound, R2 quality Colour: Red

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione trapezoidale, ad elicoidale, in tal caso la sigla di designazione diventa RG7H1RZ e quella della tensione nominale di esercizio U₀. The cable can be built in the three-pole version with helically wound core. In this case the cable becomes RG7H1RZ, followed by rated voltage.

RG7H1R 26/45 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics
U max: 52 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A		Interrato* buried**	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	in aria In air	in piano flat	in aria In air	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	290,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8290,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz			Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio in aria	in piano flat	in piano flat	a trifoglio in aria	in piano flat	
n° x mm ²	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	μF/Km	
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,15	0,21	0,15	
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,14	0,20	0,16	
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,14	0,20	0,18	
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,13	0,19	0,20	
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,13	0,19	0,21	
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,12	0,18	0,23	
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,12	0,18	0,26	
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,11	0,17	0,28	
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,11	0,17	0,31	
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,10	0,16	0,34	

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 25°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 1$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 1,5 Km/W, per cui $k_4 = 1$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 30°C con resistività termica nominale di 1,5 °Cm/W è pertanto pari a:

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 3 \cdot 845 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 = 2393 \text{ A}$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo in tripla terna;
- I_0 è la portata teorica del cavo in tripla terna.

Verifica della caduta di tensione tratto interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_{14} \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_{14} \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_{14} è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione:	3(3x1x630) mmq
Tipo di Posa:	interrata
Tipo di Cavo:	RG7H1R 26/45kV
Isolamento:	HEPR/XLPE
Materiale:	Rame
Lunghezza tratto interrato:	11500 metri

Risulta pertanto:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 1232 \cdot (0,028 \cdot 11500 \cdot 0,97 + 0,1 \cdot 11500 \cdot 0,24)}{1000} \cong 1482,6 \text{ V}$$

che espresso in termini percentuali:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_n} * 100 = \frac{1482,6}{30000} \cdot 100 = 2,0 \% < 4\%$$

5. Valutazione preliminare impatto elettromagnetico

Si premette che il progetto, nella localizzazione dell'impianto, ha tenuto conto degli aspetti territoriali ed ambientali esistenti, discostandosi da aree sottoposte a vincoli ambientali, archeologici, paesaggistici, etc.

L'impianto pertanto verrà realizzato in un'area a vocazione esclusivamente rurale e sarà realizzato secondo la planimetria riportata nell'elaborato di progetto "Tav.05 - Planimetria Generale di impianto".

In prossimità dell'impianto infatti non esistono aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

L'impatto elettromagnetico dell'impianto eolico CANICHIDDEUSI e delle infrastrutture collegate, è associato ai campi magnetici emessi dalle cabine elettriche, dai cavidotti MT di collegamento interni all'impianto e dall'elettrodotto a 36kV interrato che collega l'impianto eolico alla SE della RTN di nuova realizzazione.

E' possibile anticipare fin d'ora che l'uso di linee elettriche con cavo cordato a elica mitiga notevolmente le problematiche relative alle emissioni di campi magnetici. Ciò è dovuto alla compensazione delle componenti vettoriali associate alle tre fasi della linea, per effetto della reciproca vicinanza dei cavi (che essendo isolati, possono essere accostati l'uno all'altro).

L'analisi di impatto elettromagnetico è stata effettuata in accordo al D.M. 20/05/2008, alla guida alla valutazione dei rischi per la salute e sicurezza derivante dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 300 GHz nei luoghi di lavoro, alla norma CEI EN 50499 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici" e altre norme CEI di riferimento.

Le valutazioni sono state effettuate utilizzando un principio cautelativo, ovvero assumendo le ipotesi peggiorative dal punto di vista delle emissioni da parte degli elettrodotti e cavidotti.

Inoltre, per ogni componente dell'impianto sono state valutate le distanze di prima approssimazione (DPA) in accordo a quanto prescritto dalle Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08: Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

Per quanto riguarda il campo elettrico, la normativa definisce un limite di esposizione di 5 kV/m, ma non fa menzione di valori di attenzione o obiettivi di qualità per linee di media tensione. Ciò è dovuto al fatto che il campo elettrico (che è proporzionale alla tensione di esercizio) emesso da linee a media tensione (MT) è notevolmente inferiore a quello delle linee ad alta tensione (AT).

Inoltre, le linee a media tensione prevedono la schermatura dei conduttori, soluzione tecnica che introduce un'ulteriore riduzione del campo elettrico emesso, oltre alla parziale mitigazione del campo magnetico per correnti indotte sullo schermo stesso.

Di conseguenza, il campo elettrico non è stato preso in considerazione, mentre per il campo magnetico si ha un ulteriore elemento favorevole alla sicurezza.

In relazione al campo magnetico, le distanze di prima approssimazione calcolate sono le seguenti:

- 6 metri a partire dalle pareti esterne degli aerogeneratori di tipo CAN A e 6,5 metri dalle pareti esterne degli aerogeneratori di tipo CAN B;
- 0,5 m per le cabine a base torre di ciascun aerogeneratore e la Cabina di Parallelo (facendo riferimento ai trasformatori per i servizi ausiliari da 50kVA);
- trascurabili per le linee MT a 30 kV in cavo cordato ad elica;
- 7 metri a partire dalle pareti esterne dei due trasformatori innalzatori della Cabina di Trasformazione Utente 30/36kV;
- 2,5 metri dall'asse dei conduttori del cavidotto a 36 kV.

Per un'analisi più approfondita della valutazione di impatto elettromagnetico si veda l'elaborato di progetto "Rel.16 – Relazione Campi Elettromagnetici", nella quale sono anche illustrate le soluzioni da adottare per garantire il soddisfacimento dell'obiettivo di qualità per il valore di induzione magnetica lungo tutto il percorso delle linee elettriche. Tra queste, per minimizzare l'emissione da parte delle linee interrato, le tre fasi potranno essere disposte a 'trifoglio' ed avvolte ad elica. Tale configurazione permette di ridurre il valore del campo magnetico emesso rispetto alla configurazione a linee parallele.

Per la rappresentazione grafica delle distanze di prima approssimazione (DPA) si veda l'elaborato di progetto "Tav.27 – DPA su Ortofoto".