LAMPINO WIND S.r.l.

Corso Venezia 37 – 20121 Milano (MI)

PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
NEL COMUNE DI ORTANOVA (FG)
IN LOCALITA' "LAMPINO"

Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

AZIENDA CON SISTEMA GESTIONE
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
OHSAS 18001:2007
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Tecnico

ing. Danilo Pomponio

Collaborazioni

ing. Milena Miglionico
ing. Antonio Crisafulli
ing. Tommaso Mancini
ing. Giovanna Scuderi
ing. Dionisio Staffieri
ing. Giuseppe Federico Zingarelli
geom. Francesco Mangino
geom. Claudio A. Zingarelli

Responsabile Commessa

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO	TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA
E02	**CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI**	**19046**	**D**
		CODICE ELABORATO	
		DC19046D-E02	
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA
00		**-**	**-**
		NOME FILE	PAGINE
		DC19046D-E02.doc	**13 + copertina**

REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	30/06/19	Emissione	Mancini	Crisafulli	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

1. GENERALITA' 2

1.1. Oggetto 2

1.2. Caratteristiche generali del campo eolico 2

1.3. Caratteristiche dell'aerogeneratore 3

1.4. Principali scelte progettuali relative all'impianto elettrico 4

2. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 5

3. RETE A MEDIA TENSIONE DI RACCOLTA 6

3.1. Descrizione 6

3.2. Cavi elettrici 6

3.3. Segnalazione della presenza dei cavi 8

4. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA 9

4.1. Generalità 9

4.2. Descrizione Generale 9

4.3. Rete di terra 10

4.4. RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna 10

4.5. SCADA 11

5. APPARECCHIATURE DI SOTTOSTAZIONE 11

5.1. Protezione lato MT 11

5.2. Protezione di interfaccia 12

5.3. Protezione del trasformatore MT/AT 12

6. RACCORDO IN CAVO 150 KV AEREO ALLA SOTTOSTAZIONE TERNA 12

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

1. GENERALITA'

1.1. Oggetto

Oggetto della presente è la progettazione elettrica definitiva relativa ad un nuovo impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica della potenza di 79,8 MW, equivalenti all'installazione di n. 19 aerogeneratori della potenza nominale pari a 4,2 MW, sito nel Comune di Orta Nova (FG), con parte delle opere di connessione e la Sottostazione Elettrica nel territorio di Stornara (FG).

Gli impianti ed opere da eseguire sono quelli sinteticamente sotto raggruppati:

- rete di distribuzione interna a MT (30 kV) in cavo interrato per la interconnessione degli aerogeneratori costituenti il parco eolico e per la connessione degli stessi alla sottostazione di trasformazione MT/AT;
- sottostazione di trasformazione MT/AT sita nei pressi del punto di consegna AT;
- raccordo AT (150 kV) in cavo aereo dalla sottostazione di trasformazione al punto di consegna AT nella futura stazione TERNA da realizzare;
- rete di monitoraggio in fibra ottica tra le torri eoliche e la sottostazione.
- impianti di messa a terra.

1.2. Caratteristiche generali del campo eolico

L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° 19 aerogeneratori della potenza massima di circa 4,2 MW ciascuno ed avente generatore di tipo asincrono, della VESTAS modello V150, del diametro del rotore pari 150 m, altezza mozzo pari a 105 m, per un'altezza massima al tip (punta della pala) pari a 180 m, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione BT/MT;
- rete elettrica interrata a 30 kV per l'interconnessione tra gli aerogeneratori e la sottostazione;
- n° 1 sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT nei pressi della nuova stazione elettrica (SE) Terna S.p.A. a 150 kV da realizzare nel Comune di Stornara (punto di consegna previsto);
- raccordo AT 150 kV in cavo aereo tra la sottostazione e il punto di consegna nella futura sottostazione TERNA, da ubicare nel Comune di Stornara;
- rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

1.3. Caratteristiche dell'aerogeneratore

In particolare, trattasi di aerogeneratori trifase con potenza massima di 4200 kW e tensione nominale di 690 V.

Le pale della macchina sono fissate su un mozzo e nell'insieme costituiscono il rotore che ha diametro massimo di 150 m: il mozzo a sua volta viene collegato ad un sistema di alberi e moltiplicatori di giri per permettere la connessione al generatore elettrico, da cui si dipartono i cavi elettrici di potenza, in bassa tensione verso il trasformatore BT/MT.

Tutti i componenti su menzionati, ad eccezione del rotore, sono ubicati in una cabina, detta navicella, la quale a sua volta, è posta su un supporto cuscinetto in modo da essere facilmente orientabile secondo la direzione del vento. L'intera navicella (realizzata in materiale plastico rinforzato con fibra di vetro) viene posta su di una torre tronco-conica tubolare.

Oltre ai componenti prima detti, vi è un sistema di controllo che esegue diverse funzioni:

- ✓ il controllo della potenza, che viene eseguito ruotando le pale intorno al proprio asse principale in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento, in base al profilo delle pale;
- ✓ il controllo della navicella, detto controllo dell'imbardata, che serve ad inseguire la direzione del vento, ma che può essere anche utilizzato per il controllo della potenza;
- ✓ l'avviamento della macchina allorché è presente un vento di velocità sufficiente, e la fermata della macchina, quando vi è un vento di velocità superiore a quella massima per la quale la macchina è stata progettata.

L'intera navicella viene posta su di una torre avente forma conica tubolare. La velocità del vento di avviamento è la minima velocità del vento che dà la potenza corrispondente al massimo rendimento aerodinamico del rotore. Quando la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce al crescere della velocità del vento.

La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità di *Cut-out wind speed* (fuori servizio).

Per ragioni di sicurezza a partire dalla velocità nominale la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornirà la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo.

L'aerogeneratore si avvicinerà al valore della potenza nominale a seconda delle caratteristiche costruttive della turbina montata: passo fisso, passo variabile, velocità variabile, etc.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

Tabella 1 – Scheda tecnica dell'aerogeneratore tipo

ROTORE	Diametro max	150 m
	Area spazzata max	17.671 m^2
	Numero di pale	3
	Materiale	GRP (CRP) materiale plastico rinforzato con fibra di vetro
	Velocità nominale	13.6 giri/min
	Senso di rotazione	orario
	Posizione rotore	Sopra vento
TRASMISSIONE	Potenza massima	4.200 kW
SISTEMA ELETTRICO	Tipo generatore	Asincrono a 4 poli, doppia alimentazione, collettore ad anelli
	Classe di protezione	IP 54
	Tensione di uscita	690 V
	Frequenza	50 Hz
TORRE IN ACCIAIO	Altezza al mozzo (in ogni caso non si supererà l'altezza complessiva di 150 m)	105 m
	Numero segmenti	3
SISTEMA DI CONTROLLO	Tipo	Microprocessore
	Trasmissione segnale	Fibra ottica
	Controllo remoto	PC-modem, interfaccia grafica

1.4. Principali scelte progettuali relative all'impianto elettrico

Partendo dalle condizioni al contorno individuate nel paragrafo precedente, si sono studiate le caratteristiche dell'impianto elettrico con l'obiettivo di rendere funzionale e flessibile l'intero parco eolico.

- ✓ Gli aerogeneratori sono stati collegati con soluzione "entra-esce" raggruppandoli anche in funzione del percorso delle linee in cavo da installare, evitando sprechi di materiale, contenendo le perdite ed ottimizzando la scelta delle sezioni dei cavi stessi. Si sono così individuati tre sottocampi costituiti da cinque turbine ciascuno e un sottocampo da quattro turbine.
- ✓ La sottostazione di trasformazione MT/AT è stata ubicata nei pressi del punto di connessione presso stazione TERNA da realizzare e raccoglie le linee MT di interconnessione del parco eolico, consentendo poi la trasmissione dell'intera potenza del parco eolico al punto di consegna AT mediante un raccordo in cavo aereo AT (150 kV);

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

- ✓ I percorsi delle linee, illustrati nei disegni, potranno essere meglio definiti in fase di progettazione di dettaglio e costruttiva. All'atto dell'esecuzione dei lavori, i percorsi delle linee elettriche saranno accuratamente verificati e definiti in modo da:
    - evitare interferenze con strutture, travi, parti di altri impianti ed effetti di qualunque genere;
    - evitare curve inutili e percorsi tortuosi;
    - assicurare una facile posa o infilaggio delle condutture;
    - effettuare una posa ordinata e ripristinare la condizione ante-operam.

2. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Il progetto elettrico oggetto della presente relazione tecnica è stato realizzato nel rispetto dei più moderni criteri della tecnica impiantistica, nel rispetto della "regola dell'arte", nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, con particolare riferimento a:

- Legge sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro: D. Lgs 81/08
- Legge n. 186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- DM 24/11/1984 (Norme relative ai gasdotti);
- D.Lgs. 17/2010 (Direttiva Macchine);
- DM 05/08/1998 Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne;
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), meglio specificate nelle relazioni specifiche (CEI EN 61936, CEI 11-17, ecc.).
- Norme e Raccomandazioni IEC;
- Prescrizioni e raccomandazioni Terna Spa: guide e specifiche tecniche;
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/INAIL);
- Norme di unificazione UNI, UNEL, TERNA.
- Direttive europee.

Il rispetto della normativa sopra specificata sarà inteso nel modo più restrittivo, nel senso che non solo la progettazione sarà adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma vi sarà un'analoga rispondenza alle normative da parte di tutti i materiali ed apparecchiature che saranno impiegati. Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle Norme d'installazione degli impianti elettrici, saranno scelti materiali provvisti di marchio CE e Marchio Italiano di Qualità (I.M.Q.) per tutti i prodotti per i quali il marchio è esistente e ammesso. Saranno, comunque, rispettate le prescrizioni delle presenti specifiche, ove sono previsti dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle Norme.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

Gli impianti dovranno rispondere ai seguenti requisiti generali:

- Sicurezza ed affidabilità;
- Capacità di ampliamento;
- Accessibilità;
- Facilità di gestione.

3. RETE A MEDIA TENSIONE DI RACCOLTA

3.1. Descrizione

La rete elettrica a 30 kV interrata assicurerà il collegamento dei trasformatori di torre degli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione.

La rete MT di raccolta ha schema radiale ed è costituita da linee in cavo interrato collegate in entra-esce attraverso le cabine MT di torre, determinando quattro sottocampi di cui tre composti da cinque aerogeneratori ciascuno e uno composto da quattro aerogeneratori.

Ciascuna delle suddette linee, a partire dall'ultimo aerogeneratore del ramo, provvede, con un percorso interrato, al trasporto dell'energia prodotta dalla relativa sezione del parco fino all'ingresso del quadro elettrico di raccolta, nella sottostazione di trasformazione AT/MT.

Il percorso di ciascuna linea della rete di raccolta è stato individuato sulla base dei seguenti criteri:

- minima distanza;
- massimo sfruttamento degli scavi delle infrastrutture di collegamento da realizzare;
- migliore condizione di posa (ossia, in presenza di forti dislivelli tra i due lati della strada, contenendo, comunque, il numero di attraversamenti, si è cercato di evitare la posa dei cavi elettrici dal lato più soggetto a frane e smottamenti).

Per le reti non è previsto alcun passaggio aereo.

3.2. Cavi elettrici

I collegamenti elettrici saranno tutti realizzati direttamente interrati mediante terna di conduttori unipolari, disposti a trifoglio, a corda rigida compatta in alluminio, isolati in gomma etilenpropilenica (EPR), tipo Eprotenax DHV o in alternativa isolati in XLPE, per un una tensione di 18/30 kV, dotati di schermo metallico. Il cavo sarà del tipo ARP1H5(AR)E[1]**,** o similare.

[1] Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

La potenza elettrica raccolta dall'area di produzione (MT) è trasferita in elettrodotto, in esecuzione completamente interrata, fino alla sottostazione di trasformazione/consegna (MT/AT).

L'elettrodotto si compone di due sezioni fondamentali:

1. il collegamento delle diverse torri tra di loro;
2. il collegamento dei gruppi di macchine con la sottostazione di consegna (SSE).

Per il collegamento delle torri si prevede la realizzazione di linee MT costituite da collegamenti del tipo entra-esce. Le linee raccolgono, pertanto, l'energia prodotta dai generatori. Il percorso dell'elettrodotto di collegamento dei trasformatori (posti, come si è detto, all'interno delle torri) è rappresentato nelle tavole allegate.

Il percorso del collegamento del campo eolico alla SSE è stato scelto tenendo conto:

- della necessità di utilizzare quanto più possibile la viabilità esistente;
- dell'esigenza di limitare al minimo i percorsi da realizzare su strade pubbliche accreditate di un discreto traffico veicolare.

Risultato progettuale è che tutto l'elettrodotto è per la maggior parte su viabilità rurale esistente. Il tracciato dei cavidotti dovrà essere quanto più rettilineo possibile e parallelo all'asse della strada.

I cavi saranno direttamente interrati tranne nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica, realizzata con tubazioni in PVC. Le eventuali tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con terreno argilloso per 60 cm e materiale di risulta la parte restante (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

Il cavo direttamente interrato garantisce una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo.

L'impiego di pozzetti o camerette deve essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando le correnti di impiego e le portate dei cavi per la tipologia di posa considerando anche che devono essere minimizzate le perdite.

Sono state utilizzate preliminarmente sezioni da 120, 185, 240, 400, 500 e 630 mm^2 con tensione nominale 18/30 kV. Per il cavidotto di vettoriamento la linea è stata suddivisa in n. 4 terne che saranno posate nello stesso scavo per il tracciato condiviso.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati dei calcoli delle correnti di impiego (a tensione e potenza nominale e cosφ 0,95), la scelta delle sezioni e la portata dei cavi MT per la posa interrata. I coefficienti di calcolo sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

- resistività termica del terreno pari a 2,0 K•m/W; temperatura terreno pari a 25° C;
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti più condutture;
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata Iz uguale o superiore alla corrente di impiego Ib del circuito. Sono stati così dimensionati i vari tratti di elettrodotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo. Per il cavidotto di vettoriamento, la scelta del numero di cavi e della sezione tiene conto anche della caduta di tensione sulla linea.

Sottocampi	LINEE	Dist. (m)	Potenza (kW)	U (V)	I (A)	Sezione (mm2)	N° Cond	Cavi	Formazione cavi	Capacità nominale (A)	Ca Tmp	Cd Deph	Cg Group	Ci Ther res	Iz (A)	ΔV (%)	ΔV cumul. (%)	ΔP (W)	ΔP cumul. (kW)
LAMPINO (79,8 MVA)																			
1	Tratto WTG4-WTG2	1250	4.200	30.000	85,1	120	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx120 mm2	217	1	0,964	0,83	1	174	0,20%	2,62%	8822,715	
	Tratto WTG2-WTG5	1440	8.400	30.000	170,2	185	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx185 mm2	275	1	0,964	0,83	1	220	0,30%		26394,52	
	Tratto WTG5-WTG3	1490	12.600	30.000	255,2	300	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx300 mm2	363	1	0,954	0,83	1	287	0,29%		37860,03	
	Tratto WTG3-WTG6	1965	16.800	30.000	340,3	500	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx500 mm2	475	1	0,954	0,83	1	376	0,33%		54692,01	
	Tratto WTG6-SSE	8700	21.000	30.000	425,4	630	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx630 mm2	541	1	0,954	0,84	1	434	1,50%		299945,2	
2	Tratto WTG9-WTG11	1260	4.200	30.000	85,1	120	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx120 mm2	217	1	0,964	0,73	1	153	0,20%	2,09%	8893,296	
	Tratto WTG11-WTG8	1290	8.400	30.000	170,2	240	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx240 mm2	320	1	0,954	0,68	1	208	0,21%		18041,99	
	Tratto WTG8-WTG7	1180	12.600	30.000	255,2	400	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx400 mm2	416	1	0,954	0,73	1	290	0,19%		23525,21	
	Tratto WTG1-WTG7	1590	4.200	30.000	85,1	120	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx120 mm2	217	1	0,964	0,68	1	142	0,25%		11222,49	
	Tratto WTG7-SSE	7260	21.000	30.000	425,4	630	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx630 mm2	541	1	0,954	0,84	1	434	1,25%		250299,1	
3	Tratto WTG10-WTG13	1710	4.200	30.000	85,1	120	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx120 mm2	217	1	0,964	0,83	1	174	0,27%	2,52%	12069,47	
	Tratto WTG13-WTG12	1260	8.400	30.000	170,2	240	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx240 mm2	320	1	0,954	0,83	1	253	0,20%		17622,41	
	Tratto WTG12-WTG14	1890	12.600	30.000	255,2	400	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx400 mm2	416	1	0,954	0,73	1	290	0,30%		37680,21	
	Tratto WTG17-WTG14	1190	4.200	30.000	85,1	120	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx120 mm2	217	1	0,964	0,73	1	153	0,19%		8399,224	
	Tratto WTG14-SSE	9100	21.000	30.000	425,4	630	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx630 mm2	541	1	0,954	0,84	1	434	1,56%		313735,7	
4	Tratto WTG19-WTG18	1400	4.200	30.000	85,1	120	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx120 mm2	217	1	0,964	0,83	1	174	0,22%	2,10%	9881,44	
	Tratto WTG18-WTG15	1150	8.400	30.000	170,2	240	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx240 mm2	320	1	0,954	0,73	1	223	0,18%		16083,94	
	Tratto WTG16-WTG15	1320	4.200	30.000	85,1	120	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx120 mm2	217	1	0,954	0,73	1	151	0,21%		9316,787	
	Tratto WTG15-SSE	10800	16.800	30.000	340,3	630	1	XLPE or EPR 1-CORE ARM Al 3F	3x1cx630 mm2	541	1	0,954	0,84	1	434	1,48%		238301,3	
																MAX ΔV (%)	1,56%	ΔP Tot (W)	1402786,96

3.3. Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione, un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando opportuna segnaletica.

Su viabilità pubblica si dovranno apporre in superficie opportune paline segnaletiche con l'indicazione della tensione di esercizio e con i riferimenti della Società responsabile dell'esercizio della rete MT.

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le norme CEI 11-17.

La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno agli stessi.

Le condizioni ambientali (temperatura, umidità) durante la posa dei cavi dovranno essere nel range fissato dal fabbricante dei cavi.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

Per quanto riguarda le minime profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo si terrà conto di quanto segue:

- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 0 e 1: 0,5 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 2: 0,6 o 0,8 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 3: 1,0 o 1,2 m.

Nei tratti in cui si attraverseranno terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non potranno essere rispettate le profondità minime sopra indicate, dovranno essere predisposte adeguate protezioni.

4. SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E IMPIANTO DI CONSEGNA

4.1. Generalità

La sottostazione MT/AT da realizzarsi nei pressi del punto di consegna, non distante dal parco eolico, è il punto di raccolta e trasformazione del livello di tensione da 30 kV a 150 kV per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna alla rete di trasmissione nazionale e riceve l'energia prodotta dagli aerogeneratori attraverso la rete di raccolta a 30 kV. Nella sottostazione la tensione viene innalzata da 30 kV a 150 kV e consegnata alla rete mediante breve linea in cavo aereo a 150 kV che si attesterà ad uno stallo di protezione AT, per la connessione in antenna alla stazione TERNA (SE) da realizzare a 150 kV nel Comune di Stornara (FG).
La nuova stazione elettrica (SE) Terna S.p.A. a 150 kV sarà inserita in entra-esce alla linea a 150 kV "CP Ortanova – SE Stornara" previa realizzazione di due elettrodotti RTN a 150 kV tra la futura SE succitata e una futura SE RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea 380 kV della RTN "Foggia – Palo del Colle".

4.2. Descrizione Generale

Il progetto della sottostazione elettrica di conversione prevede che l'entrata dei cavi MT (30 kV) avvenga mediante posa interrata mentre l'uscita dei cavi AT (150 kV) avvenga mediante posa aerea, al fine di garantire il raccordo con la stazione RTN.

La sottostazione MT/AT comprenderà un montante AT per l'impianto "Lampino", che sarà principalmente costituita da due stalli trasformatore, da due terne di sbarre e uno stallo linea.

Entrambi gli stalli dei trasformatori MT/AT saranno composti da:

- trasformatore di potenza MT/AT
- terna di scaricatori AT
- Terna di TV induttivi in AT
- terna di TA in AT

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

- interruttore tripolare AT
- sezionatore tripolare AT

Lo stallo linea invece sarà formato da:

- terna di TV AT di sbarra
- terna di TA in AT
- interruttore tripolare AT
- sezionatore tripolare AT
- terna di TV capacitivi AT
- terna di scaricatori AT
- sostegno a traliccio (palo gatto) per il raccordo aereo con il punto di consegna.

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, il magazzino, i servizi igienici, ecc.

In ottemperanza alle indicazioni TERNA la sottostazione prevederà anche l'aggiunta di un ulteriore stallo produttore per un eventuale nuovo utente futuro. Questo ulteriore stallo sarà indipendente ed avrà un proprio accesso. Inoltre sarà prevista una zona comune all'interno della quale sarà installato lo stallo di linea per la connessione alla RTN di entrambi i produttori.

4.3. Rete di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 99-5, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 120 mm^2, interrati ad una profondità di almeno 0,7 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 70 mm^2. La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della sottostazione con quello dell'impianto di consegna AT.

Potrà essere posata nello scavo degli elettrodotti MT una eventuale corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 50 mm^2 per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della centrale (torri eoliche e cabine elettriche). La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

4.4. RTU della sottostazione e dell'impianto AT di consegna

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- Comando della sezione AT e MT della sottostazione;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti Terna.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

4.5. SCADA

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscilloperturbografici generati dalle protezioni.

5. APPARECCHIATURE DI SOTTOSTAZIONE

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (150 kV) in sottostazione di trasformazione (con apparecchiature ridondanti);
- nel quadro MT in sottostazione;
- eventualmente sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in sottostazione.

La sottostazione MT/AT sarà conforme alle prescrizioni della normativa Enel e alle norme CEI già citate. Tutti i componenti sono stati dimensionati in base ai calcoli effettuati sulla producibilità massima dell'impianto eolico, con i dovuti margini di sicurezza, e in base ai criteri generali di sicurezza elettrica.

5.1. Protezione lato MT

La sottostazione sarà dotata di interruttori automatici MT per le linee di vettoriamento, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra.
Potrà essere presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione (qualora non venga richiesta fornitura BT o MT dedicata). L'energia assorbita da tali utenze sarà misurata attraverso apposito misuratore ai fini fiscali.

5.2. Protezione di interfaccia

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione a MT dalla rete di trasmissione ad alta tensione in caso di malfunzionamento della rete.
Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione e sarà realizzata anche una protezione di rincalzo nei confronti dell'interruttore MT del trasformatore MT/AT (protezione di macchina) per mancato intervento dei primi dispositivi di interfaccia.

5.3. Protezione del trasformatore MT/AT

La protezione di macchina è costituita da due interruttori automatici, uno sul lato MT, l'altro sul lato AT, corredati di relativi sezionatori e sezionatori di terra, lampade di presenza tensione ad accoppiamento capacitivo, scaricatori di sovratensione, trasformatori di misura e di rilevazione guasti. Sarà così realizzata sia la protezione dai corto-circuiti e dai sovraccarichi che la protezione differenziale.

6. RACCORDO IN CAVO 150 KV AEREO ALLA SOTTOSTAZIONE TERNA

La connessione tra la sottostazione di trasformazione utente e la sottostazione TERNA avverrà mediante linea in cavo aereo a 150 kV.
Di seguito si riporta un'ipotesi del layout dell'impianto di consegna, con l'opzione di condivisione dell'area tra diversi produttori. Viene rappresentato anche il raccordo AT aereo fino allo stallo di arrivo nella nuova stazione TERNA.

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)

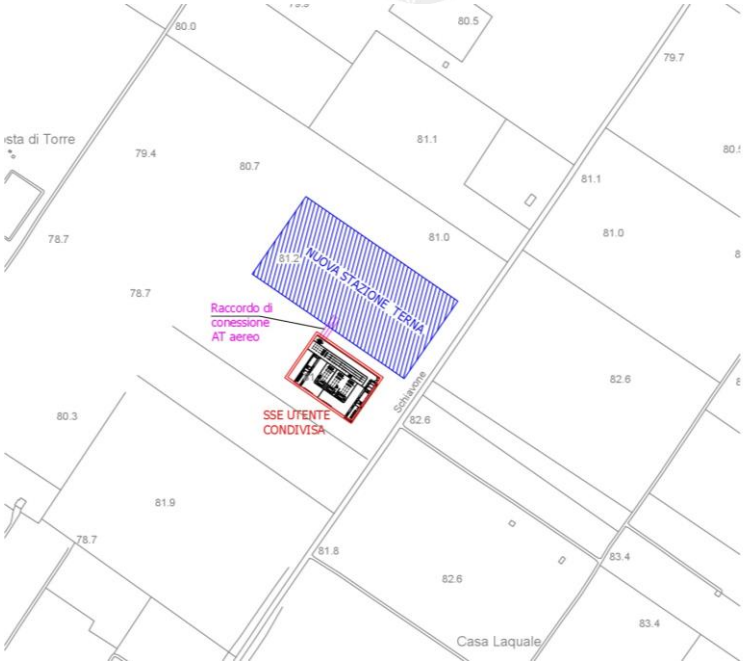

Figura 1 - Stralcio planimetrico con ipotesi di nuova sottostazione utente a 150 kV e raccordo aereo a 150 kV in ingresso nella futura stazione TERNA a 150 kV

****

È vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)