

REGIONE PUGLIA

Provincia di LECCE



Comune Copertino



Comune Leverano



Comune NARDO'



Comune Salice Salentino



Comune Veglie



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "CE NARDO" COSTITUITO DA 5 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 33 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

Relazione tecnica generale impianti elettrici

ELABORATO

PR05

PROPONENTE:

AEI WIND PROJECT III S.R.L.

P.I. 16805251002
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



AEI WIND PROJECT III S.R.L.

Via Vincenzo Bellini, 22
00198 Roma (RM)

pec: aeiwind-terza@legalmail.it

CONSULENZA:

Dott.ssa Elisabetta NANNI

Dott. Ing. Rocco CARONE

Dott. Agr. For. Mario STOMACI

Dott. Geol. Michele VALERIO

PROGETTISTI:



Via Caduti di Nassiriya 55
70124 Bari (BA)

e-mail: atechsrl@libero.it
pec: atechsrl@legalmail.it

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Ordine ingegneri di Bari n. 4985



Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA

Ordine ingegneri di Bari n. 10743



0	DICEMBRE 2022	C.C. - V.D.P.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

Indice

1.PREMESSE	2
2.NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3.SOLUZIONE DI CONNESSIONE.....	4
4.SOTTOSTAZIONE UTENTE	4
5.OPERE ELETTRICHE.....	5
6.CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	6
6.1. CADUTA DI TENSIONE	6
6.2. PORTATA TERMICA	7
7.CORTO CIRCUITO.....	9



1. PREMESSE

Il presente documento illustra le opere elettriche previste per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione da fonte eolica costituito da **5 turbine aventi potenza complessiva pari a 33 MW** da realizzare in zone classificate agricole, non di pregio, dal vigente strumento urbanistico comunale, da ubicare nei territori comunali di **Nardò, Salice Salentino, Veglie, Leverano e Copertino (LE)**.

In particolare, il progetto è costituito da:

- **n° 5 aerogeneratori della potenza di 6,6 MW** (denominati "WTG 1-5") e delle rispettive piazzole di collegamento;
- tracciato dei cavidotti di collegamento (tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica di trasformazione utente MT-AT);
- **stazione elettrica** di trasformazione 30/36kV dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ubicata nel Comune di Nardò (LE);
- collegamento in antenna a 36 kV una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Erchie 380 – Galatina 380".

La società proponente è la **AEI WIND PROJECT III Srl**.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il quadro normativo nazionale italiano sulle fonti rinnovabili è stato modificato in modo sostanziale negli ultimi anni a seguito delle nuove politiche del settore energetico- ambientale e conseguenti anche ad impegni internazionali e direttive comunitarie.

Si segnala, in particolare:

Decreto Legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003: "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità", pubblicato sul supplemento ordinario n. 17 della Gazzetta Ufficiale n. 25 del 31 gennaio 2004. Esso prevede la razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative attraverso un



procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, la cui durata massima è stabilita in 180 giorni. Inoltre, stabilisce che l'autorizzazione unica rilasciata dalla Regione o da altro soggetto istituzionale delegato costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato.

Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico del 10 settembre 2010: "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 219 del 18 settembre 2010. Questo decreto introduce: alla Parte II, il regime giuridico delle Autorizzazioni, alla Parte III disciplina le fasi del Procedimento autorizzatorio Unico, alla Parte IV detta criteri essenziali per il corretto inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio.

Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152: "Norme in materia Ambientale", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 (e s.m.i.);

Segue quindi un elenco delle normative tecniche di riferimento in materia di impianti elettrici:

DPCM 23/4/92: Decreto che fissa i limiti massimi di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza industriale di 50 Hz.

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;

CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

CEI 81-3: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;

CEI EN 61400: Sistemi di generazione a turbina eolica;

CEI EN 60099: Scaricatori;



CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;

Legge n. 339 del 28/6/86 e relativo regolamento di attuazione (D.M. 21/3/88) che recepisce la norma CEI 11-4 per le linee elettriche: Per la parte elettrica dei lavori, la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne;

D.M. 16/1/91: Distanze minime dei conduttori dal terreno, da acque non navigabili e da fabbricati, tenendo conto dei campi elettrici e magnetici e del rischio di scarica.

D.M n. 36 del 22/01/2008 che sostituisce la legge n. 46 del 05/03/1990 Norme per la sicurezza degli impianti elettrici

D.L n 81/08 Testo unico per la sicurezza in sostituzione dei D.L. n. 626 del 19/09/1994 e s.m. Attuazioni delle Direttive Comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro, e D.L. n. 494 del 14/08/1996 e s.m. Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

3. SOLUZIONE DI CONNESSIONE

Lo schema di allacciamento alla RTN, in base al Preventivo di connessione ricevuto da Terna con CP 202200290, prevede la realizzazione di una sottostazione elettrica di trasformazione dell'energia prodotta dal parco eolico (SE di utenza) alla quale convergeranno i cavi di potenza e controllo provenienti dal parco eolico, collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 380 kV "Erchie 380 – Galatina 380".

4. SOTTOSTAZIONE UTENTE

All'interno dell'area della sottostazione AT/MT sarà realizzato un edificio atto a contenere le apparecchiature di potenza e controllo relative alla sottostazione stessa; saranno previsti i seguenti locali:

- Locale quadri di controllo e di distribuzione per l'alimentazione dei servizi ausiliari – sala BT;



- Locale contenente il quadro di Media Tensione e il Quadro di Alta tensione a 36 kV;
- Locale quadro misure AT, con accesso garantito sia dall'interno che dall'esterno della SSE – sala MIS;
- Locale contenente il gruppo elettrogeno per l'alimentazione dei servizi ausiliari in situazione di emergenza – sala GE;
- Locale contenente i quadri di comando e controllo del parco eolico.

La sottostazione di trasformazione AT/MT sarà opportunamente recintata e sarà previsto un ingresso carraio collegato al sistema viario più prossimo.

5. OPERE ELETTRICHE

Per la connessione dell'impianto sono state ipotizzate 3 linee MT, facenti capo alle WTG.

È stato scelto come tipologia di cavo ARE4H5EX unipolare 18/30 kV, che presenta le seguenti caratteristiche:

Tipologia cavo	<i>Unipolare</i>
Tensione nominale	<i>30 kV</i>
Anima	<i>Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio</i>
Semiconduttivo interno	<i>Mescola estrusa</i>
Isolante	<i>Mescola di polietilene reticolato</i>
Semiconduttivo esterno	<i>Mescola estrusa</i>
Guaina	<i>Polietilene</i>

Alcuni aerogeneratori (vedi schema unifilare MT) saranno raggruppati e collegati in entra-esce, pertanto un unico cavidotto cumulerà l'energia prodotta come riportato nella seguente tabella che riassume anche la sezione dei conduttori che saranno posati nel medesimo scavo, con la posa a trifoglio in trincea.



TRATTO	TIPO DI CAVO 18/30 kV	SEZIONE [mm ²]	LUNGHEZZA LINEA [m]
WTG 03-CS	ARE4H5EX	240	13.070
L1-CS-Cabina MT/AT	ARE4H5EX	1x300	21.150
WTG 01-WTG 05	ARE4H5EX	150	6.350
WTG 05-CS	ARE4H5EX	185	50
L2-CS-Cabina MT/AT	ARE4H5EX	2x240	21.150
WTG 02-WTG 04	ARE4H5EX	150	3.510
WTG 04-CS	ARE4H5EX	240	3.950
L3-CS-Cabina MT/AT	ARE4H5EX	2x300	21.150

6. CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

6.1. Caduta di tensione

Data la non elevata lunghezza complessiva di ciascuna linea, le sezioni dei circuiti non è stata determinata da esigenze di contenere la caduta di tensione complessiva che, nel peggiore dei casi, è pari al 3,77%.

Infatti è possibile determinare la caduta tensione con la nota formula:

$$\Delta V = KLI(R\cos\varphi + X\sin\varphi)$$

dove:

K è una costante che per i sistemi trifase vale 1,732;

L è la lunghezza del collegamento espresso in km;

I è la corrente trasportata, pari alla corrente di impiego, che dipende dal numero di torri collegate su ciascun tratto;

R è la resistenza del conduttore espressa in Ω/km ;

X è la reattanza di fase espressa in Ω/km ;



$\cos\phi$ è il fattore di potenza del carico, convenzionalmente pari a 0,9.

Sostituendo i valori nella formula precedente, considerato che il contributo alla corrente nominale di ciascuna torre è pari a:

$$I_N = 141,13 \text{ A,}$$

è possibile costruire la tabella seguente che riepiloga le cadute di tensione dei singoli tratti, come riportate nella tavola dello schema unifilare di MT.

Tabella – Cadute di tensione sui singoli tratti di cavidotto

TRATTO	SEZIONE [mm ²]	LUNGHEZZA LINEA [m]	ΔV % nel tratto	ΔV % complessiva
WTG 03-CS	240	13.070	1,72%	1,72%
L1-CS-Cabina MT/AT	1x300	21.150	1,91%	3,63%
WTG 01-WTG 05	150	6.350	0,99%	0,99%
WTG 05-CS	185	50	Trasc.	0,99%
L2-CS-Cabina MT/AT	2x240	21.150	2,78 %	3,77%
WTG 02-WTG 04	150	3.510	0,63%	0,63%
WTG 04-CS	240	3.950	1,04%	1,67%
L3-CS-Cabina MT/AT	2x300	21.150	1,91%	3,58%

6.2. Portata termica

Per quanto attiene, invece, i coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono state assunte le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a 2 °C*m/W (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto); temperatura terreno pari a 20° C (CEI 20-21 A.3);
- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.



Le singole sezioni individuate al punto precedente, sono state verificate considerando che il cavo deve avere una portata I_z uguale o superiore alla corrente di impiego I_B del circuito. E' stato così verificato ogni tratto del cavidotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo e in base alla corrente che interessa ciascun circuito.

Innanzitutto è stata calcolata la portata termica del cavo prescelto, nelle condizioni di posa suddette, considerando un fattore cautelativo di riduzione del 30% a causa della coesistenza di più circuiti in parallelo, come mostrato di seguito:

$I_z = 280 \text{ A}$ nel caso di terna di sezione pari a 150 mmq

$I_z = 317 \text{ A}$ nel caso di terna di sezione pari a 185 mmq

$I_z = 368 \text{ A}$ nel caso di terna di sezione pari a 240 mmq

$I_z = 414 \text{ A}$ nel caso di terna di sezione pari a 300 mmq

Il calcolo suddetto è stato effettuato sulla base delle indicazioni della casa costruttrice.

La seguente tabella verifica che, in ogni singolo tratto, la portata termica in regime stazionario I_z risulta essere maggiore della corrente di impiego del carico I_B .

Tabella – Verifica della portata termica sui singoli tratti di cavidotto

TRATTO	SEZIONE [mm ²]	Corrente di Impiego I_B [A]	Portata Termica I_z [A]
WTG 03-CS	240	141,13 A	368 A
L1-CS-Cabina MT/AT	1x300	141,13 A	414 A
WTG 01-WTG 05	150	141,13 A	280 A
WTG 05-CS	185	282,27 A	317 A
L2-CS-Cabina MT/AT	2x240	282,27 A	736 A
WTG 02-WTG 04	150	141,13 A	280 A
WTG 04-CS	240	282,27 A	368 A
L3-CS-Cabina MT/AT	2x300	282,27 A	828 A



In ogni caso la porta termica del conduttore, determinata in regime stazionario, risulta essere maggiore della corrente di impiego determinata alla massima potenza di generazione dell'aerogeneratore.

7. CORTO CIRCUITO

Per ciascuna sezione è anche ampiamente verificata la tenuta al cortocircuito degli isolanti, infatti a tal fine è da considerare la seguente relazione:

$$K^2 S^2 \geq I_{CC}^2 \cdot T$$

dove:

I_{CC} è la massima corrente di corto circuito che, pur nell'ipotesi conservativa di disporre di potenza infinita a monte del trasformatore AT/MT e che il guasto avvenga nelle immediate vicinanze del trasformatore (dunque trascurando il contributo dell'impedenza dei cavi) sarebbe pari a 7,70 kA (essendo il trasformatore AT/MT caratterizzato dai seguenti valori $V_{CC} = 12,5\%$ e $P_N = 50$ MVA);

K è una costante che, nel caso di conduttore in alluminio è pari a 92;

T è la durata massima del cortocircuito che, nel caso di protezioni istantanee di massima corrente, si può assumere non maggiore di 100 ms;

S è la sezione del conduttore che nel caso peggiore è pari a 1x150 mmq.

Sostituendo i valori nella formula, si ottiene:

$$8\,464 \times 22\,500 = \mathbf{1,9044 \cdot 10^8} \geq \mathbf{5,93 \cdot 10^6}$$

La formula precedente è stata verificata per la sezione inferiore (tratti più lontani dove l'impedenza del circuito è maggiore quindi la corrente di cortocircuito sarà inferiore), con la massima corrente di corto circuito teorica sul lato MT del trasformatore (trascurando l'impedenza a monte di esso e nel tratto in cui il circuito ha sezione è maggiore di 150). Pertanto la disequaglianza è sempre ampiamente verificata.

