

REGIONE PUGLIA



COMUNE DI MOTTOLA



COMUNE DI CASTELLANETA



Committente:



MOTTOLA WIND
ENERGY & INFRASTRUCTURE

GINOSA S.r.l.

P.IVA 13129970961
VIA DANTE 7 MILANO (MI)
C.A.P. 20123

Titolo del Progetto:

**Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico denominato
"MOTTOLA WIND" della potenza di 33 MW e relative opere connesse
nei Comuni di Mottola (TA) e Castellaneta (TA)**

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato:
R.04

Elaborato:

Calcoli preliminari degli impianti

SCALA:

N.A.

FOGLIO:

1 di 14

FORMATO:

A4

Nome file: UQZ0SW0_CalcoliPrelImpianti-signed.pdf

Progettazione:

STUDIO ISITREN

dott. ing. Gianluca PANTILE



dott. ing. Gianluca PANTILE
Ordine Ing. Brindisi n. 803

STUDIO ISITREN

Via Del Lavoro, 15/D - 72100 Brindisi (BR)

pantile.gianluca@ingpec.eu

info@isitren.com

cell. +39 347 1939994

tel./fax +39 0831 548001



Gruppo di lavoro:

ing. Francesca Di Campi
ing. Fabio Zizzi

Rev:	Data Revisione:	Descrizione Revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
00	31/01/2024	PRIMA EMISSIONE	ISITREN	GINOSA S.r.l.	GINOSA S.r.l.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	IMPIANTO DI PRODUZIONE E VETTORIAMENTO DELL'ENERGIA VERSO LA CEU.....	7
3.1	ELETTRODOTTI DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA	7
3.2	CABINA DI SEZIONAMENTO	8
4	OPERE DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE	9
4.1	CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU).....	9
4.2	COLLEGAMENTO IN ANTENNA ALLA S.E. RTN.....	9
5	DISTRIBUZIONE ELETTRICA A 36 KV	10
5.1	DESCRIZIONE GENERALE	10
5.2	VERIFICA PRELIMINARE DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE	10
5.3	PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI	11
5.4	VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA DI TERRA.....	12
5.5	VERIFICA TERMICA DEL DISPERSORE.....	12
5.6	CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA.....	13
6	IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU)	13

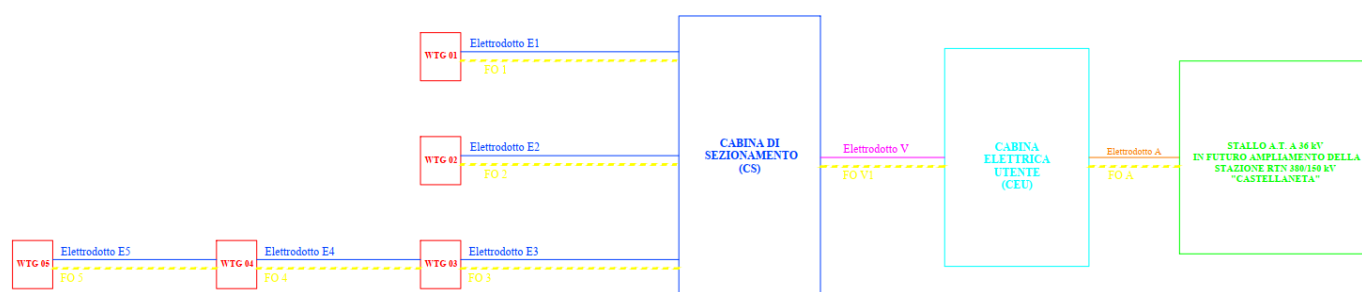
Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

1 PREMESSA

La Società GINOSA S.r.l. (nel seguito "Proponente") intende realizzare, in area agricola del Comune di Mottola (TA), un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica (nel seguito "impianto eolico") costituito da n. 5 aerogeneratori (WTG) tripala ad asse orizzontale di marca SIEMENS GAMESA, modello SG 6.6-170 o similare, ciascuno della potenza di 6,6 MW, per una potenza complessiva dell'impianto eolico pari a 33,00 MW.

Ai fini della connessione dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), previa apposita richiesta inoltrata a TERN S.p.A., la Proponente riceveva la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) identificata dal Codice Pratica n. 202203355 e riportata nell'ALLEGATO A1 alla Comunicazione prot. n. P20230057836 ricevuta a mezzo PEC del 31/05/2023, la quale prevede che l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN 380/150 kV di Castellaneta (TA).

La seguente figura, estrapolata dall'Elaborato T.28 "SCHEMI A BLOCCHI DISTRIBUZIONE ELETTRICA E FIBRA OTTICA", schematizza l'architettura elettrica dell'opera:



Schema a blocchi delle opere in progetto

L'intera opera consiste nell'impianto eolico (aerogeneratori singoli o collegati elettricamente tra loro mediante una rete interna di elettrodotti a 36 kV), in una apposita Cabina di Sezionamento (CS) che funge da infrastruttura interna di parallelo e smistamento alla quale vengono collegati gli aerogeneratori singolarmente o in cluster, nell'elettrodotto di vettoriamento a 36 kV dell'energia elettrica prodotta dall'impianto eolico dalla CS verso una apposita Cabina Elettrica Utente (CEU), e nell'elettrodotto di collegamento in antenna a 36 kV in partenza dalla CEU ed arrivo nell'apposito Stallo che sarà approntato nella futura S.E. RTN.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

Tutti i collegamenti elettrici previsti sono da intendersi in cavo interrato esercito alla tensione di 36 kV affinché la distribuzione elettrica interna all'impianto e verso la CS, il vettoriamento dell'energia elettrica dalla CS verso la CEU ed il collegamento in antenna dalla CEU alla RTN siano gestiti direttamente alla tensione di consegna in A.T. a 36 kV secondo lo standard di cui al nuovo Allegato A2 al Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete di TERNA S.p.A., introdotto dalla Delibera ARERA 439/2021/R/EEL. Non è dunque necessaria una elevazione della tensione nell'ambito degli impianti di utenza della Proponente, ma sarà possibile il collegamento diretto alla nuova S.E. RTN.

La Cabina Elettrica Utente (CEU) ed il collegamento in antenna a 36 kV costituiscono impianti di utenza per la connessione, mentre lo Stallo a 36 kV assegnato nella nuova 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;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

- 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);
- 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 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 interrati a 36 kV per la distribuzione elettrica interna all'impianto, per il vettoramento dell'energia elettrica prodotta verso la CEU e per il collegamento in antenna dalla CEU verso 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;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

- 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;
- 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;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

- 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

3.1 ELETTRODOTTI DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA

L'impianto eolico avrà una potenza elettrica complessiva pari a 33,00 MW quale risultante dalla somma delle potenze elettriche dei n. 5 aerogeneratori (WTG) ad asse orizzontale di marca SIEMENS GAMESA, modello SG-170 o similare, della potenza di 6,6 MW cadauno. Le valutazioni che seguono sono state dunque condotte sulla base del dato di potenza del singolo aerogeneratore pari a 6,6 MW.

L'impianto eolico è stato organizzato secondo la seguente architettura:

- un GRUPPO DI GENERAZIONE 1 da 6,6 MW costituito dal solo aerogeneratore WTG01 che viene collegato alla CS;
- un GRUPPO DI GENERAZIONE 2 da 6,6 MW costituito dal solo aerogeneratore WTG02 che viene collegato alla CS;
- un GRUPPO DI GENERAZIONE 3 da 19,80 MW costituito dagli aerogeneratori WTG05, WTG04 e WTG03 con l'aerogeneratore WTG03 che funge da collettore e che viene collegato alla CS.

In relazione alla architettura elettrica dell'opera, come evincesi dall'Elaborato T.29 "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE IMPIANTO EOLICO", sono state progettate le seguenti opere elettriche:

- Elettrodotto E1 relativo alla Tratta WTG 01 – CS, di 161 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 01 alla CS, interrato, con tensione di esercizio 36 kV e potenza in transito 6,6 MW, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E2 relativo alla Tratta WTG 02 – CS, di 1.590 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 02 alla CS, interrato, con tensione di esercizio 36 kV e potenza in transito 6,6 MW, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E5 relativo alla Tratta WTG 05 – WTG 04, di 1.236 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 05 all'aerogeneratore 04, interrato, con tensione di esercizio 36 kV e potenza in transito 6,6 MW, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

- Elettrodotto E4 relativo alla Tratta WTG 04 – WTG 03, di 2.405 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 04 all'aerogeneratore 03, interrato, con tensione di esercizio 36 kV e potenza in transito 13,20 MW, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E3 relativo alla Tratta WTG 03 – CS, di 2.469 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 03 alla CS, interrato, con tensione di esercizio 36 kV e potenza in transito 19,80 MW, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x240 mm²;
- Elettrodotto V relativo alla Tratta CS - CEU, di 8.730 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto eolico verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV e potenza in transito 33,00 MW, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x630 mm².

3.2 CABINA DI SEZIONAMENTO

È prevista la realizzazione di una Cabina di Sezionamento (CS) la quale ha la funzione di raccogliere in parallelo i n. 3 GRUPPI DI GENERAZIONE, ossia sia singolarmente e separatamente gli aerogeneratori WTG 01 e WTG 02, sia il cluster WTG 05 – WTG 04 – WTG 03. Dalla CS partirà il predetto Elettrodotto V di vettoriamento dell'energia prodotta dall'impianto eolico verso la Cabina Elettrica Utente (CEU).

La CS sarà equipaggiata con le protezioni e gli scomparti di arrivo delle linee elettriche a 36 kV provenienti dai predetti n. 3 GRUPPI DI GENERAZIONE, nonché con le protezioni e lo scomparto partenza linea a 36 kV verso la CEU, oltre che con impianto elettrico e sistemi ausiliari relativi.

La Cabina di Sezionamento verrà realizzata in apposita area del terreno identificato catastalmente al Fg. 61, P.IIa 256 del Comune di Mottola (TA), a Est rispetto all'aerogeneratore WTG 01 il quale verrà installato nella medesima particella catastale.

Come evincesi dall'Elaborato T.24 "*PARTICOLARI COSTRUTTIVI CABINA DI SEZIONAMENTO*", la CS sarà realizzata mediante due moduli prefabbricati delle dimensioni rispettivamente di 2,52 x 4,5 m e di 2,52 x 6,75 m, i quali saranno posizionati su una idonea platea di fondazione.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

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 su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN 380/150 kV di Castellaneta (TA) (S.E. RTN).

L'elettrodotto di vettoriamento V in A.T. a 36 kV progettato e sopra descritto (interrato, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV di adeguata sezione) dedicato al trasporto dell'energia prodotta complessivamente dall'impianto eolico, si attesterà 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.

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.38 "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 futura S.E. RTN, il cui percorso partirà dalla CEU nel Comune di Castellaneta (TA) e proseguirà fino ad arrivare all'area di verosimile ubicazione del futuro ampliamento della S.E. RTN, ossia in adiacenza con l'attuale Stazione esistente:

- Elettrodotto A relativo alla Tratta CEU - S.E. RTN, di 7.653 metri, per il collegamento dell'impianto eolico in antenna allo stallo a 36 kV nel futuro ampliamento della S.E. RTN, interrato, con tensione di esercizio 36 kV e potenza in transito 33,00 MW, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV – 3x1x360 mm².

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

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 dalla CS verso la CEU e per il collegamento in antenna dalla CEU verso la S.E. RTN, permette di stimare una caduta di tensione massima del 2,34% ed una perdita di potenza del 2,19%.

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.31 "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 e di larghezza variabile in base al numero di terne presenti nella medesima tratta. Ciascuna terna di cavi elettrici verrà posata a trifoglio all'interno di apposito tubo corrugato 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 mm² per il collegamento degli anelli di terra dei WTG tra loro e di questi alla Cabina di Sezionamento (CS).

5.2 VERIFICA PRELIMINARE 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 ²]	[A]	[A]	
E1	95	106	237	ok
E2	95	106	237	ok

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

E5	95	106	237	ok
E4	95	212	237	ok
E3	240	318	327	ok
V	630	530	630	ok
A	630	530	630	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.

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 175 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.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

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 PRELIMINARE DELLA RESISTENZA DI TERRA

L'impianto di dispersione di ognuno dei n. 5 aerogeneratori sarà costituito da un doppio anello ciascuno di forma circolare, il primo (interno) di raggio 16,50 m ed il secondo (esterno) di raggio 18,50 m. Ciascuno dei due anelli di terra circolari risulta integrato da n. 8 picchetti verticali di lunghezza pari a 4 m cadauno.

Tali impianti, in condizioni normali di esercizio, saranno collegati tra loro, attraverso la corda di rame da 50 mm² 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: 2,13 Ω ;
- resistenza di ognuno dei n. 8 picchetti verticali: 14,52 Ω (questi, messi in parallelo determinano complessivamente una resistenza di terra pari a 1,81 Ω);

Pertanto, considerando il contributo complessivo dei dispersori associati ad ogni turbina otterremo una resistenza di terra pari a $R_t=0,98 \Omega$.

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 mm².

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

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

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 $1,00 \text{ mm}^2$. Le sezioni utilizzate partono da 35 mm^2 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 171 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 inferiore pertanto ad impianto realizzato dovrà essere verificata la resistenza di terra a conferma di quanto calcolato.

6 IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU)

Come evincesi dall'Elaborato T.44 "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^2 , sarà collegata ad un collettore di terra principale dislocato all'interno di ciascun locale, come adeguatamente rappresentato nel predetto Elaborato.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 033	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 33,00 MW	R.04

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.

La rete di terra sarà costituita da conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm²) 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 mm² 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 mm² 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.