



INTERNAL CODE

C23FSTR002WR02800

PAGE

1 di/of 21

TITLE: Relazione di calcolo preliminare degli impianti

AVAILABLE LANGUAGE: IT

**“IMPIANTO EOLICO TERRANOVA DA SIBARI”**COMUNI DI TERRANOVA DA SIBARI, SAN DEMETRIO CORONE, SPEZZANO ALBANESE,  
CORIGLIANO – ROSSANO, SANTA SOFIA D'EPIRO E TARSIA (CS)**PROGETTO DEFINITIVO****Relazione di calcolo preliminare degli impianti**

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



File: C22FSTR001WR02800\_Relazione di calcolo preliminare degli impianti.pdf

|   |                   |                          |                    |                     |                     |
|---|-------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| <b>00</b>                                 | <b>22/12/2023</b> | <b>PRIMA EMISSIONE</b>   | <b>L. Piombini</b> | <b>C. Nicoletti</b> | <b>L. Sblendido</b> |
| <b>REV.</b>                               | <b>DATE</b>       | <b>DESCRIPTION</b>       | <b>PREPARED</b>    | <b>VERIFIED</b>     | <b>APPROVED</b>     |
| <b>VALIDATION</b>                         |                   |                          |                    |                     |                     |
| <i>NOME</i>                               |                   | <i>NOME</i>              |                    | <i>NOME</i>         |                     |
| COLLABORATORS                             |                   | VERIFIED BY              |                    | VALIDATED BY        |                     |
| PROJECT / PLANT<br>TERRANOVA DA SIBARI EO |                   | <b>INTERNAL CODE</b>     |                    |                     |                     |
|   |                   | <b>C23FSTR002WR02800</b> |                    |                     |                     |
| <b>CLASSIFICATION:</b> COMPANY            |                   | <b>UTILIZATION SCOPE</b> |                    |                     |                     |



## INDICE

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | INTRODUZIONE .....                      | 3  |
| 2   | OGGETTO E SCOPO .....                   | 3  |
| 3   | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....          | 4  |
| 4   | DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....        | 6  |
| 5   | COMPONENTI PRINCIPALI .....             | 7  |
| 5.1 | WTG .....                               | 7  |
| 5.2 | CAVO MT.....                            | 9  |
| 5.3 | DIMENSIONAMENTO CAVI.....               | 10 |
| 5.4 | PROGETTAZIONE CAVIDOTTI.....            | 14 |
| 6   | CABINA DI RACCOLTA 30 KV .....          | 14 |
| 7   | SOTTOSTAZIONE ELETTRICA 150/30 KV ..... | 17 |
| 7.1 | CARATTERISTICHE TECNICHE.....           | 17 |
| 7.2 | SERVIZI AUSILIARI .....                 | 18 |
| 7.3 | ILLUMINAZIONE ESTERNA.....              | 18 |
| 7.4 | RECINZIONE PERIMETRALE .....            | 18 |
| 8   | IMPIANTO DI TERRA.....                  | 19 |
|     | ALLEGATO I.....                         | 20 |



## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive gli interventi progettuali riferiti all'impianto eolico, comprensivo delle opere di connessione proposto da Hergo Renewables S.p.A., nei territori comunali di Terranova Da Sibari, San Demetrio Corone, Spezzano Albanese, Corigliano-Rossano, Santa Sofia d'Epiro e Tarsia, Provincia di Cosenza, Regione Calabria.

Il parco eolico è costituito da n.31 aerogeneratori, ciascuno di potenza 4.5 MW, per una potenza complessiva di 139.5 MW in immissione. L'energia elettrica prodotta dalle 12 turbine presenti nei comuni di Corigliano-Rossano, Santa Sofia d'Epiro, San Demetrio Corone e Tarsia verrà convogliata, tramite cavidotti MT a 30 kV, direttamente alla nuova Sottostazione Elettrica (SSE) 150/30 kV. Le 19 turbine presenti nei comuni di Spezzano Albanese, Terranova Da Sibari e Corigliano-Rossano faranno prima capo, mediante cavi interrati di tensione 30 kV, ad una prima cabina di raccolta, e successivamente mediante un unico cavidotto MT di tensione 30 kV (in uscita dalla cabina di raccolta), alla nuova Sottostazione Elettrica 150/30 kV. In conformità a STMG – Codice Pratica 202201388 – l'impianto verrà collegato in antenna – tramite la linea in uscita dalla SSE – alla nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV "Laino-Rossano TE".

## 2 OGGETTO E SCOPO

Il documento ha lo scopo di determinare i parametri elettrici fondamentali di funzionamento dell'impianto in condizioni di normale funzionamento, con particolare riferimento ai requisiti richiesti da TERNA per la connessione degli impianti eolici alla RTN.

Come meglio descritto in seguito, le prescrizioni contenute nell'allegato A.17 al codice di rete riguardano:

- le caratteristiche generali d'impianto ed il campo di funzionamento necessari per la connessione alle reti AT;
- le caratteristiche dei sistemi di protezione ai fini del funzionamento in sicurezza del sistema elettrico;
- le caratteristiche dei sistemi di regolazione e gestione che gli Impianti Eolici devono fornire in condizioni normali ed in emergenza;

Per lo scopo presente è studiata la sezione di impianto a partire da ogni singolo aerogeneratore in bassa tensione fino al punto di consegna della Sottostazione Elettrica 150/30 kV.



### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- a. CEI EN 60909-0: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti
- b. TERNA Codice di Trasmissione, Dispacciamento, Sviluppo e Sicurezza della Rete
- c. TERNA Codice di Rete, allegato A.1 "Criteri per il coordinamento degli isolamenti nelle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV"
- d. TERNA Codice di Rete, allegato A.2 "Guida agli schemi di connessione"
- e. TERNA Codice di Rete, allegato A.3 "Requisiti e caratteristiche di riferimento di stazioni e linee elettriche della RTN"
- f. TERNA Codice di Rete, allegato A.4 "Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 110 kV"
- g. TERNA Codice di Rete, allegato A.8 "Correnti di corto circuito e tempo di eliminazione dei guasti negli impianti delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV"
- h. TERNA Codice di Rete, allegato A.11 "Criteri generali per la taratura delle protezioni delle reti a tensione uguale o superiore a 110 kV"
- i. TERNA Codice di Rete, allegato A.12 "Criteri di taratura dei relè di frequenza del sistema elettrico"
- j. TERNA Codice di Rete, allegato A.13 "Criteri di connessione al sistema di controllo di Terna"
- k. TERNA Codice di Rete, allegato A.14 "Partecipazione alla regolazione di tensione"
- l. TERNA Codice di Rete, allegato A.15 "Partecipazione alla regolazione di frequenza e frequenza/potenza"
- m. TERNA Codice di Rete, allegato A.17 "Centrali eoliche: Condizioni generali di connessione alle reti AT Sistemi di protezione regolazione e controllo"
- n. TERNA Codice di Rete, allegato A.18 "Verifica della conformità delle unità di generazione alle prescrizioni tecniche del Gestore"
- o. TERNA Codice di Rete, allegato A.45 "Specifica tecnica funzionale e realizzativa delle apparecchiature di misura"
- p. TERNA Codice di Rete, allegato A.55 "Caratteristiche della tensione sulla rete di trasmissione nazionale"
- q. TERNA Codice di Rete, allegato A.56 "Determinazione e verifica dei valori minimi e massimi convenzionali della potenza di corto circuito per i siti direttamente connessi alla RTN"
- r. TERNA Codice di Rete, allegato A.57 "Contratto tipo per la connessione alla rete di trasmissione nazionale"
- s. TERNA Codice di Rete, allegato A.64 "Modalità di utilizzo del teledistacco applicato ad impianti di produzione da fonte eolica"
- t. TERNA Codice di Rete, allegato A.65 "Dati tecnici dei gruppi di generazione"



- u. TERNA Qualità del servizio di trasmissione: Valori minimo e massimo della tensione effettiva misurata dagli Utenti AT sui propri impianti - Anno 2017
- v. TERNA Qualità del servizio di trasmissione: Valori minimi e massimi convenzionali della corrente di cortocircuito e della potenza di cortocircuito della rete rilevante con tensione 380-220-150-132 kV – Anno 2019
- w. SGRE ON SG 6.0-170 Developer Package. Rev 2

Per l'esecuzione del progetto della maglia di terra sono state adottate le norme CEI nella loro edizione più recente. Di seguito si elencano le principali normative e standard di riferimento.

- I. CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- II. CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) - Impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni.
- III. CEI EN 50522 (CEI 99-3) - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- IV. CEI 11.17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- V. CEI EN 60865-1 (CEI 11-26) Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo;
- VI. CEI EN 60909-0 (CEI 11-25) Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata – Parte 0: calcolo delle correnti;
- VII. CEI EN 60909-3 Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata – Parte 3: Correnti in due corto circuiti fase-terra simultanei e distinti e correnti di corto circuito parziali che fluiscono attraverso terra;
- VIII. CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;
- IX. CEI 11-37 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- X. IEC 60479-1 Effects of current on human beings and livestock - Part 1: General aspects;
- XI. IEC 60479-2 Effects of current on human beings and livestock - Part 2: Special aspects;
- XII. IEC/TR 60909-2:2008 Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations;
- XIII. DL n°81 del 9.04.2008 - Procedure di attuazione per la sicurezza sul lavoro;
- XIV. ANSI / IEEE Std 80 – Guide for Safety in AC Substation Grounding;

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.



#### 4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il parco eolico è costituito da n.31 aerogeneratori di potenza 4.5 MW per una potenza nominale complessiva di 139.5 MW. Ciascun aerogeneratore dei comprende un generatore (V=690V, P=4.500 kW), collegati al rispettivo trasformatore di macchina (0.690/30 kV, P=5000kVA). Gli aerogeneratori sono divisi in 10 sottogruppi (Clusters). All'interno di ogni cluster gli aerogeneratori sono connessi con collegamento di tipo "entra-esci" mediante cavi interrati di tensione 30 kV. I Cluster nominati da 5 a 10 verranno poi collegati alla Cabina di Raccolta dalla quale partiranno 5 linee che si collegheranno alla sezione a 30 kV della Sottostazione Elettrica 150/30 kV; i Cluster nominati da 1 a 4 invece verranno collegati direttamente alla Sottostazione mediante cavidotti a 30kV.

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione.

L'impianto elettrico comprende sistemi di categoria 0, I e II ed è esercito alla frequenza di 50Hz.

L'impianto è composto dalle seguenti strutture:

- n°1 cabina di raccolta;
- n°31 aerogeneratori con annesse all'interno tutte le apparecchiature di macchina;
- n°1 sottostazione elettrica multiutente 150/30 kV.

Di seguito viene mostrato il layout dell'impianto:

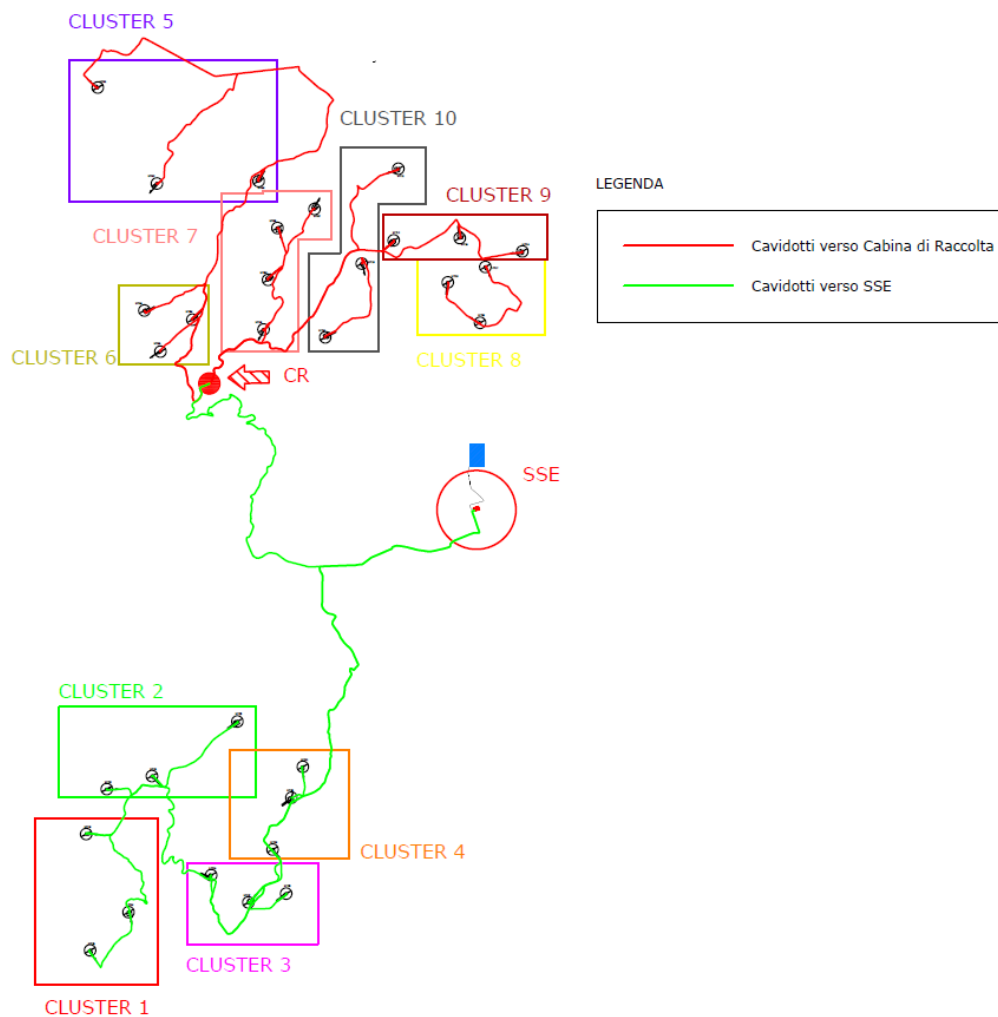


Figura 1 Layout impianto di Spezzano.

## 5 COMPONENTI PRINCIPALI

### 5.1 WTG

Il modello degli aerogeneratori costituenti il parco eolico in progetto è il Vestas V166-4,5 MW di potenza nominale 4,5 MW. Si riportano a seguire le caratteristiche tecniche riferite all'aerogeneratore considerato nella progettazione definitiva.

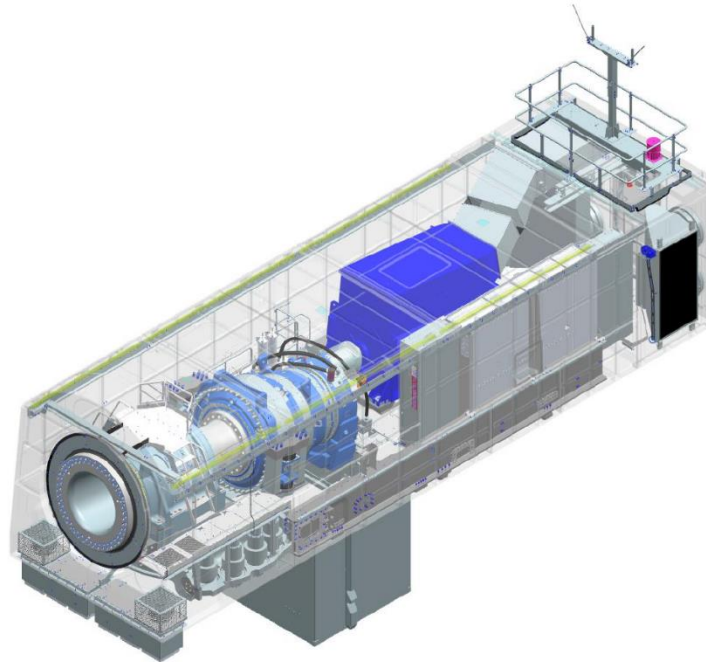


Figura 2: Allestimento navicella dell'aerogeneratore

Il rotore è costituito da un mozzo (hub) realizzato in ghisa sferoidale, montato sull'albero a bassa velocità della trasmissione con attacco a flangia. Il rotore è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle pale e dei cuscinetti all'interno della struttura.

- Diametro: 166 m
- Numero di pale: 3
- Velocità: variabile per massimizzare la potenza erogata nel rispetto dei carichi e dei livelli di rumore.

Le pale sono realizzate in carbonio e fibra di vetro e sono costituite da due gusci a profilo alare con struttura incorporata.

Il generatore è di tipo sincrono trifase collegato alla rete attraverso un convertitore a grandezza naturale. L'alloggiamento del generatore consente la circolazione di aria di raffreddamento all'interno dello statore e del rotore. Il calore generato dalle perdite viene rimosso da uno scambiatore di calore aria-acqua.



## 5.2 CAVO MT

I cavi saranno del tipo trifase con struttura unipolare in alluminio del tipo ARE4H5E 18/30(36) kV.

Di seguito le principali caratteristiche:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

### ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV  
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



**Norma di riferimento**  
HD 620/IEC 60502-2

#### Descrizione del cavo

##### Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

##### Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

##### Isolante

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

##### Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

##### Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igrospandente

##### Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale  
( $R_{max} 3\Omega/Km$ )

##### Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

##### Marcatura

PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5E <tensione>  
<sezione> <anno>

(\*\*) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro  
Marcatura metrica ad inchiostro

#### Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

#### Accessori idonei

##### Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

##### Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

#### Standard

HD 620/IEC 60502-2

#### Cable design

##### Core

Compact stranded aluminium conductor

##### Inner semi-conducting layer

Extruded compound

##### Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

##### Outer semi-conducting layer

Extruded compound

##### Protective layer

Semiconductive watertight tape

##### Screen

Aluminium tape longitudinally applied  
( $R_{max} 3\Omega/Km$ )

##### Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

##### Marking

PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5E <rated voltage>  
<cross-section> <year>

(\*\*) production site label

Embossed marking each meter  
Ink-jet meter marking

#### Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

#### Suitable accessories

##### Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

##### Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)

Figura 3 Caratteristiche costruttive cavo MT ARE4H5E 18/30(36) kV.



### Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5E

| sezione nominale        | diametro conduttore | diametro sull'isolante   | diametro esterno nominale | massa indicativa del cavo | raggio minimo di curvatura |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| conductor cross-section | conductor diameter  | diameter over insulation | nominal outer diameter    | approximate weight        | minimum bending radius     |
| (mm <sup>2</sup> )      | (mm)                | (mm)                     | (mm)                      | (kg/km)                   | (mm)                       |

| sezione nominale        | portata di corrente in aria | posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W       | posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W       |
|-------------------------|-----------------------------|---|---|
| conductor cross-section | open air installation       | underground installation trefoil p=1 °C m/W | underground installation trefoil p=2 °C m/W |
| (mm <sup>2</sup> )      | (A)                         | (A)   | (A)   |

#### Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

|     |      |      |    |      |     |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50  | 8,2  | 19,9 | 28 | 580  | 370 |
| 70  | 9,7  | 20,8 | 29 | 650  | 380 |
| 95  | 11,4 | 22,1 | 30 | 740  | 400 |
| 120 | 12,9 | 23,2 | 32 | 840  | 420 |
| 150 | 14,0 | 24,3 | 33 | 930  | 440 |
| 185 | 15,8 | 26,1 | 35 | 1090 | 470 |
| 240 | 18,2 | 28,5 | 37 | 1310 | 490 |
| 300 | 20,8 | 31,7 | 42 | 1560 | 550 |
| 400 | 23,8 | 34,9 | 45 | 1930 | 610 |
| 500 | 26,7 | 37,8 | 48 | 2320 | 650 |
| 630 | 30,5 | 42,4 | 53 | 2880 | 700 |

#### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 50  | 186 | 175 | 134 |
| 70  | 230 | 214 | 164 |
| 95  | 280 | 256 | 197 |
| 120 | 323 | 291 | 223 |
| 150 | 365 | 325 | 250 |
| 185 | 421 | 368 | 283 |
| 240 | 500 | 427 | 328 |
| 300 | 578 | 483 | 371 |
| 400 | 676 | 551 | 423 |
| 500 | 787 | 627 | 482 |
| 630 | 916 | 712 | 547 |

#### Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

|     |      |      |    |      |     |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50  | 8,2  | 25,5 | 34 | 830  | 450 |
| 70  | 9,7  | 25,6 | 34 | 870  | 450 |
| 95  | 11,4 | 26,5 | 35 | 950  | 470 |
| 120 | 12,9 | 27,4 | 36 | 1040 | 470 |
| 150 | 14,0 | 28,1 | 37 | 1130 | 490 |
| 185 | 15,8 | 29,5 | 38 | 1260 | 510 |
| 240 | 18,2 | 31,5 | 41 | 1480 | 550 |
| 300 | 20,8 | 34,7 | 44 | 1740 | 590 |
| 400 | 23,8 | 37,9 | 48 | 2130 | 650 |
| 500 | 26,7 | 41,0 | 51 | 2550 | 690 |
| 630 | 30,5 | 45,6 | 56 | 3130 | 760 |

#### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 50  | 190 | 175 | 134 |
| 70  | 235 | 213 | 164 |
| 95  | 285 | 255 | 196 |
| 120 | 328 | 291 | 223 |
| 150 | 370 | 324 | 249 |
| 185 | 425 | 368 | 283 |
| 240 | 503 | 426 | 327 |
| 300 | 581 | 480 | 369 |
| 400 | 680 | 549 | 422 |
| 500 | 789 | 624 | 479 |
| 630 | 918 | 709 | 545 |

Figura 4 Caratteristiche elettriche cavo ARE4H5E 18/30(36) kV.

### 5.3 DIMENSIONAMENTO CAVI

In base al layout dell'impianto e alla lunghezza di ciascuna tratta, la suddetta viene dimensionata in base a criteri di portata di corrente e caduta di tensione in servizio normale.

In una rete attiva vanno verificate due condizioni importanti:

1. La corrente che passa nei cavi deve essere inferiore o al limite uguale alla portata effettiva stimata della conduttura sulla base delle condizioni di posa;
2. La tensione che si trova ai morsetti di ogni WTG sia all'interno del suo campo di funzionamento normale.

Tali verifiche devono essere effettuate nella condizione in cui l'impianto genera la massima potenza attiva consentita, potenza reattiva erogata in rete (sovraeccitazione) pari al massimo valore come indicato in allegato A17 al codice di rete TERNA, tensione sul nodo di alta tensione al minimo valore (0.9 p.u.);

Ogni percorso della rete (cavo) sarà rappresentato da:

- Impedenza longitudinale (serie resistenza e reattanza induttiva);
- Impedenza trasversale (reattanza capacitiva e conduttanza che considera le perdite nel dielettrico). Essendo questa impedenza da considerarsi in parallelo rispetto all'impedenza longitudinale ed avendo valori relativamente piccoli, può essere trascurata nei calcoli.



Lo scambio di energia tra ogni punto di generazione (WTG) and il punto di consegna (Barra AT) è affetta da perdita di linea.

Gli aerogeneratori risultano interconnessi mediante cavi tipo ARE4H5E 18/30(36) kV di sezione opportuna, riportata a seguire, nella tabella riepilogativa.

Dal punto di vista delle caratteristiche termiche, la corrente permanente massima ammissibile da trasportare è determinata dalle caratteristiche dell'impianto stesso. Le condizioni di installazione della rete di media tensione sono descritte di seguito:

| Descrizione                     | Valore                | Unità |
|---------------------------------|-----------------------|-------|
| Temperatura del terreno         | 20                    | °C    |
| Resistività termica del terreno | 1                     | K·m/W |
| Profondità di installazione     | 1.6                   | m     |
| Temperatura del conduttore      | 90                    | °C    |
| Disposizione                    | Trifoglio             |       |
| Installazione                   | Interrato in condotto |       |
| Gruppi                          | Secondo la sezione    |       |

Il fattore di correzione per temperature  $K_T$  del terreno diverse da 20 °C è indicato di seguito.

**Table B.11 – Correction factors for ambient ground temperatures other than 20 °C**

| Maximum conductor temperature °C | Ambient ground temperature °C |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                  | 10                            | 15   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   |
| 90                               | 1,07                          | 1,04 | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,85 | 0,80 | 0,76 |

Figura 5 Tabella correttiva per temperatura del terreno diversa da 20°C (IEC 60502-2:2014).

Si ipotizza la temperatura del terreno pari a 20°C, quindi il fattore correttivo scelto è:

$$K_T = 1$$

Il fattore di correzione per gruppi  $K_R$  di più circuiti installati sullo stesso piano è indicato di seguito.

**Table B.21 – Correction factors for groups of three-phase circuits of single-core cables in single-way ducts**

| Number of cables in group | Spacing between duct group centres mm |      |      |      |      |
|---------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|
|                           | Touching                              | 200  | 400  | 600  | 800  |
| 2                         | 0,78                                  | 0,85 | 0,89 | 0,91 | 0,93 |
| 3                         | 0,66                                  | 0,75 | 0,81 | 0,85 | 0,88 |
| 4                         | 0,59                                  | 0,70 | 0,77 | 0,82 | 0,86 |
| 5                         | 0,55                                  | 0,66 | 0,74 | 0,80 | 0,84 |
| 6                         | 0,51                                  | 0,64 | 0,72 | 0,78 | 0,83 |
| 7                         | 0,48                                  | 0,61 | 0,71 | 0,77 | 0,82 |
| 8                         | 0,46                                  | 0,60 | 0,70 | 0,76 | –    |
| 9                         | 0,44                                  | 0,58 | 0,69 | 0,76 | –    |
| 10                        | 0,43                                  | 0,57 | 0,68 | –    | –    |
| 11                        | 0,42                                  | 0,56 | 0,67 | –    | –    |
| 12                        | 0,40                                  | 0,55 | 0,67 | –    | –    |

Figura 6 Tabella correttiva per cavidotti con più circuiti (IEC 60502-2:2014).

Nel caso in oggetto il numero di circuiti presente all'interno dello stesso cavidotto viene valutato per il singolo cavidotto. I tubi corrugati sono distanziati di 25 cm tra di loro. Non essendo questa misura presente all'interno delle casistiche riportate dalla normativa, si è scelto il caso più conservativo considerando i corrugati distanti 20 cm tra di loro. Questo coefficiente correttivo viene scelto per ogni linea in base al numero massimo di circuiti incontrati nel suo percorso.

Il fattore di correzione per differenti valori di profondità  $K_A$  di posa è indicato di seguito.

**Table B.13 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for cables in ducts**

| Depth of laying m | Single-core cables                     |                      | Three-core cable |
|-------------------|--|----------------------|------------------|
|                   | Nominal conductor size mm <sup>2</sup> |                      |                  |
|                   | ≤185 mm <sup>2</sup>                   | >185 mm <sup>2</sup> |                  |
| 0,5               | 1,04                                   | 1,05                 | 1,03             |
| 0,6               | 1,02                                   | 1,03                 | 1,02             |
| 1                 | 0,98                                   | 0,97                 | 0,99             |
| 1,25              | 0,96                                   | 0,95                 | 0,97             |
| 1,5               | 0,95                                   | 0,93                 | 0,96             |
| 1,75              | 0,94                                   | 0,92                 | 0,95             |
| 2                 | 0,93                                   | 0,91                 | 0,94             |
| 2,5               | 0,91                                   | 0,89                 | 0,93             |
| 3                 | 0,90                                   | 0,88                 | 0,92             |

Figura 7 Tabella correttiva per la profondità di posa diversa da 0.8 m per cavi in tubi corrugati interrati (IEC 60502-2:2014).

Anche in questo caso il valore di posa di 1.6 m non è presente all'interno della tabella della normativa e si considererà il caso più conservativo, quindi profondità di posa pari a 1.75 m. Per

cavi con sezione maggiore di 185 mm<sup>2</sup> il fattore correttivo per la profondità di posa risulta quindi essere:

$$K_A(\text{sezione} > 185 \text{ mm}^2) = 0.92$$

Nel caso di conduttori con sezione inferiore a 185 mm<sup>2</sup> invece tale fattore correttivo risulta pari a:

$$K_A(\text{sezione} \leq 185 \text{ mm}^2) = 0.94$$

Il fattore di correzione per differenti valori di resistività termica del terreno  $K_p$  indicato di seguito.

**Table B.14 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for direct buried single-core cables**

| Nominal area of conductor<br>mm <sup>2</sup> | Values of soil thermal resistivity<br>K·m/W |      |      |      |      |      |      |
|--|---|------|------|------|------|------|------|
|  | 0,7   | 0,8  | 0,9  | 1    | 2    | 2,5  | 3    |
| 16   | 1,29  | 1,24 | 1,19 | 1,15 | 0,89 | 0,82 | 0,75 |
| 25   | 1,30  | 1,25 | 1,20 | 1,16 | 0,89 | 0,81 | 0,75 |
| 35   | 1,30  | 1,25 | 1,21 | 1,16 | 0,89 | 0,81 | 0,75 |
| 50   | 1,32  | 1,26 | 1,21 | 1,16 | 0,89 | 0,81 | 0,74 |
| 70   | 1,33  | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 0,89 | 0,81 | 0,74 |
| 95   | 1,34  | 1,28 | 1,22 | 1,18 | 0,89 | 0,80 | 0,74 |
| 120  | 1,34  | 1,28 | 1,22 | 1,18 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| 150  | 1,35  | 1,28 | 1,23 | 1,18 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| 185  | 1,35  | 1,29 | 1,23 | 1,18 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| 240  | 1,36  | 1,29 | 1,23 | 1,18 | 0,88 | 0,80 | 0,73 |
| 300  | 1,36  | 1,30 | 1,24 | 1,19 | 0,88 | 0,80 | 0,73 |
| 400  | 1,37  | 1,30 | 1,24 | 1,19 | 0,88 | 0,79 | 0,73 |

Figura 8 Tabella correttiva per la resistività termica del terreno per cavi unipolari in tubi corrugati interrati (IEC 60502-2:2014).

Il valore della resistività termica del terreno è stato ipotizzato pari a 1 K·m/W. Nelle fasi successive, sarebbe idoneo effettuare misure di resistività termica del terreno in loco ed il dimensionamento delle linee sarà rivisitato di conseguenza.

Il valore di questo fattore correttivo è scelto in funzione della sezione utilizzata per ogni circuito.

Si noti che la lunghezza del cavo è pari alla lunghezza del tracciato maggiorata del 10% per tener conto di ciascuna terminazione.

I risultati del dimensionamento elettrico sono riportati nell'Allegato I.



#### 5.4 PROGETTAZIONE CAVIDOTTI

Relativamente al cavidotto MT a 30kV, si prevede la posa di cavi trifase con struttura unipolare del tipo alluminio a 30kV con conduttori disposti a trifoglio a profondità massima di 1.61m.

La temperatura minima di posa del cavo in oggetto, nel rispetto delle indicazioni fornite dal costruttore, non è inferiore a -25°C.

La progettazione è improntata all'ottimizzazione del tracciato di posa in funzione del costo del cavo in opera, tenendo in particolare considerazione la riduzione dei tempi e dei costi di realizzazione. Non risultano noti in questa fase altri servizi esistenti nel sottosuolo, quali: acquedotti, cavi elettrici o telefonici, cavi dati, fognature ecc.

Per maggiori dettagli relativi alle sezioni degli scavi si rimanda all'elaborato "C23FSTR002WD03101\_Planimetria cavidotti e sezioni tipiche.pdf".

#### 6 CABINA DI RACCOLTA 30 kV

E' prevista l'installazione di una cabina di raccolta a 30 kV nel Comune di Terranova da Sibari con l'obiettivo di fornire un punto strategico in caso di manutenzione e di altre attività ordinarie.

La cabina ha dimensioni esterne 12m x 5m x 2.68m ed è composta da due ambienti:

- Vano Quadri MT (9.73m x 4.82m x 2.6m);
- Locale trasformatore dei servizi ausiliari (2m x 4.82m x 2.6m).

Nell'immagine successiva, si riporta la vista in pianta della cabina di raccolta a 30 kV:

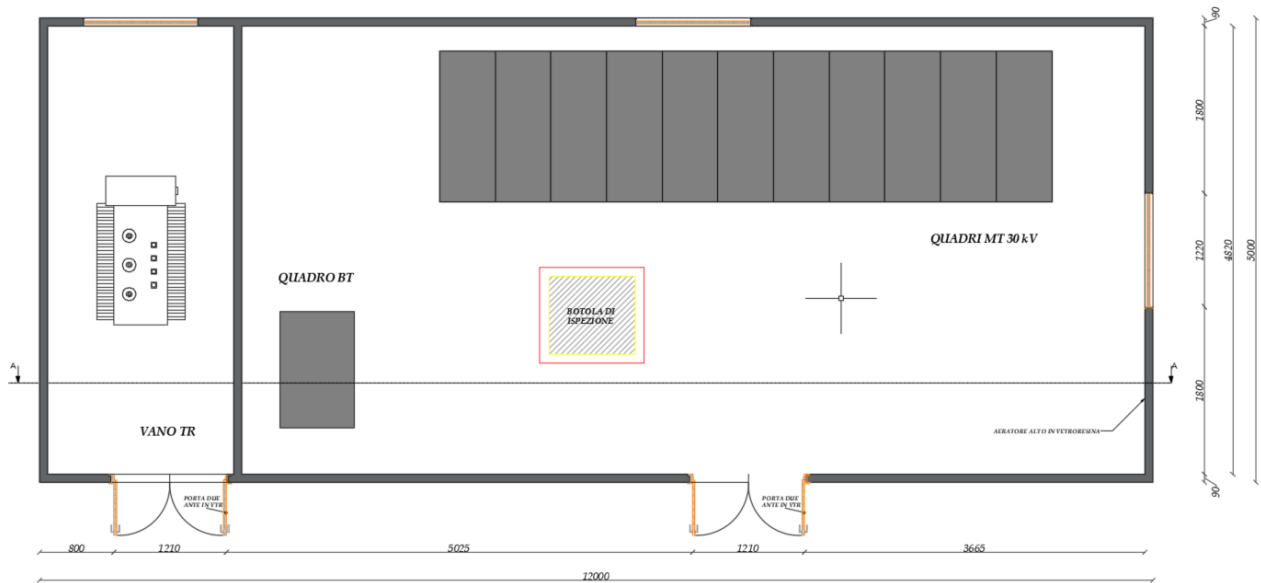


Figura 9 Pianta della cabina di raccolta 30 kV.

Per maggiori dettagli relativi ai prospetti e alle sezioni della cabina di raccolta si rimanda all'elaborato "C23FSTR002WD03501\_Pianta e sezioni cabina di raccolta.pdf".

All'interno del Vano Quadri MT sono ospitati i 6 quadri di arrivo provenienti dai Cluster nominati da 5 a 10 e i 5 quadri MT destinati a realizzare la connessione con la sottostazione elettrica 150/30kV, ognuno avente dimensioni 0.6m x 1.625m x 2.35m.

Di seguito si riportano le caratteristiche elettriche e geometriche per il quadro MT adottato per la presente iniziativa:

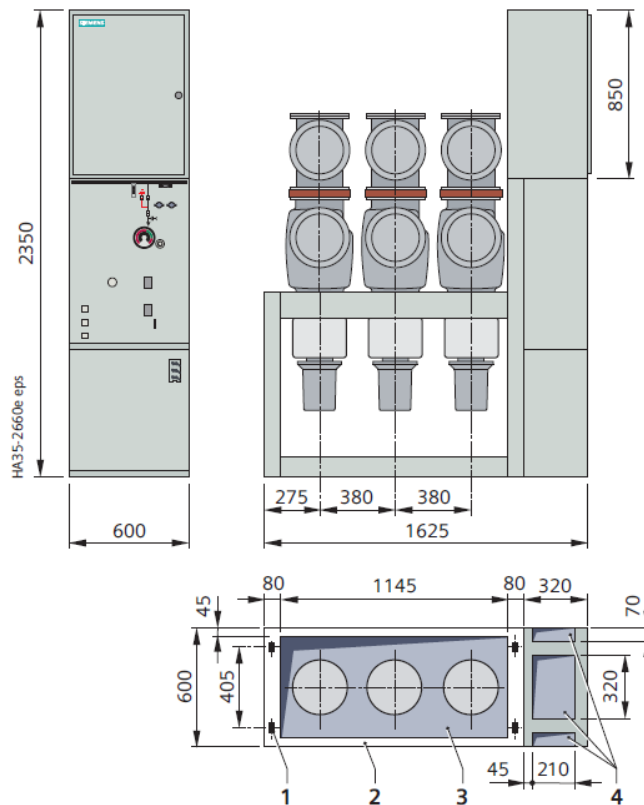
**Circuit-breaker panel up to 3150 A**


Figura 10 Caratteristiche geometriche quadro MT 30 kV.

| Electrical data (maximum values) and dimensions according to IEC |    |                    |                    |                    |                    |                    |
|--|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Single-busbar and double-busbar switchgear                       |    | blue GIS           |                    |                    |                    |                    |
| Rated voltage  | kV | 12                 | 12                 | 24                 | 36                 | 40.5               |
| Rated frequency  | Hz | 50/60              | 50/60              | 50/60              | 50/60              | 50/60              |
| Rated short-duration power-frequency withstand voltage           | kV | 28 <sup>1)</sup>   | 28 <sup>1)</sup>   | 50 <sup>1)</sup>   | 70 <sup>1)</sup>   | 85 <sup>1)</sup>   |
| Rated lightning impulse withstand voltage                        | kV | 75                 | 75                 | 125                | 170                | 185 <sup>1)</sup>  |
| Rated peak withstand current                                     | kA | 100/104            | 100/104            | 100/104            | 100/104            | 100/104            |
| Rated short-circuit making current                               | kA | 100/104            | 100/104            | 100/104            | 100/104            | 100/104            |
| Rated short-time withstand current 3 s                           | kA | 40                 | 40                 | 40                 | 40                 | 40                 |
| Rated short-circuit breaking current                             | kA | 40                 | 40                 | 40                 | 40                 | 40                 |
| Rated normal current of the busbar                               | A  | 5000               | 2750               | 5000               | 5000               | 5000               |
| Rated normal current   | A  | 2750               | 2500               | 2750               | 2750               | 2750               |
| of feeders   | A  | 3150 <sup>2)</sup> | 2750 <sup>2)</sup> | 3150 <sup>2)</sup> | 3150 <sup>2)</sup> | 3150 <sup>2)</sup> |

Figura 11 Caratteristiche elettriche quadro MT 30 kV.

All'interno del Vano Quadri MT è presente anche un Quadro BT che, insieme al trasformatore dei servizi ausiliari (50 kVA, 30/0.4 kV), garantisce il funzionamento dei servizi ausiliari della cabina (luci, prese elettriche, luci di emergenza, circuiti di comando, ecc...).



## 7 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA 150/30 kV

La Sottostazione multiutente di trasformazione 150/30 kV, ubicata nel Comune di Terranova da Sibari, risulta costituita da uno stallo trasformatore, facente capo all'iniziativa in analisi, due stalli di linea per il collegamento a 150 kV di iniziative analoghe ed uno stallo linea comune a tutti gli utenti. Dalla SSE multiutente 150/30 kV sarà prevista la connessione mediante cavo AT verso la Futura Stazione RTN 380/150 kV. La condivisione dello stallo di linea all'interno della futura Stazione RTN comporta la condivisione del cavidotto AT con i produttori facenti capo alle altre iniziative.

La sottostazione di trasformazione multiutente 150/30 kV avrà dimensioni 74.13x59m.

Si riporta di seguito la planimetria elettromeccanica della SSE multiutente.

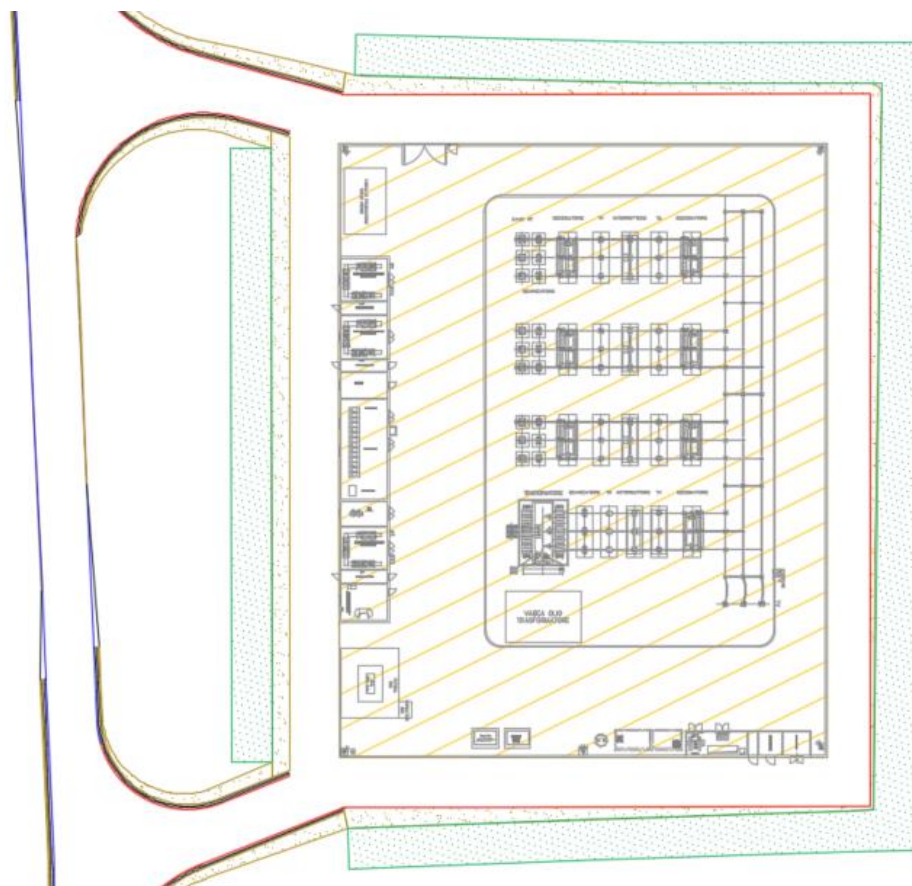


Figura 12. Planimetria Sottostazione multiutente 150/30 kV

### 7.1 CARATTERISTICHE TECNICHE

La Sottostazione elettrica multiutente consiste in un'area comune produttori formata da:

- n°1 stallo di trasformazione 150/30 kV a servizio dell'impianto in oggetto di proprietà di "Hergo Renewables";
- n°2 stalli a 150 kV di arrivo cavi per iniziative analoghe che conferiscono alla sottostazione per il successivo collegamento alla futura Stazione Elettrica 380/150 kV;
- n° 1 stallo di linea 150 kV comune a tutti gli utenti della sottostazione.



Lo stallo trasformatore adibito per la connessione dell'impianto in oggetto sarà costituito dalle seguenti apparecchiature in aria:

- Trasformatore elevatore 150/30 kV ONAN ONAF 120/160 MVA vcc%=12.5%, gruppo YNd11;
- Scaricatori di sovratensione per reti a 150 kV con sostegno;
- Trasformatore di corrente con sostegno per reti a 150 kV, per misure e protezione;
- Interruttore tripolare per reti a 150 kV;
- Trasformatore di tensione induttivo con sostegno per reti a 150 kV, per misure e protezione;
- Sezionatore tripolare orizzontale per reti a 150 kV con lame di terra;

## 7.2 SERVIZI AUSILIARI

L'alimentazione servizi ausiliari di sottostazione avverrà dal quadro MT posto nell'edificio di sottostazione, mediante riduzione della tensione tramite trasformatore MT/bt 30/0.4 kV in resina da 250 kVA posto all'interno dell'edificio in locale dedicato.

I servizi ausiliari di sottostazione per l'alimentazione d'emergenza saranno alimentati da un gruppo elettrogeno per esterno di 250 kVA 400V IP 56.

## 7.3 ILLUMINAZIONE ESTERNA

Al fine di garantire la manutenzione e la sorveglianza delle apparecchiature anche nelle ore notturne, si installerà un sistema di illuminazione dell'area di stazione mediante corpi illuminanti posti su pali in vetroresina di altezza 7m.

## 7.4 RECINZIONE PERIMETRALE

La recinzione perimetrale sarà realizzata con un muro prefabbricato in cemento armato vibrato di altezza pari a 1.5m accessibile dall'esterno e da elementi prefabbricati in cemento del tipo a pettine di altezza pari a 1m per un'altezza totale della recinzione pari a 2.5m. La distanza dell'anello perimetrale dalla recinzione è non inferiore a 2m. I cancelli di stazione sono in materiale metallico e verranno collegati al dispersore di terra a mezzo di due conduttori equipotenziale in rame nudo da 70mm<sup>2</sup>.

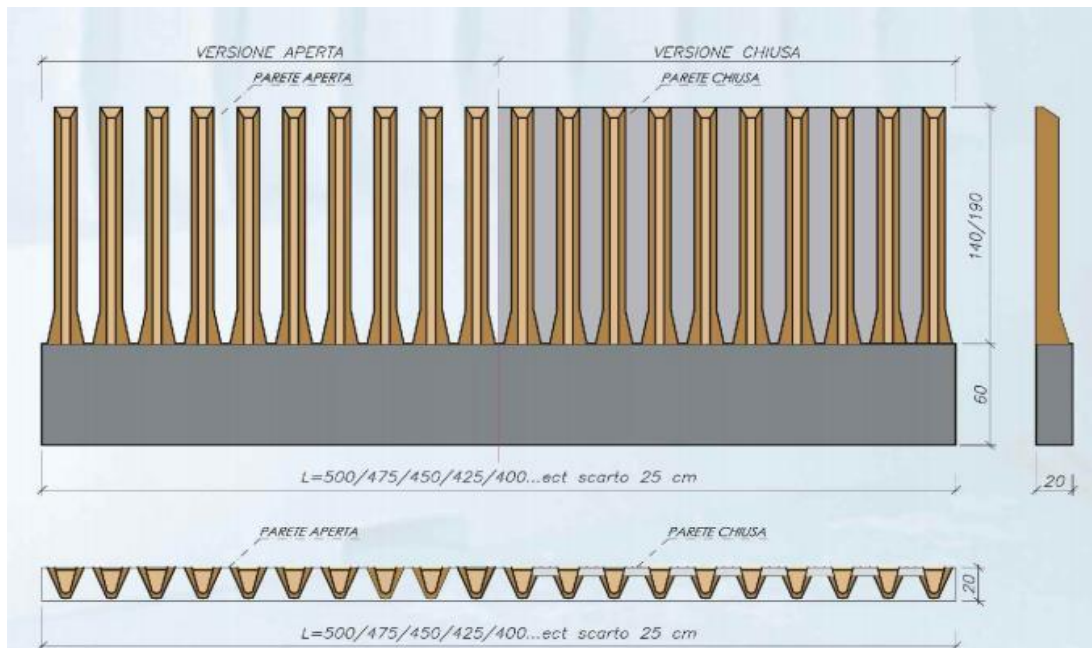


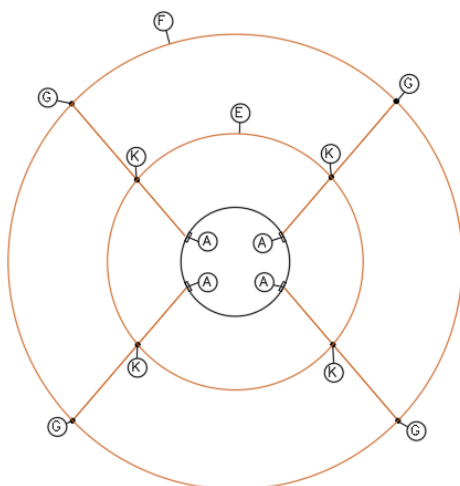
Figura 13. Tipico recinzione

Esternamente, a ridosso della recinzione (lato est e lato nord), verrà prevista una mitigazione composta da edera comune, arbustiva sempreverde.

## 8 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra degli aerogeneratori sarà costituito da anelli circolari in corda di rame nudo da 70 mm<sup>2</sup> posti attorno alle singole turbine. Gli anelli saranno fatti nel seguente modo:

- Primo anello:  $r = 8$  m interrato a una profondità di 0.5 m;
- Secondo anello:  $r = 14$  m interrato a una profondità di 1 m.



- Ⓐ Barre di collegamento equipotenziale
- Ⓑ Corda di rame nudo 70 mm<sup>2</sup>
- Ⓔ Anello interno (corda di rame nudo 70 mm<sup>2</sup>)
- Ⓕ Anello esterno (corda di rame nudo 70 mm<sup>2</sup>)
- Ⓒ Dispersore di terra (picchetto tondo rame 6 m)
- Ⓚ Connessione di anello

Figura 14 – Dettaglio della rete di terra della turbina eolica



Gli anelli saranno collegati tra loro in 4 punti tramite corda in rame nudo da 70mm<sup>2</sup>.

Il secondo anello degli aerogeneratori sarà dotato di 4 dispersori a picchetto circolare in rame di diametro 2.5cm e lunghezza 6m.

I collegamenti tra i singoli aerogeneratori verranno effettuati tramite corda in rame nudo da 70mm<sup>2</sup> interrata ad una profondità che varia da 1.36m ad 1.61m, in base al numero di circuiti presenti negli scavi dei diversi cavidotti del progetto.

L'impianto di terra della sottostazione elettrica 150/30 kV è costituita da una maglia 2m x 2m fatta da una corda di rame nudo di sezione 120 mm<sup>2</sup>. Tutte le apparecchiature in AT sono collegate a tale rete in due punti.

Tutti gli elementi all'interno degli edifici sono messi a terra tramite barre collettrici, le quali sono poi connesse alla maglia primaria tramite corda di rame isolata di sezione 70 mm<sup>2</sup> e picchetti all'interno di pozzetti ispezionabili di dimensioni 2.5 cm x 6 m.

Ai vertici della maglia primaria sono disposti altri picchetti della stessa dimensione, sempre all'interno di pozzetti ispezionabili.

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



INTERNAL CODE

**C23FSTR002WR02800**

PAGE

21 di/of 21

**ALLEGATO I**

