

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA
POTENZA NOMINALE 34,5 MW

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di BRINDISI
COMUNE di BRINDISI
Località: Santa Teresa, Specchione, Pozzella, Scolpito

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU 8G4G710

Tav.:

R04

Titolo:

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE
ELETTRICHE

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

N.A.

A4

8G4G710_DocumentazioneSpecialistica_04

Progettazione:

Committente:

STC S.r.l.



Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce
Tel. +39 0832 1798355
studiocalcarella@gmail.com - fabio.calcarella@gmail.com

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio CALCARELLA



TOZZIgreen

Via Brigata Ebraica, 50 - 48123 Mezzano (RA)
Tel. +39 0544 525311 - Fax +39 0544 525319
pec: tozzi.re@legalmail.it - www.tozziholding.com

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
31 luglio 2017	Prima emissione	STC	FC	TOZZI GREEN S.p.a.

Sommario

1.	Distribuzione elettrica	2
1.1.	Generalità	2
1.2.	Legislazione regionale e normativa tecnica.....	2
1.3.	Descrizione del progetto	4
1.4.	Schema del sistema elettrico.....	5
1.4.1.	Generatore eolico (Wind Turbine Generator - WTG).....	5
1.4.2.	Linee MT	6
1.4.2.1.	Caratteristiche elettrodotto	7
1.4.2.2.	Dimensionamento elettrico.....	7
1.4.2.3.	Modalità di posa	11
1.4.2.4.	Giunzioni, terminazioni ed attestazioni.....	11
1.4.3.	Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SSE).....	13
1.4.3.1.	Ubicazione ed accessi	13
1.4.3.2.	Principali caratteristiche elettriche della connessione.....	13
1.4.3.3.	Opere civili	14
1.4.3.4.	Apparecchiature AT	15
1.4.3.5.	Stato del neutro.....	16
1.4.3.6.	Contributo alle correnti di cortocircuito.....	16
1.4.3.7.	Limiti di scambio di potenza attiva e reattiva.....	16
1.4.4.	Impianto di terra.....	17
1.4.4.1.	Impianto di terra SSE	17
1.4.5.	Fibra ottica.....	18
2.	Impianto protezione scariche atmosferiche.....	19
2.1.	Generalità	19
2.2.	Calate	19
2.3.	Dispersore.....	20
2.4.	Ancoraggi e giunzioni.....	20
2.5.	LPS interno.....	20
2.5.1.	Collegamenti equipotenziali per corpi metallici interni.	20
2.5.2.	Collegamenti equipotenziali per impianti interni.....	21
3.	Indicazioni per la progettazione esecutiva	22
3.1.	Particolari prescrizioni per l'installazione.....	22
3.2.	Indicazioni per la manutenzione	22
3.2.1.	Programma di manutenzione	22

1. Distribuzione elettrica

1.1. Generalità

La presente relazione è relativa alle opere civili per la realizzazione di un Parco Eolico nei Comune di Brindisi, di proprietà Ditta Tozzigreen S.p.a., con sede in Via Brigata Ebraica, 50 - 48123 Mezzano (Ravenna,) C.F. e P.IVA 02132890399.

Il parco prevede la costruzione e la messa in esercizio, su torre tubolare in acciaio di altezza 117 m, di 10 aerogeneratori della potenza unitaria di 3,45 MW per una potenza totale di 34,5 MW. Gli aerogeneratori avranno rotore tripala del diametro di 126 m.

1.2. Legislazione regionale e normativa tecnica

I principali riferimenti normativi seguiti nella redazione del progetto e della relazione di Impatto Ambientale sono state:

- la L.R. n. 11 del 12 aprile 2001;
- DGR n.35 del 31/1/2007;
- DGR n.3029 del 30.12.2010 linee guida per i procedimenti di cui all'art.12 D.Lgs 387/2003.
- L.R. n.31/2008 per la parte in vigore;
- Legge n.241 del 7/8/1990 e s.m.i.

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti eolici sono:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 61400-1: Sistemi di generazione a turbina eolica;
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore ad 1kV in corrente alternata
- CEI 11-17: Norme per gli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750

V;

- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-21: Calcolo delle portate dei cavi elettrici
- CEI 20-27: Sistema di designazione dei cavi di energia e per segnalamento
- CEI 20-29: Conduttori per cavi isolati
- CEI 7-1: Corde di rame
- CEI 20-13: Cavi isolanti con gomma EPR con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 30 kV)
- CEI 20-14: Cavi isolanti con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 30 kV)
- CEI 20-11: Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole perisolanti e guaine per energia
- CEI 20-22: Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- CEI 20-36: Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici
- CEI 20-37: Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;

- CEI 0-16: regola Tecnica per le connessioni di utenti passivi e attivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Codice di rete - TERNA

1.3. Descrizione del progetto

Il Parco Eolico sarà costituito da n. 10 aerogeneratori elettricamente connessi tra loro secondo la modalità entra-esce.

Ciascun generatore eolico produrrà energia elettrica alla tensione di 690 V c.a. All'interno di ciascuna torre sarà installato un trasformatore 0.69/30 kV per la trasformazione di detta corrente alla tensione di 30 kV.

La corrente proveniente da gruppi di torri sarà convogliata, sempre a 30 kV, verso la Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SSE).

Nella SSE ci sarà una ulteriore trasformazione con innalzamento della tensione a 150 kV ed allaccio alla rete TERNA.

Le linee MT interne al parco eolico, di connessione tra gli aerogeneratori e tra questi e la SSE, saranno realizzate con cavi direttamente interrati. La posa interrata avverrà ad una profondità di 1,1- 1,2 m. L'utilizzo di cavi tipo airbag con doppia guaina in materiali termoplastici (PE e PVC) ne migliora notevolmente la resistenza meccanica allo schiacciamento rendendoli equivalenti ai sensi della Norma CEI 11-17 a cavi armati, consentendo la posa interrata senza utilizzo di ulteriore protezione meccanica.

Tutti gli impianti in bassa e media tensione saranno realizzati secondo le prescrizioni della norma CEI 11-1, con particolare riferimento alla scelta dei componenti, della disposizione circuitale, degli schemi elettrici, della sicurezza di esercizio, e della segnalazione mediante appositi segnali monitori.

I criteri di esercizio degli impianti saranno conformi alle prescrizioni delle norme CEI EN50110-1 e 50110-2, e concordati con il gestore della rete pubblica.

La Sottostazione Elettrica di Trasformazione e connessione sarà realizzata nei pressi della Stazione Terna 380/150 kV denominata "*Brindisi Sud*". A questa sarà connessa mediante una linea aerea AT per una lunghezza di circa 30 m, sullo stallo indicato nella STMG (soluzione tecnica minima generale) trasmessa da Terna Spa alla società proponente.

1.4. Schema del sistema elettrico

I principali componenti dell'impianto sono:

- n. 10 generatori eolici installati su torri tubolari della potenza di 3,45 MW/cad e per una potenza complessiva di 34,5 MW;
- Linee elettriche MT in cavo interrato di interconnessione tra gli aerogeneratori
- Linee elettriche MT in cavo interrato di collegamento alla Sottostazione Elettrica di Trasformazione
- Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SSE)30/150 kV collegata allo stallo 150 kV della Stazione Elettrica Terna, composta dalle apparecchiature AT necessarie alla trasformazione ed alla misura dell'energia e alla protezione della linea.

1.4.1. Generatore eolico (Wind Turbine Generator - WTG)

I generatori eolici che verranno installati saranno caratterizzati dai dati tecnici seguenti:

AEROGENERATORE	V126-3.45 MW 50/60 Hz Low Torque (LTq) variant
Potenza nominale Pn	3.450 kW
Potenza apparente nominale Sn	3.450 kVA
Tensione nominale Un	690 V
Frequenza	50 Hz, 60 Hz
Senso di rotazione	Orario
Numero delle pale	3

Il generatore è asincrono a doppia alimentazione a quattro poli. La regolazione di potenza è realizzata attraverso variazioni di velocità del passo.

Allo scopo di minimizzare le perdite si prevede che il trasporto dell'energia avvenga in Media Tensione a 30 kV e pertanto la trasformazione avverrà all'interno della torre, dove sarà installato un trasformatore 0,69/30 kV, che sarà posizionato in navicella. Alla base della torre verranno installati gli scomparti MT di protezione delle linee, sezionatori a tensione nominale di 36 kV.

1.4.2. Linee MT

Le linee MT interne al parco eolico, di connessione tra gli aerogeneratori e tra questi e la SSE, saranno realizzate con cavi direttamente interrati. La posa interrata avverrà ad una profondità di 1,1- 1,2 m. L'utilizzo di cavi tipo airbag con doppia guaina in materiali termoplastici (PE e PVC) che migliora notevolmente la resistenza meccanica allo schiacciamento rendendoli equivalenti ai sensi della Norma CEI 11-17 a cavi armati, consentendo la posa interrata senza utilizzo di ulteriore protezione meccanica.

Le linee saranno realizzate in modalità "entra-esc", secondo lo schema a blocchi di seguito riportato.

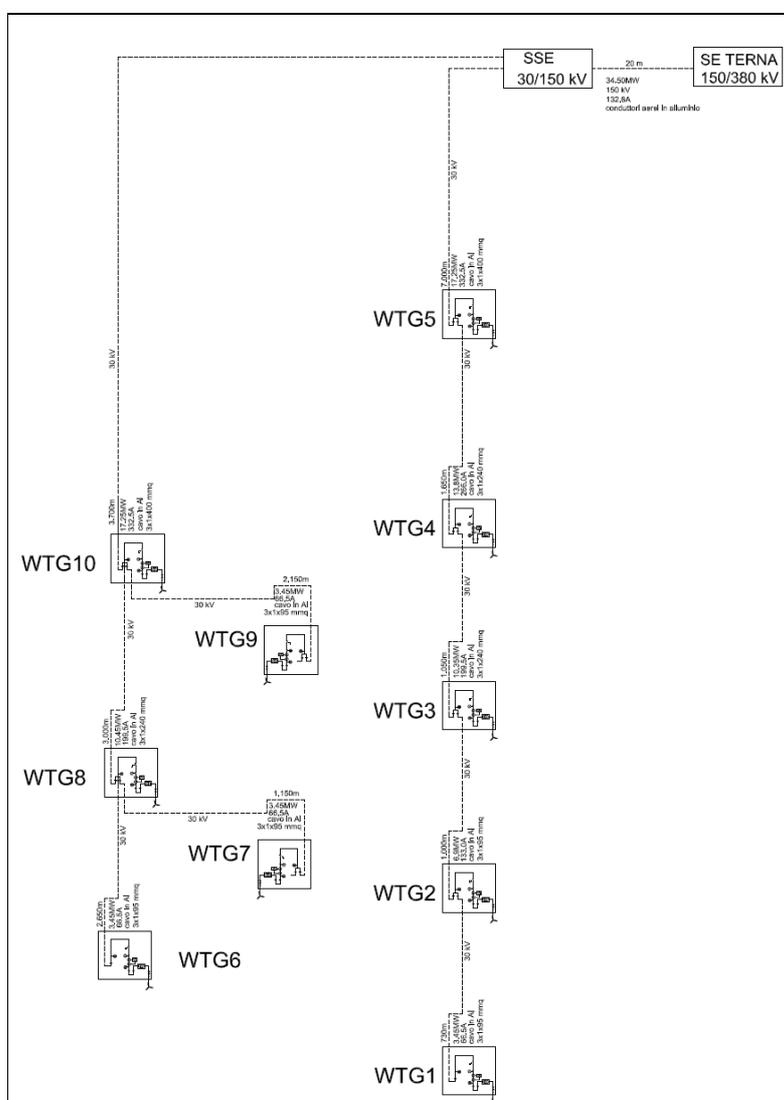


Figura 1 - Schema a blocchi di impianto

1.4.2.1. Caratteristiche elettrodotto

Il cavidotto in progetto a 30 kV (Classe 2° ai sensi della CEI 11-4), sarà costituito da un cavo armato per posa interrata (ARE4H5ER).

Esaminato lo stato dei luoghi, il tracciato più corto è stato individuato cercando di minimizzare le interferenze, a tal proposito si è scelto di ubicare il percorso del cavo, per quanto tecnicamente possibile a ridosso della rete stradale pubblica esistente, invadendo il meno possibile terreni privati. Lungo le strade provinciali si procederà per quanto possibile alla posa in banchina, per non interferire con la pavimentazione stradale esistente.

La lunghezza complessiva dell'elettrodotto interrato sarà di circa 24,1 km.

Il cavidotto sarà alloggiato in un'apposita trincea di opportuna larghezza, su letto di sabbia e con riempimento superiore in materiale arido stabilizzato, di media pezzatura, opportunamente pistonato per evitare successivi cedimenti. Lungo la proiezione superiore del cavidotto interrato sarà posizionato un apposito nastro segnaletico in PVC non biodegradabile, ad una distanza minima di 20 cm sopra lo stesso. Ogni 500 metri, o a distanza diversa, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle vasche cavi, costituite da vasche di ispezione 200cmx150cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.

Il collegamento della linea nelle celle MT di arrivo e partenza alle sue estremità sarà realizzato mediante apposita terminazione tripolare per interno di tipo retraibile, con idonei capicorda a compressione bimetallici per cavi in alluminio dello spessore previsto.

1.4.2.2. Dimensionamento elettrico

Portata dei Cavi

Per la determinazione della portata del conduttore di fase del cavo interrato sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026. Considerazioni di carattere commerciale fanno ipotizzare l'utilizzo di non più di tre diverse sezioni:

S₁: 1x3x**95**mmq per tratti di cavidotto con potenza non superiore a 7 MW (1-2 aerogeneratori);

S₂: 1x3x**240**mmq per tratti di cavidotto con potenza superiore a 7 MW e inferiore a 14MW (3-4 aerogeneratori);

S₃: 1x3x400mmq per tratti di cavidotto con potenza superiore a 14 MW (5 aerogeneratori)

A partire dalla portata nominale, si calcola un fattore correttivo

$$K_{tot} = K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_8$$

Dove:

K₅ è il fattore di correzione da applicare se la temperatura del terreno è diversa da 20°C;

K₆ è il fattore di correzione da applicare per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano;

K₇ è il fattore di correzione per profondità di posa dal valore di riferimento pari a 0,8 m;

K₈ è il fattore di correzione per resistività del terreno diversa dal valore di riferimento di 1,5 Kxm/W, valido per terreni asciutti.

Nel caso in esame (con riferimento alle tabelle della richiamata CEI-UNEL 35026):

K₅ = 0,96 poiché si suppone una temperatura massima del terreno pari a 25°C;

K₆ = 1 poiché il circuito è unico;

K₇ = 0,98 poiché la profondità di posa è pari a 1m;

K₈ = 1 poiché la posa avviene in terreno asciutto.

Inoltre, poiché la posa è in tubazione (anziché direttamente interrata) si considera un ulteriore fattore di riduzione pari a $K_{tubazione} = 0,87$.

In definitiva, il fattore di riduzione della portata del cavo è pari a

$$K_{tot} = K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_8 \times K_{tubazione} = 0,81$$

Nella tabella seguente si riporta, per le differenti sezioni, la portata effettiva del cavo nelle condizioni di posa previste a progetto e la massima corrente che attraverserà il cavo:

Sezione	Portata l	Corrente I _b
S ₁ : 1x3x 95 mmq	I ₁ = 245 x 0,81= 198,5 A	I _{b-1} = 135,50 A <198,5 A
S ₂ : 1x3x 240 mmq	I ₂ = 410 x 0,81= 332,1 A	I _{b-2} = 271,00 A <332,1 A
S ₃ : 1x3x 400 mmq	I ₃ = 530 x 0,81= 429,3 A	I _{b-3} = 338,75 A <429,3 A

Con

$$I_b = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\varphi}$$

Dove:

I_b= corrente massima che attraversa il cavo;

P_n= Potenza massima dell'impianto (6,90 MW per cavi da 95 mmq; 13,8 MW per cavi da 240 mmq; 17,25 MW per cavi da 400 mmq)

V_n= Tensione nominale di impianto (30 kV)

Caduta di tensione

Di seguito riportata la formula per il calcolo della caduta di tensione percentuale:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta v \times L \times I}{V} \times 100$$

Dove:

V = tensione di linea [V]

Δv = caduta di tensione specifica, $\sqrt{3} \times (r \cos\varphi + x \sin\varphi)$ [V/A km]

L = lunghezza della linea [km]

I = corrente di carico [A]

r = resistenza specifica [Ω/km]

x = reattanza specifica [Ω/km]

Cos φ = fattore di potenza

FORMAZIONE	RESISTENZA a 20°C [Ω/km]	REATTANZA [Ω/km]	CADUTA DI TENSIONE Δv [V/A km]
3x1x95 mmq ARE4H5ER	0,411	0,134	0,986
3x1x240 mmq ARE4H5ER	0,161	0,114	0,415
3x1x400mmq ARE4H5ER	0,101	0,106	0,170

Nel dettaglio risulta:

	Nodo	Lunghezza L [m]	Sezione [mm ²]	Posa in opera	Potenza P [MW]	Corrente di linea I _b [A]	Caduta di tensione ΔVi [V]	Caduta di tensione ΔVi %	Caduta di tensione complessiva ΔVi %
SOTTOCAMPO 1	WTG1-WTG2	730	3x1x95	direttamente interrati	3,45	66,50	34,517	0,115	0,115
	WTG2-WTG3	1000	3x1x95	direttamente interrati	6,90	133,00	94,567	0,315	0,430
	WTG3-WTG4	1050	3x1x240	direttamente interrati	10,35	199,50	58,345	0,194	0,625
	WTG4-WTG5	1650	3x1x240	direttamente interrati	13,80	266,00	122,247	0,004	0,629
	WTG5-SSE	7000	3x1x400	direttamente interrati	17,25	332,50	406,684	1,356	1,984
SOTTOCAMPO 2	WTG6-WTG8	2650	3x1x95	direttamente interrati	3,45	66,50	125,301	0,418	0,418
	WTG7-WTG8	1150	3x1x95	direttamente interrati	3,45	66,50	54,376	0,181	0,599
	WTG8-WTG10	3000	3x1x240	direttamente interrati	10,35	199,50	166,700	0,556	0,737
	WTG9-WTG10	2150	3x1x95	direttamente interrati	3,45	66,50	101,660	0,339	1,493
	WTG10-SSE	3700	3x1x400	direttamente interrati	17,25	332,50	214,962	0,717	2,210

1.4.2.3. Modalità di posa

Il sistema di linee interrato a servizio del parco, che per la quasi totalità del suo sviluppo segue il percorso delle piste di accesso e delle strade esistenti, sarà realizzato con le seguenti modalità:

- scavo a sezione ristretta obbligata (trincea) della profondità di 110-120 cm e larghezza variabile da circa 30 a 60 cm a seconda del numero di terne da porre in opera
- letto di sabbia di circa 5 cm, per la posa delle linee MT;
- cavi tripolari MT 30kV, direttamente interrati
- rinfianco e copertura dei cavi MT con sabbia, per almeno 20cm;
- corda nuda in rame, per la protezione di terra
- tubazioni in PEAD per il contenimento dei cavi di segnale (fibra ottica), posati nello strato di sabbia, all'interno dello scavo;
- nastro in PVC di segnalazione;
- rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte

I cavi utilizzati saranno del tipo ARE4H5ER 18/30kV SK2 o similare con conduttore in alluminio, semiconduttore esterno, isolamento, altro semiconduttore esterno, materiale per la tenuta all'acqua, schermo metallico, guaina interna in polipropilene, guaina esterna in PVC, di sezione 3x1x95mmq, 3x1x240mmq e 3x1x400 mmq. In fase di progetto esecutivo queste sezioni potrebbero subire qualche variazione.

1.4.2.4. Giunzioni, terminazioni ed attestazioni

Giunzione cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile (lunghezza minima della pezzatura 500 m), si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-24 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

L'esecuzione delle giunzioni sarà effettuata secondo le seguenti indicazioni:

- verificare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione.

Terminazione ed attestazione cavi MT

Tutti i cavi MT posati dovranno essere terminati da entrambe le estremità.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri si deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Lo schermo dovrà essere collegato a terra da entrambe le estremità.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare:

- esecutore
- data e modalità di esecuzione
- indicazione della fase (R, S, T)

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziale le masse metalliche che ricoprono il cavo, ponendole tutte a potenziale zero; dato l'elevato valore di tensione del conduttore (30kV), il materiale isolante (dielettrico) che ricopre il conduttore stesso sarà sede di correnti di spostamento che dal conduttore fluiscono verso il rivestimento metallico; per effetto di queste correnti la massa metallica esterna (armatura) si troverà sotto tensione, ad un valore pericoloso per il corpo umano; qualora nella trincea fossero posati più cavi o coesistano cavi e altre condotte (telecomunicazioni, gas, acquedotti) il fenomeno può estendersi ad altre parti metalliche presenti; pertanto la messa a terra delle masse metalliche annulla questo fenomeno, evitando sollecitazioni dannose per l'isolante del cavo e offrendo maggiore sicurezza al personale tecnico ed

elementi di altre reti.

Lo schermo dei cavi a MT sarà messo a terra ad entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

Ad ulteriore sicurezza, nel tratto più lungo (verso la SSE, lo schermo del cavo sarà messo a terra in una posizione intermedia, per mezzo di un dispersore a picchetto (L=1,5 m) infisso nel terreno sul fondo dello scavo di posa.

1.4.3. Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SSE)

Per il parco eolico è prevista la realizzazione di una Sottostazione Elettrica di trasformazione 30/150 kV per la consegna allo stallo in AT 150 kV della Stazione Elettrica 150/380 KV di TERNA denominata "Brindisi Sud".

1.4.3.1. Ubicazione ed accessi

La SSE sarà ubicata sulla particella 128 del Foglio 177, N.C.T. di Brindisi di proprietà della stessa Tozzigreen S.p.a. Ai sensi del PRG di Brindisi la particella ricade in area Agricola.

La SSE occuperà un'area di 2.900 mq circa

L'accesso all'area della SSE Tozzigreen S.p.a. potrà avvenire dalla SP 81 (procedendo da Mesagne in direzione di Tutturano) dopo l'intersezione con la SP80, svoltando a destra su strada sterrata carrabile di ampiezza minima pari a 4 m, nessun impedimento in altezza, raggio di svolta minimo 15 m, in piano, tale da assicurare una resistenza al carico di almeno 20 tonnellate.

1.4.3.2. Principali caratteristiche elettriche della connessione

La connessione tra la SSE di proprietà Tozzigreen S.p.a e la Stazione Terna 150/380 kV Brindisi Sud avverrà con linea elettrica aerea AT 150kV, della lunghezza di circa 30 m.

La linea elettrica aerea AT 150kV sarà costituita da tre cavi in alluminio acciaio del diametro di 31,5 mm e sezione di 585 mmq, collocati su due sostegni di centrale a tiro pieno per ammarro linee (pali gatto) uno lato SSE, l'altro lato Stazione Terna. Tra i due sostegni sarà installata una fune di guardia anche essa in acciaio.

1.4.3.3. Opere civili

La stazione occuperà una superficie di 2.900 mq circa e sarà completamente recintata.

Nella stazione è stato previsto un unico fabbricato, adibito a locali tecnici

Il fabbricato sarà destinato a contenere i quadri di protezione e controllo, i servizi ausiliari, i telecomandi ed i quadri MT a 30 kV; il quadro MT del Parco Eolico sarà composto da n. 7 scomparti SF6 per l'arrivo delle 2 linee del campo eolico, per il collegamento ai trasformatori, per cella misure e per stalli futuri.

La superficie coperta è di circa 140 mq e la cubatura riferita al piano piazzale è di circa 1.285 mc.

Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

La copertura del fabbricato sarà realizzata con un tetto piano. La impermeabilizzazione del solaio sarà eseguita con l'applicazione di idonee guaine impermeabili in resine elastomeriche. Particolare cura verrà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla legge n.373 del 4.4.75 e successivi aggiornamenti, nonché alla legge n.10 del 9.1.91.

Nella realizzazione della Stazione di Trasformazione saranno inoltre necessarie altre opere civili, tra cui:

- Le aree sottostanti le apparecchiature AT saranno sistemate mediante spandimento di ghiaietto
- Le strade e gli spazi di servizio saranno pavimentati con bynder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso.
- Le fondazioni delle varie apparecchiature elettriche saranno eseguite in conglomerato cementizio armato.
- Per lo smaltimento delle acque meteoriche si utilizzerà un sistema di trattamento primario ed il successivo spandimento per subirrigazione o mediante una trincea drenante.
- L'illuminazione della stazione sarà realizzata mediante l'installazione di n°3 paline di illuminazione.
- Si evidenzia che nell'impianto è prevista la presenza di personale solo per interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria.

- L'accesso alla stazione sarà carrabile, corredato di cancello scorrevole e cancelletto pedonale, entrambi inseriti fra pilastri.
- La recinzione perimetrale sarà del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti anch'essi prefabbricati in cls, infissi su fondazione in conglomerato cementizio armato, avrà altezza di circa 2,50 m.

1.4.3.4. Apparecchiature AT

L'impianto di potenza è costituito essenzialmente da:

- i) n° 1 portale di ammarro linea (palo gatto);
- ii) n° 3 isolatori portanti;
- iii) n° 1 sezionatore tripolare con lame di terra;
- iv) n° 3 trasformatori di tensione capacitivo;
- v) n° 1 interruttore tripolare 150kV;
- vi) n° 3 trasformatori di corrente per misure e protezione
- vii) n° 1 portale sbarre;
- viii) n. 1 sezionatore
- ix) n° 3 trasformatori di tensione induttivi;
- x) n. 1 interruttore tripolare 150kV
- xi) n° 3 trasformatori di corrente per misure e protezione
- xii) n° 3 scaricatori di tensione
- xiii) n° 1 trasformatore AT/MT

L'interruttore generale automatico (lato 150 kV) sarà asservito ad un sistema di protezione in grado di selezionare i guasti che avvengono a valle dell'interruttore stesso (guasti interni alla rete utente) e nello stesso tempo proteggere (per quanto più possibile) l'impianto utente da guasti esterni alla propria rete. La taratura del sistema di protezione avverrà pertanto di concerto con TERNA, sentito il GSE. In linea di principio è prevista l'installazione di un relè di massima corrente in esecuzione tripolare a due soglie di intervento a tempo indipendente, con le seguenti principali caratteristiche:

- prima soglia con valore di intervento regolabile a gradini di $0,1 I_n$ fino a $2 I_n$ (corrente nominale del TA) e tempo di intervento regolabile a gradini di 0,1 s nel campo 0,5-5 s;
- seconda soglia con valore di intervento regolabile a gradini di $0,1 I_n$ fino a $10 I_n$

- (corrente nominale del TA) e tempo di intervento $< 0,1$ s;
- rapporto di ricaduta $> 0,95$;
 - tempo di ricaduta $< 0,1$ s;
 - errori (riferiti alla regolazione in corrente): errore limite $< 5\%$ e variazione dell'errore limite $< 3\%$;
 - errori (riferiti al valore asintotico del tempo di misura): errore limite $< 3\%$ +/-20ms e variazione dell'errore limite $< 1,5\%$;
 - costante di tempo della componente unidirezionale della corrente < 20 ms;
 - per il massimo valore iniziale della componente unidirezionale la protezione deve rimanere nella sua classe;
 - relè di minima tensione dei servizi ausiliari.

1.4.3.5. Stato del neutro

Il centro stella del trasformatore elevatore 30/150 kV sarà posto francamente a terra.

1.4.3.6. Contributo alle correnti di cortocircuito

Il gestore della rete TERNA calcola i contributi alle correnti di corto circuito provenienti dagli impianti utente, sulla base dei dati che l'utente stesso è tenuto ad aggiornare e comunicare. La corrente di cortocircuito in ogni punto della rete non deve essere superiore al 90% del potere di interruzione degli interruttori, che nel caso in oggetto sarà pari a 31,5 kA (rete a 150 kV).

1.4.3.7. Limiti di scambio di potenza attiva e reattiva

I valori ammissibili di prelievo ed immissione di potenza attiva e reattiva nel sito di connessione saranno stabiliti da TERNA. Essi saranno in generale determinati, in condizioni di rete integra, nella consistenza e nella configurazione di esercizio alla data prevista per l'entrata in servizio dell'impianto. Concorreranno alla determinazione di detti valori e ad eventuali limitazioni a quanto richiesto dall'utente

- flussi di potenza in particolari situazioni di carico;
- mantenimento della sicurezza statica e dinamica d'esercizio;
- vincoli all'esercizio di elettrodotti imposti dalle autorità e noti alla data di entrata in esercizio dell'impianto.

1.4.4. Impianto di terra

Gli impianti di terra saranno progettati, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 99-3 (CEI EN 50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV, tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- a) avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- b) essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevati correnti di guasto prevedibili, determinate mediante calcolo;
- c) evitare danni a componenti elettrici e beni;
- d) garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

I parametri che saranno presi in considerazione per il dimensionamento degli impianti di terra saranno, quelli forniti da TERNA (valore della corrente di guasto, durata del guasto)

Poiché gli impianti di terra saranno comuni ad impianti con diversi livelli di tensione, le prescrizioni precedenti saranno soddisfatte per ciascuno dei sistemi collegato.

Per quanto concerne il dispersore realizzato in corrispondenza di ciascuna torre esso sarà anche utilizzato dal sistema di protezione dalle fulminazioni, secondo quanto prescritto dalla norma specifica CEI EN 61400-24 (*Turbine eoliche – protezione dalla fulminazione*).

1.4.4.1. Impianto di terra SSE

La SSE sarà dotata di un apposito impianto di terra, che servirà, fra l'altro, a collegare le masse di tutte le apparecchiature.

Il dimensionamento dell'impianto sarà fatto in relazione ai valori della corrente di guasto monofase a terra e di tempo di eliminazione del guasto, forniti da Terna per la AT e in conformità ai limiti imposti dalle norme CEI relative. In linea di principio il dispersore sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame 63 mmq, interrata a profondità di circa 0,9 m, composta a sua volta da maglie regolari di minore dimensione, mentre i collegamenti alle apparecchiature saranno in corda di rame da 125 mmq.

1.4.5. Fibra ottica

L'intero parco sarà dotato di una rete dati in Fibra Ottica che verrà messa in opera all'interno del tritubo in PEAD, posato all'interno dello scavo dei cavidotti.

Il collegamento dei singoli aerogeneratori con il sistema di controllo avverrà secondo il seguente schema:

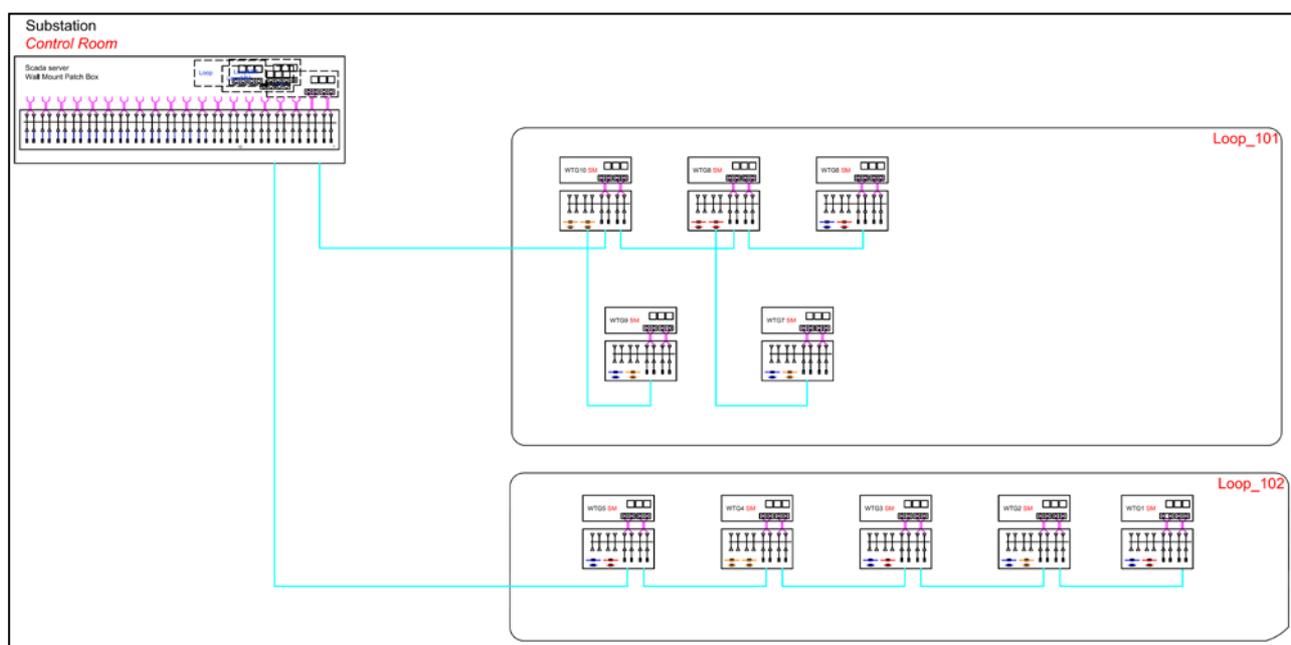


Figura 2 - Schema Fibra ottica

Le caratteristiche del cavo a fibre ottiche saranno:

- Numero delle fibre 12
- Tipo di fibra multimodale 62.5/125 μm
- Diametro cavo 11,7 mm
- Lunghezza d'onda 1300 nm
- Banda 500 MHz/Km
- Peso del cavo 130 kg/km circa
- Massima trazione a lungo termine 3000 N
- Massima trazione a breve termine 4000 N
- Minimo raggio di curvatura in installazione 20 cm
- Minimo raggio di curvatura in servizio 10 cm

2. Impianto protezione scariche atmosferiche

2.1. Generalità

Il presente capitolo è riferito al progetto preliminare dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche per le torri eoliche facenti parte del parco in progetto.

Le principali caratteristiche della torre saranno:

- altezza del centro rotore e navicella 117 m;
- diametro pale 126 m;
- materiali: torre tubolare in acciaio, pale in materiale composito non conduttore.

Tutte le torri saranno installate in zone non abitate, con terreno vegetale circostante in agro di Brindisi. In relazione all'altezza del centro rotore le pale in fase di rotazione raggiungeranno un'altezza massima di 180 m.

Pertanto l'LPS non sarà isolato dalla struttura da proteggere, e sarà fatto uso dello stessa torre tubolare quale componente naturale dell'LPS (calata). La torre sarà poi connessa al dispersore di terra tramite tre conduttori che assicureranno la continuità elettrica al sistema torre-dispersore di terra.

Trattandosi di captatori che di fatto sono in movimento e comunque, se fermi, in posizione non prevedibile, risulta difficile definire se l'angolo di protezione da essi offerto sia sufficiente ad assicurare la protezione della struttura (essenzialmente la protezione della navicella). Ad ogni modo il captatore posto sulla navicella (altezza 4 m circa) assicurerà in riferimento alla figura Sez. 2.2.2 Cap. II della norma CEI 81-1, un angolo di protezione di circa 60° (Livello di protezione I), sicuramente sufficiente a proteggere l'intera navicella.

2.2. Calate

Come detto è la stessa torre tubolare che funziona da calata (naturale) assicurando il più breve cammino verso terra.

2.3. Dispersore

Per disperdere la corrente di fulmine saranno utilizzati i ferri del plinto di fondazione (dispersore di fatto). Essi saranno collegati alla torre tubolare (calata naturale) tramite connessioni realizzate lungo la circonferenza di base della torre. Per migliorare l'efficienza del dispersore, dispersori verticali a picchetto saranno infissi nel terreno e collegati anch'essi al dispersore di fatto.

2.4. Ancoraggi e giunzioni

Captatori e calata saranno saldamente fissati di modo che sforzi meccanici elettrodinamici (vibrazioni, dilatazione termica) non possano provocare rotture o allentamento dei conduttori. Le giunzioni tra le parti componenti la torre saranno realizzate tramite saldatura, garantire continuità elettrica e meccanica, ed evitando accoppiamenti tra metalli diversi che possano provocare corrosione.

2.5. LPS interno

Allo scopo di evitare il verificarsi di scariche pericolose all'interno della struttura da proteggere sarà realizzato un impianto interno di protezione dai fulmini (LPS interno). Le scariche pericolose saranno evitate tramite collegamenti equipotenziali delle apparecchiature interne alla navicella con particolare riferimento ai supporti principali, alla scatola ingranaggi, alla stazione idraulica. Fanno eccezione i supporti del generatore che sono isolati per prevenire il passaggio della corrente di fulmine attraverso il generatore.

2.5.1. Collegamenti equipotenziali per corpi metallici interni.

Le apparecchiature installate all'interno della navicella saranno collegate ad un collettore equipotenziale, in posizione accessibile ed ispezionabile (cassetta), a sua volta collegata al dispersore. Le connessioni delle armature metalliche al collettore avverranno con conduttori in rame della sezione minima di 6mmq. Il nodo equipotenziale sarà poi collegato alla struttura della navicella in corrispondenza dell'imbardata, e quindi al dispersore grazie alla continuità elettrica offerta dalla torre tubolare.

2.5.2. Collegamenti equipotenziali per impianti interni.

I collegamenti equipotenziali per gli impianti interni saranno realizzati analogamente a quanto descritto per i corpi metallici interni, tramite lo stesso collettore equipotenziale installato nel locale apparati. In particolare saranno collegate al collettore le estremità degli schermi delle linee, o delle condutture metalliche in cui sono installate le linee degli impianti interni. Si rammenta altresì che i conduttori di segnale o telecomunicazione non hanno una sezione sufficiente a trasportare la corrente di fulmine e pertanto per essi non saranno previsti particolari connessioni equipotenziali.

3. Indicazioni per la progettazione esecutiva

3.1. Particolari prescrizioni per l'installazione

Dovranno essere rispettate tutte le norme e leggi sulla sicurezza del lavoro e sulla sicurezza nelle costruzioni.

Tutti i materiali utilizzati dovranno essere marchiati CE se applicabile, e IMQ se disponibile sul mercato.

Tutte le apparecchiature saranno montate come riportato dagli allegati grafici; inoltre tutti i collegamenti elettrici saranno eseguiti come dagli allegati grafici al progetto esecutivo.

3.2. Indicazioni per la manutenzione

La manutenzione dell'impianto e delle sue componenti viene descritto nel complesso dell'impianto, in quanto la manutenzione ordinaria delle componenti singole, che verrà descritta compiutamente nei documenti a corredo di ogni singolo apparecchio, verrà eseguita pianificando gli interventi su tutte le parti di impianto così da ottimizzare tali operazioni.

3.2.1. Programma di manutenzione

Il Programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporali semestrali, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Esso si articola secondo tre sottoprogrammi; il primo monitora le prestazioni dell'impianto, il secondo elenca i controlli periodici ed il terzo disciplina gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione esecutiva saranno sottoposti a cura del direttore dei lavori, al termine della realizzazione dell'intervento, al controllo ed alla verifica di validità, con gli eventuali aggiornamenti resi necessari dai problemi emersi durante l'esecuzione dei lavori.