

REGIONE  
MOLISE



Provincia  
CAMPOBASSO



Comuni:

Acquaviva Collecroce

San Felice del Molise

Tavenna

## IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60,00 MW

RICHIEDENTE

**V-RIDIUM WIND MOLISE 1 S.r.l.**

Viale Giorgio Ribotta, 21  
00144 Roma (RM)  
P. IVA: 16672771009



Titolo Elaborato:

**CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI**

Codice Progetto:

ITW2AC

Sviluppo progetto:

**NRG PLUS ITALIA S.r.l.**

Piazza Ettore Troilo, 27  
65127 Pescara (PE)  
e-mail: mdedonno@nrgplus.global

**BELL FIX PLUS S.r.l.**

Via Tancredi Normanno, 13  
72023 Mesagne (BR)  
e-mail: elettrico@bellfixplus.it

Codice Elaborato:

R.04



Progettazione:

**STUDIO ISITREN**

dott. ing. Gianluca PANTILE

INGEGNERIA DEI SISTEMI E DELLE INFRASTRUTTURE  
PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA

Ordine Ing. Brindisi n. 803  
Via Del Lavoro, 15/D - 72100 Brindisi (BR)

[pantile.gianluca@ingpec.eu](mailto:pantile.gianluca@ingpec.eu)

[info@isitren.com](http://info@isitren.com)

cell. +39 347 1939994 - tel./fax +39 0831 548001

Timbro e firma:



Scala N.A. in A4

Data	Revisione	DESCRIZIONE	Elaborazione	Verifica e controllo
10.05.2023	0	PRIMA EMISSIONE	ing. Gianluca PANTILE	ing. Maurizio DE DONNO
REVISIONI				

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

## INDICE

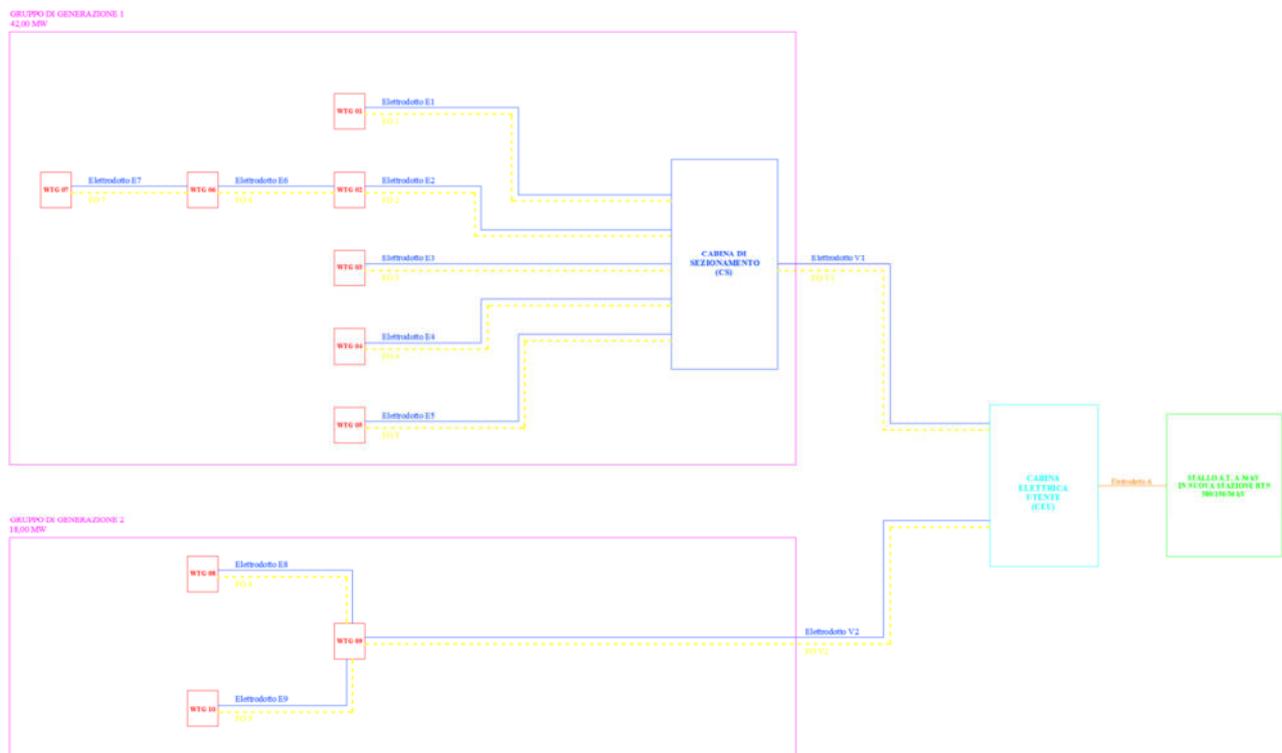
<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>IMPIANTO DI PRODUZIONE E VETTORIAMENTO DELL'ENERGIA VERSO LA CEU.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>OPERE DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE .....</b>	<b>8</b>
4.1	CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU).....	8
4.2	COLLEGAMENTO IN ANTENNA ALLA S.E. RTN.....	9
<b>5</b>	<b>DISTRIBUZIONE ELETTRICA A 36 KV .....</b>	<b>9</b>
5.1	DESCRIZIONE GENERALE .....	9
5.2	VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE.....	10
5.3	PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI .....	11
5.4	VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA.....	11
5.5	VERIFICA TERMICA DEL DISPERSORE.....	12
5.6	CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA.....	12
<b>6</b>	<b>IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU) .....</b>	<b>13</b>

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

## 1 PREMESSA

La presente Relazione è stata elaborata allo scopo di descrivere preliminarmente gli impianti inerenti al progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica della potenza complessiva di 60,00 MW che la Società V-RIDIUM WIND MOLISE 1 S.r.l. intende realizzare in aree agricole dei Comuni di Acquaviva Collecroce (CB), San Felice del Molise (CB) e Tavenna (CB). Ai fini della connessione dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), previa apposita richiesta inoltrata a TERNA S.p.A., la Proponente riceveva la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) identificata dal Codice Pratica n. 202202041 e riportata nell'ALLEGATO A1 alla Comunicazione prot. n. P20220102400 ricevuta a mezzo PEC del 21/11/2022, la quale prevede che l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV con una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150/36 kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Larino-Gissi" (nel seguito "S.E. RTN").

La seguente figura estrapolata dall'Elaborato T.40 "SCHEMI A BLOCCHI DISTRIBUZIONE ELETTRICA E FIBRA OTTICA", schematizza l'architettura elettrica dell'intera opera:



**Figura 1**  
**Schema a blocchi delle opere in progetto**

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

Il collegamento in antenna a 36 kV alla S.E. RTN partirà dunque dalla apposita Cabina Elettrica Utente (CEU) all'interno della quale saranno previste opere civili ed elettriche atte a garantire tutti gli standard di sicurezza elettrica previsti ed il rispetto della normativa tecnica vigente e del Codice di rete.

La CEU ed il collegamento in antenna in cavo interrato a 36 kV costituiscono impianti di utenza per la connessione, mentre lo stallo a 36 kV assegnato nella S.E. RTN costituisce impianto di rete per la connessione.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali norme a cui si è fatto in generale riferimento, come ad oggi modificate ed integrate, sono le seguenti:

- CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;
- CEI 20-66: Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) fino a 150 kV ( $U_m = 170$  kV);
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12);

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Delibera ARERA 439/2021/R/EEL e nuovo Allegato A.2 al Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete di TERNA.

Per quel che concerne la Cabina Elettrica Utente (CEU), tutte le apparecchiature ed i componenti d'impianto saranno conformi alle relative Specifiche Tecniche TERNA S.p.A.. Le opere sono in ogni caso progettate e saranno costruite e collaudate in osservanza alla regola dell'arte dettata, in particolare, dalle più aggiornate:

- disposizioni nazionali derivanti da leggi, decreti e regolamenti applicabili, con eventuali aggiornamenti, con particolare attenzione a quanto previsto in materia antinfortunistica;
- disposizioni e prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate;
- norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore, con particolare attenzione a quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica.

Per il progetto degli elettrodotti a 36 kV interni all'impianto, di vettoriamento e di collegamento in antenna con la S.E. RTN, si è fatto riferimento alle seguenti principali normative come ad oggi integrate e modificate:

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - Linee in cavo", terza edizione, 2006-07;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

- Norma Tecnica IEC 60287 – “Electric cables – Calculation of the current rating”;
- Norma Tecnica CEI 20-21:1998-01, ed. seconda – “Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1. In regime permanente (fattore di carico 100%)”;
- Norma Tecnica IEC 60583 – “Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables”;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 – “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- Decreto del Ministero degli interni 24 novembre 1984 – “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale”;
- Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 – “Attuazioni direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio” e successive modificazioni;
- Decreto legislativo aprile 2008 n. 81 – “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”;
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259 – “Codice della comunicazione elettronica”;
- Norma Tecnica CEI 304-1:2005-11, ed. Prima – “Interferenze elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche. Identificazione dei rischi e limiti di interferenza”;
- Ordinanza Ministeriale 20 marzo 2003, n. 3274 s.m.i.;
- Decreto legislativo n. 152 del 03 aprile 2006 – “Testo Unico sull’ambiente” e s.m.i.;
- Unificazione TERNA “Linee in cavo AT” per l’esecuzione degli elettrodotti in cavo interrato;
- UX LK401 Prescrizioni per il progetto elettrico e la progettazione del tracciato dei collegamenti in cavo, ed. 07/2010;
- UX LK411 Prescrizioni per l’esecuzione delle opere civili connesse alla posa dei cavi, ed. 02/2008.

### **3 IMPIANTO DI PRODUZIONE E VETTORIAMENTO DELL’ENERGIA VERSO LA CEU**

L’impianto eolico avrà una potenza elettrica complessiva pari a 60,00 MW quale risultante dalla somma delle potenze elettriche dei n. 10 aerogeneratori (WTG) ad asse orizzontale di marca VESTAS, modello EnVentus V150 della potenza di 6,0 MW. Resta inteso pertanto che le valutazioni che seguono sono state condotte sulla base del dato di potenza del singolo aerogeneratore pari a 6,0 MW.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

Gli aerogeneratori sono stati raggruppati in cluster ed in particolare si individuano:

- un GRUPPO DI GENERAZIONE 1 da 42.00 MW costituito dagli aerogeneratori WTG01, WTG03, WTG04, WTG05 che vengono collegati direttamente e separatamente alla prevista Cabina di Sezionamento (CS) e dagli aerogeneratori WTG07, WTG06 e WTG02 che vengono collegati tra loro nell'ordine con l'aerogeneratore WTG02 che funge da collettore e che viene poi collegato alla CS;
- un GRUPPO DI GENERAZIONE 2 da 18,00 MW costituito dagli aerogeneratori WTG08 e WTG10 che vengono collegati direttamente e separatamente all'aerogeneratore WTG09 che funge da collettore.

L'uscita dalla CS e l'uscita dall'aerogeneratore WTG09 vengono separatamente collegate, e dunque i due corrispondenti GRUPPI DI GENERAZIONE 1 e 2 vengono collegati, alla prevista Cabina Elettrica Utente (CEU) a 36 kV e da questa, come sopra detto e come vedremo successivamente, parte il collegamento in antenna verso la S.E. RTN.

Come evincesi dall'Elaborato T.41 "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE IMPIANTO EOLICO", sono dunque state progettate le seguenti opere:

- Elettrodotto E1 relativo alla Tratta WTG 01 - CS, di 1430 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 01 alla CS, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- Elettrodotto E7 relativo alla Tratta WTG 07 - WTG 06, di 2955 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 07 all'aerogeneratore 06, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- Elettrodotto E6 relativo alla Tratta WTG 06 - WTG 02, di 2926 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 06 all'aerogeneratore 02, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- Elettrodotto E2 relativo alla Tratta WTG 02 - CS, di 2252 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 02 alla CS, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x185 mm<sup>2</sup>;
- Elettrodotto E3 relativo alla Tratta WTG 03 - CS, di 10 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 03 alla CS, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm<sup>2</sup>;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

- Elettrodotto E4 relativo alla Tratta WTG 04 – CS, di 2368 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 04 alla CS, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- Elettrodotto E5 relativo alla Tratta WTG 05 – CS, di 2758 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 05 alla CS, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- Elettrodotto V1 relativo alla Tratta CS - CEU, di 4192 metri per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 1 verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV – 2x(3x1x400) mm<sup>2</sup>.
- Elettrodotto E8 relativo alla Tratta WTG 08 – WTG 09, di 1707 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 08 all'aerogeneratore 09, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- Elettrodotto E9 relativo alla Tratta WTG 10 – WTG 09, di 3521 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 10 all'aerogeneratore 09, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- Elettrodotto V2 relativo alla Tratta WTG 09 - CEU, di 8768 metri per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 2 verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x185 mm<sup>2</sup>.

#### 4 OPERE DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE

##### 4.1 CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU)

Come già detto in premessa, ai fini della connessione dell'impianto di produzione alla RTN, la STMG preventivata ed accettata dalla Proponente prevede che l'impianto debba essere collegato in antenna a 36 kV sulla nuova S.E. RTN sopra indicata.

Gli Elettrodotti V1 e V2 di vettoriamento in A.T. a 36 kV progettati e sopra descritti (interrati, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV di adeguate sezioni), dedicate al trasporto dell'energia prodotta complessivamente dall'impianto eolico suddiviso nei suoi due GRUPPI DI GENERAZIONE 1 e 2, si attesteranno sulla sezione a 36 kV di una Cabina Elettrica Utente (CEU) all'interno della quale saranno previste opere civili ed elettriche atte a garantire tutti gli standard di sicurezza elettrica previsti ed il rispetto della normativa tecnica vigente e del Codice di rete. Per ogni dettaglio progettuale di merito si rimanda agli specifici Elaborati tecnici e grafici.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

#### 4.2 COLLEGAMENTO IN ANTENNA ALLA S.E. RTN

---

Da apposito scomparto nel Locale quadri a 36 kV nella CEU, come evincesi dall'Elaborato T.48 "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE OPERE DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE", partirà il seguente elettrodotto interrato a 36 kV per il collegamento in antenna allo Stallo nella nuova S.E. RTN:

- Elettrodotto A relativo alla Tratta CEU - S.E. RTN, di 4635 metri, per il collegamento dell'impianto eolico in antenna al futuro ampliamento a 36 kV della S.E. RTN, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV – 2x(3x1x400) mm<sup>2</sup>.

### 5 DISTRIBUZIONE ELETTRICA A 36 KV

#### 5.1 DESCRIZIONE GENERALE

---

Il sistema di distribuzione in A.T. a 36 kV così progettato per l'impianto eolico, per il vettoriamento dell'energia verso la CEU e per il collegamento in antenna alla S.E. RTN permette di stimare una caduta di tensione massima dell'1,87% ed una perdita di potenza dell'1,21%.

Gli elettrodotti interrati in cavo a 36 kV, interessando terreni agricoli e/o strade sterrate e/o strade asfaltate esistenti, saranno posati secondo le modalità rappresentate nell'Elaborato T.43\_a "MODALITÀ DI POSA ELETTRODOTTI" distinte per sede di posa e numero di terne da posare, in conformità alla norma CEI 11-17.

La posa dei cavi A.T. a 36 kV avverrà all'interno di uno scavo di profondità pari a 1,60 m, con profondità minima di posa (a trifoglio) pari a circa 1,23 m, e di larghezza variabile in base al numero di terne presenti nella medesima tratta. I cavi elettrici verranno posati all'interno di appositi tubi corrugati del diametro esterno di 160 mm. Oltre ai cavi elettrici interrati, nello scavo verranno posati i cavi di segnale in fibra ottica all'interno di appositi tubi corrugati del diametro esterno di 50 mm, oltre alla corda di rame nudo di sezione 50 mm<sup>2</sup> per il collegamento degli anelli di terra dei WTG tra loro, tra questi e la Cabina di Sezionamento per quelli ad essa collegati, e per il collegamento tra la Cabina di Sezionamento e la Cabina Elettrica Utente e tra l'aerogeneratore WTG 09 e la Cabina Elettrica Utente.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

## 5.2 VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE

Nella seguente tabella, nella quale  $I_b$  è la corrente di impiego della conduttura ed  $I_z$  la portata in corrente della conduttura stessa, sono state confrontate, per ogni singola linea, la portata della conduttura calcolata tenendo conto della tipologia di posa, con la corrente di impiego della conduttura stessa:

Elettrodotto	Sezione singolo cavo	$I_b$	$I_z$	Verifica $I_b < I_z$
	[mm <sup>2</sup> ]	[A]	[A]	
<b>E1</b>	95	96	237	ok
<b>E2</b>	185	289	338	ok
<b>E3</b>	95	96	237	ok
<b>E4</b>	95	96	237	ok
<b>E5</b>	95	96	237	ok
<b>E6</b>	95	193	237	ok
<b>E7</b>	95	96	237	ok
<b>E8</b>	95	96	237	ok
<b>E9</b>	95	96	237	ok
<b>V1</b>	2x400	674	990	ok
<b>V2</b>	185	289	338	ok
<b>A</b>	2x400	962	990	ok

Dai dati riportati nella tabella si evince chiaramente che le condutture sono correttamente dimensionate per sopportare la relativa corrente di impiego.

In sede di progettazione esecutiva saranno eseguiti i calcoli di dettaglio di "LOAD FLOW" e delle correnti di corto circuito.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

### 5.3 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

---

Il sistema A.T. con tensione nominale 36 kV con neutro isolato è caratterizzato da:

- valore della corrente di guasto a terra, calcolato in base alla norma CEI 11-8, pari a 337 A;
- durata del guasto a terra, da impostare nella programmazione delle protezioni, pari a 0.5 s.

Dai dati iniziali sopra riportati, applicando il metodo di calcolo riportato nell'Allegato A alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), si ottiene:

- Tensione di contatto ammissibile  $U_{tp}=220$  V (Tabella B.3);
- Impedenza totale del corpo umano  $Z_t=1225$  ohm (Tabella B.2);
- Limite di corrente nel corpo umano  $I_b = 267$  mA;
- Fattore cardiaco HF = 1 relativo al contatto mano-piedi;
- Fattore corporeo BF = 0.75 relativo al contatto mano-piedi;
- Impedenza del corpo  $Z_T = 1000$  ohm;
- Resistenza aggiuntiva della mano  $R_H = 0$  ohm (non considerata);
- Resistenza aggiuntiva dei piedi  $R_{F1} = 1000$  ohm, relativa a scarpe vecchie ed umide;
- Resistività del terreno prossimo alla superficie  $\rho_S = 100$  relativa a terreno vegetale.

Da questi dati, è possibile calcolare una Tensione di contatto ammissibile a vuoto  $U_{vTp} = 507$  V. Si precisa, comunque, che il progetto della rete di terra non può ricondursi alla semplice risoluzione di un problema matematico, a causa dei numerosi e non univocamente determinati parametri da prendere in considerazione, quali ad esempio:

- resistività del terreno non omogenea, né in direzione verticale né in direzione orizzontale;
- presenza di dispersori naturali che alterano in modo non prevedibile il campo elettrico in superficie;
- tipo di pavimentazione e sua finitura;
- umidità del terreno e condizioni ambientali durante le operazioni di verifica strumentale;
- manufatti e reti di terra altrui, nelle immediate vicinanze.

### 5.4 VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA

---

L'impianto di dispersione di ognuno degli aerogeneratori sarà costituito da un doppio anello ciascuno di forma circolare, il primo (interno) di raggio 14,50 m ed il secondo (esterno) di raggio 16,50 m, integrato da n. 8 picchetti verticali di lunghezza pari a 4 m cadauno.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

Tali impianti, in condizioni normali di esercizio, saranno collegati tra loro, attraverso la corda di rame da 50 mm<sup>2</sup> che corre lungo gli elettrodotti, pertanto tali impianti di dispersione verranno considerati in parallelo. I valori della resistenza di terra associabili ad ognuno dei dispersori sono i seguenti:

- resistenza dell'anello circolare esterno: 2,23 Ω;
- resistenza di ognuno dei n. 8 picchetti verticali: 14,19 Ω (questi, messi in parallelo determinano complessivamente una resistenza di terra pari a 1,77 Ω);

Pertanto, considerando il contributo complessivo dei dispersori associati ad ogni turbina otterremo una resistenza di terra pari a  $R_t=1,01 \Omega$ .

## 5.5 VERIFICA TERMICA DEL DISPERSORE

### Sezione minima per garantire la resistenza meccanica ed alla corrosione

Il dispersore orizzontale è costituito da corda di rame nudo, per cui ai sensi dell'Allegato C alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) dovrà avere una sezione minima di 25 mm<sup>2</sup>.

Per la protezione contro la corrosione è necessario utilizzare materiali tali che il loro contatto non generi coppie elettrolitiche.

### Dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra

Per effettuare il dimensionamento termico del dispersore si utilizza la formula presente nell'Allegato D alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), tenendo presente che secondo quanto riportato nell'art. 5.3, è possibile ripartire la corrente di guasto tra diversi elementi del dispersore. Secondo tali calcoli, per disperdere la corrente di guasto è necessaria una corda di sezione circa 1,22 mm<sup>2</sup>. Le sezioni utilizzate partono da 35 mm<sup>2</sup> per cui soddisfano entrambe le condizioni con sufficiente margine di sicurezza.

## 5.6 CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA

Per tale impianto, la tensione totale di terra  $U_t$  risulta pari a 340 V nel caso in cui gli impianti di terra delle turbine siano separati.

Considerando che per tale sistema la tensione massima ammissibile è  $U_{tp} = 220 \text{ V}$ , il valore calcolato risulta essere teoricamente superiore, pertanto ad impianto realizzato dovranno essere verificate le tensioni di passo e contatto attraverso apposite misure strumentali eseguite in campo professionista abilitato.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

## 6 IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU)

Come evincesi dall'Elaborato T.54 "CABINA ELETTRICA UTENTE: IMPIANTO DI TERRA", l'impianto di terra sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame ed è dimensionato termicamente per la corrente di guasto prevista, per una durata di 0,5 s.

Il lato di maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1. Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente ridotte. In particolare, l'impianto sarà costituito mediamente da maglie aventi lato di 5 m salvo diverse esigenze e particolari realizzativi come rappresentato nel predetto Elaborato.

La rete di terra sarà opportunamente collegata alla rete metallica di armatura delle platee di fondazione degli edifici alla quale saranno collegati i diversi collettori di terra dei vari locali tecnici.

Sarà dunque assicurato un collegamento diretto della rete di terra alla rete metallica di armatura delle platee di fondazione gettate in opera che, mediante cime emergenti in corda di rame da 63 mm<sup>2</sup>, sarà collegata ad un collettore di terra principale dislocato all'interno di ciascun locale, come adeguatamente rappresentato nel predetto Elaborato.

Perimetralmente all'intera area ed in corrispondenza/prossimità degli edifici, saranno previsti inoltre dispersori di terra verticali in acciaio di opportune dimensioni, i quali saranno opportunamente collegati ai nodi equipotenziali di prossimità presenti sulla rete di terra (dispersore orizzontale).

Le apparecchiature e le strutture metalliche saranno connesse all'impianto di terra mediante opportuni conduttori di rame, il cui numero varia da 2 a 4 in funzione della tipologia del componente connesso a terra.

Per non creare punti con forti gradienti di potenziale si è fatto in modo, per quanto possibile, che il conduttore periferico non presenti raggio di curvatura inferiore a 8 m.

Si precisa comunque che, ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto saranno rilevate sperimentalmente.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
ITW2AC	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 60 MW	R.04

La rete di terra sarà costituita da conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm<sup>2</sup>) interrati ad una profondità di 0,70 m, aventi le seguenti caratteristiche:

- buona resistenza alla corrosione per una grande varietà di terreni;
- comportamento meccanico adeguato;
- bassa resistività, anche a frequenze elevate;
- bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche, saranno in rame di sezione 125 mm<sup>2</sup> collegati a due lati di maglia. Allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e di controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza, alcuni collegamenti alla rete di terra saranno opportunamente realizzati mediante quattro conduttori di rame sempre di sezione 125 mm<sup>2</sup> e comunque non meno di 2.

I conduttori di rame saranno collegati tra loro con dei morsetti a compressione in rame. Il collegamento ai sostegni sarà realizzato mediante capicorda e bulloni.