wpd
think energy

PARCO EOLICO BORGO MEZZANONE S.r.l.

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO NEL TERRITORIO COMUNALE DI FOGGIA E MANFREDONIA

PROGETTO DEFINITIVO

2019

PROGETTAZIONE

Engeo soc. coop. a r.l.

via Volga c/o Fiera del Levante Pad.129 - BARI (BA)

ing. Sebanino GIOTTA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Francesca SACCAROLA

GEOAMBIENTE S.r.l.

via Beatrice Acquaviva D'Aragona n.5 - CAVALLINO (LE)

ing. Daniele CALO' - ing. Paolo MELETI

ARCHITETTURA E PAESAGGIO

arch. Vincenzo RUSSO

via Puglie n.8 - Cerignola (FG)

GEOLOGIA

geol. Giuseppe CALO'

ACUSTICA

ing. Sabrina SCARAMUZZI

ARCHEOLOGIA

Nostòi S.r.l.

ASPETTI NATURALISTICI, FAUNISTICI E PEDOLOGIA

dott. Giuseppe MARZANO - dott. Leonardo BECCARISI - dott.ssa Chiara VACCA

COMUNICAZIONE

Flame Soc. Coop. a.r.l.

PD.R. ELABORATI DESCRITTIVI

R.9 RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE ELETTRICHE

Indice

1. Generalità 2
2 Descrizione generale dell'impianto eolico 2
3 Aerogeneratore 5
3.1 Quadro MT a base torre 5
4 Linee MT 6
5 Fibra Ottica 7
6 Stazione Elettrica Utente 9
6.1 Quadro MT 9
6.2 Apparecchiature AT 10
6.3 Trasformatore MT/AT 12
6.4 Gruppo elettrogeno 13
7 Protezioni 13
8 Esercizio dell'impianto 14
9 Servizi di Sistema 15
9.1 Regolazione di Potenza attiva 15
9.2 Regolazione di Potenza reattiva 15
9.3 Inserimento graduale della potenza immessa in rete 15
9.4 Telescatto e Teleriduzione 15
10 Controllo dell'impianto di produzione 16
11 Misure e loro sistemi di trasmissione - RTU 16
11.1 Teletrasmissione delle misure - RTU 16
12 Rete di Terra 16
13 Impianto protezione scariche atmosferiche (LPS) 17
13.1 Calate 18
13.2 Dispersore 18
13.3 Ancoraggi e giunzioni 18
13.4 LPS interno 18
13.4.1 Collegamenti equipotenziali per corpi metallici interni 18
13.4.2 Collegamenti equipotenziali per impianti interni 18

1. Generalità

Tipologia: Progetto impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica.
Proprietà: Società WPD Italia srl, con sede in Roma al Viale Aventino 102, P.IVA:07354181005 di seguito denominato Utente o Produttore
Ubicazione: Comune di Manfredonia (FG)
Potenza: 130,20 MW
Connessione alla RTN: in antenna alla Stazione Elettrica TERNA di Manfredonia
Entrata in esercizio (previsione): 2020

2 Descrizione generale dell'impianto eolico

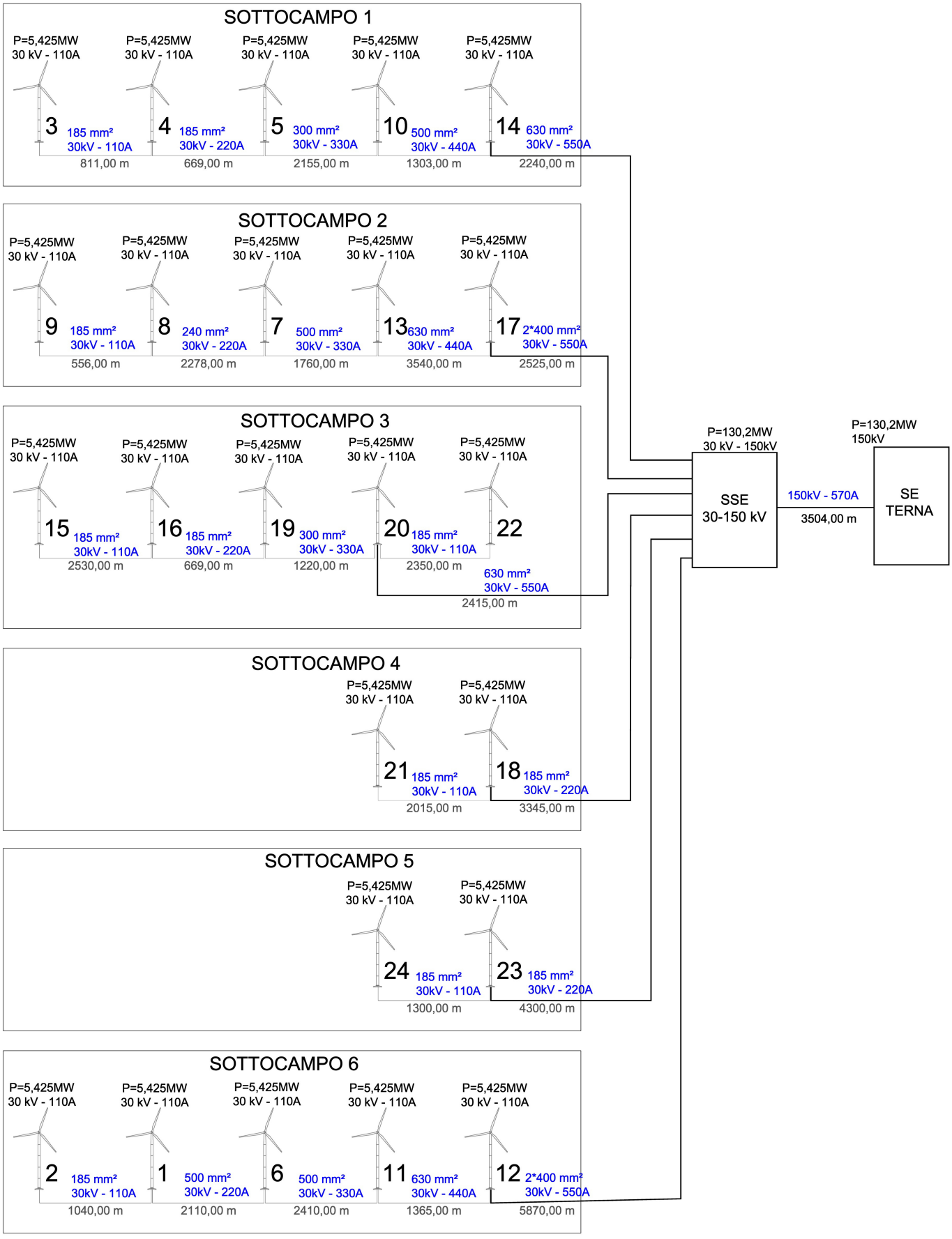
Il parco eolico sarà costituito da 24 aerogeneratori, tipo GE5.3-158 50/60 Hz – con potenza unitaria pari a 5,425 MW, per potenza complessiva di 130,20 MW. Gli aerogeneratori saranno installati su torri tubolari di altezza pari a 150 m ed il rotore avrà diametro di 158 m.
Il Parco Eolico sarà suddiviso in sei sottocampi elettricamente connessi. In ogni sottocampo gli aerogeneratori saranno collegati tra loro in modalità entra – esci.
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 l'elevazione della tensione fino a 30KV.
L'energia prodotta verrà convogliata verso la Sotto Stazione Elettrica dove verrà elevata ulteriormente fino alla tensione di 150 kV e inviata, a mezzo di cavo interrato fino alla stazione TERNA.
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.
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.
È previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in corrispondenza del nodo rappresentato dalla SE TERNA posta a circa 3,5 chilometri dalla SSE.
Il cavidotto in media tensione di connessione Parco Eolico – SSE Utente sarà del tipo interrato come pure il cavidotto tra SSE Utente - SE TERNA e avverrà in cavo interrato AT a 150 kV ed avrà una lunghezza di circa 50 m.

In conclusione l'impianto sarà strutturato nel seguente modo

- Aereogeneratori suddivisi in 6 sottocampi per un totale di 24 torri;
- Un sistema di cavi MT a 30 kV interrati per il collegamento fra gli aerogeneratori e tra questi e la Stazione Elettrica Utente;
- Una Stazione Elettrica Utente in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta in MT (30 kV). Nella stessa stazione avviene l'elevazione di tensione fino a 150 kV per la successiva consegna alla stazione elettrica TERNA.
- Gruppi di Misura (GdM) dell'energia prodotta, a loro volta costituiti dagli Apparecchi di Misura (AdM) e dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA). Particolare rilievo assumono a tal proposito il punto di installazione degli AdM, il punto e le modalità di prelievo di tensione e corrente dei relativi TA e TV, la classe di precisione dei singoli componenti del GdM;
- Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, AT ed altri impianti e sistemi che rendono possibile il sicuro funzionamento dell'intera installazione e le comunicazioni al suo interno e verso l'esterno.
-

L'intero impianto eolico di generazione è da considerarsi quale officina elettrica ai sensi dell'art. 54 comma 1 del Testo unico sulle accise (D.lgs 26 ottobre 1995, n. 504 e s.m.i.), di seguito qui richiamato:
"L'officina è costituita dal complesso degli apparati di produzione, accumulazione, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica esercitati da una medesima ditta, anche quando gli apparati di

accumulazione, trasformazione e distribuzione sono collocati in luoghi distinti da quelli in cui si trovano gli apparati di produzione, pur se ubicati in comuni diversi".
Lo schema di collegamento viene di seguito riportato:


SOTTOCAMPO 1
P=5,425MW
30 kV - 110A
3
185 mm²
30kV - 110A
811,00 m
4
185 mm²
30kV - 220A
669,00 m
5
300 mm²
30kV - 330A
2155,00 m
10
500 mm²
30kV - 440A
1303,00 m
14
630 mm²
30kV - 550A
2240,00 m
SOTTOCAMPO 2
9
185 mm²
30kV - 110A
556,00 m
8
240 mm²
30kV - 220A
2278,00 m
7
500 mm²
30kV - 330A
1760,00 m
13
630 mm²
30kV - 440A
3540,00 m
17
2*400 mm²
30kV - 550A
2525,00 m
SOTTOCAMPO 3
15
185 mm²
30kV - 110A
2530,00 m
16
185 mm²
30kV - 220A
669,00 m
19
300 mm²
30kV - 330A
1220,00 m
20
185 mm²
30kV - 110A
2350,00 m
22
630 mm²
30kV - 550A
2415,00 m
SOTTOCAMPO 4
21
185 mm²
30kV - 110A
2015,00 m
18
185 mm²
30kV - 220A
3345,00 m
SOTTOCAMPO 5
24
185 mm²
30kV - 110A
1300,00 m
23
185 mm²
30kV - 220A
4300,00 m
SOTTOCAMPO 6
2
185 mm²
30kV - 110A
1040,00 m
1
500 mm²
30kV - 220A
2110,00 m
6
500 mm²
30kV - 330A
2410,00 m
11
630 mm²
30kV - 440A
1365,00 m
12
2*400 mm²
30kV - 550A
5870,00 m
P=130,2MW
30 kV - 150kV
SSE
30-150 kV
150kV - 570A
3504,00 m
P=130,2MW
150kV
SE
TERNA

3 Aerogeneratore

È prevista l'installazione di aerogeneratori GE5.5-158 50/60 Hz aventi le seguenti caratteristiche elettriche:

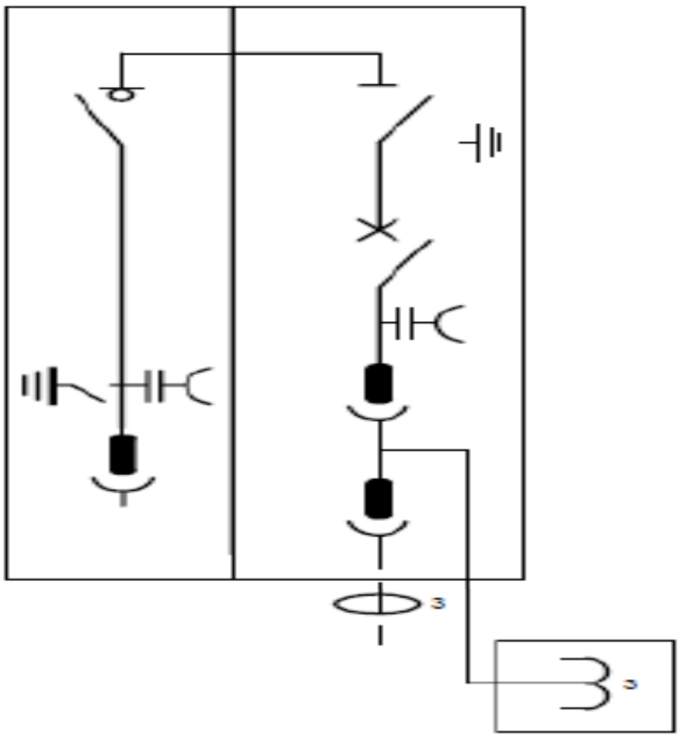
- Potenza nominale Pn 5.425 MW
- Tensione nominale Un 690 V
- Frequenza 50 Hz, 60 Hz
- Senso di rotazione Orario
- Numero delle pale 3

Il generatore è del tipo asincrono a doppia alimentazione a quattro poli. La regolazione di potenza è realizzata attraverso variazioni di velocità del passo.
L'energia meccanica prodotta dal rotore tramite l'albero lento, il moltiplicatore di giri e l'albero veloce viene trasmessa al generatore tripolare asincrono che di fatto converte l'energia meccanica in energia elettrica ad una tensione di 690 V in c.a. Tutte queste apparecchiature sono alloggiate nella navicella, posizionata sulla torre tubolare in acciaio.
A valle del generatore, sempre nella navicella, è installato il trasformatore 0,69/30 kV per l'elevazione di tensione. Dal trasformatore un cavo MT flessibile (18/30 kV 3x95mmq), con un percorso verticale (di circa 130 m) all'interno della torre tubolare, si attesta sul sezionatore MT installato alla base della torre (sulla prima piattaforma). Il cavo MT flessibile corre all'interno di una guida, ancorata alla scala verticale interna della torre tubolare.

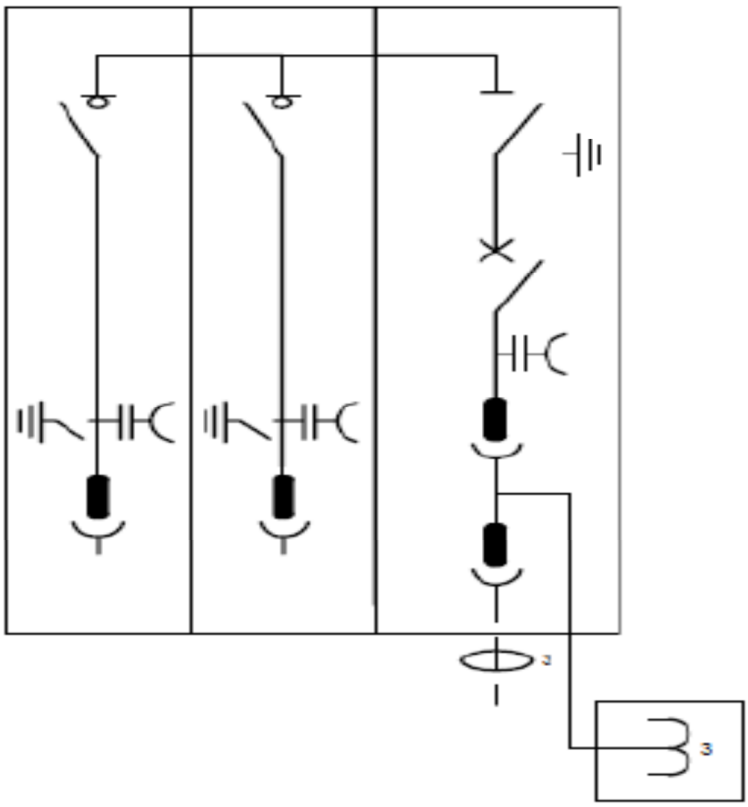
3.1 Quadro MT a base torre

A seconda della posizione dell'aerogeneratore nel Parco Eolico insieme all'interruttore MT di protezione del trasformatore, sulla piattaforma più bassa, sono installati altri componenti MT a formare un vero e proprio quadro MT. La configurazione del quadro MT a base torre dipende dalla posizione dell'aerogeneratore nello schema unifilare del parco eolico.
Pertanto, si avranno aerogeneratori in posizione di *Fine Linea* e aerogeneratori in posizione *Intermedia.*

Posizione di Fine linea
Quadro MT costituito da sezionatore di linea e interruttore di protezione del trasformatore con relè.



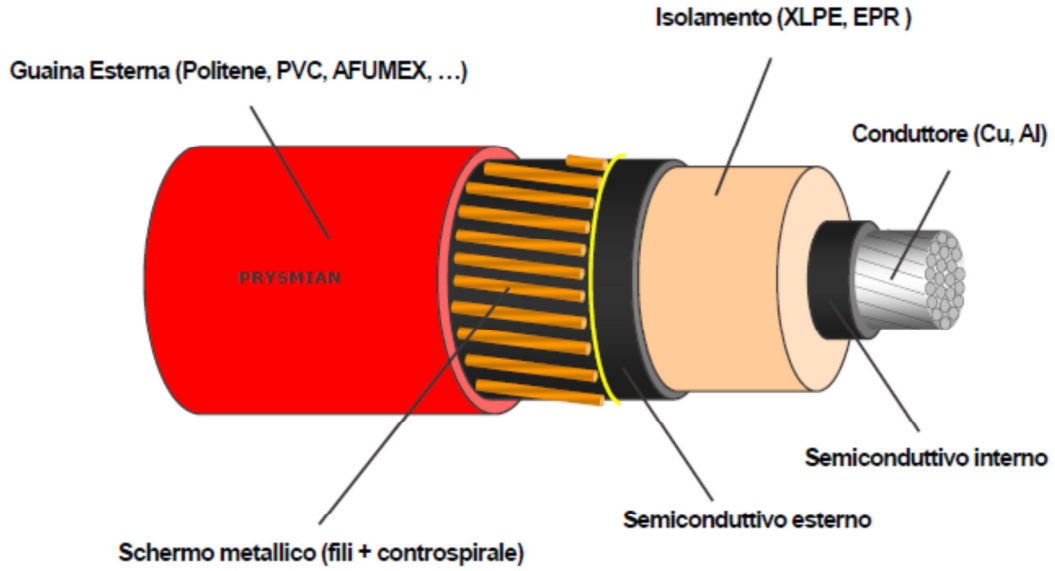
Posizione Intermedia
Quadro MT costituito da due sezionatore di linea e un interruttore di protezione del trasformatore con relè.



4 Linee MT

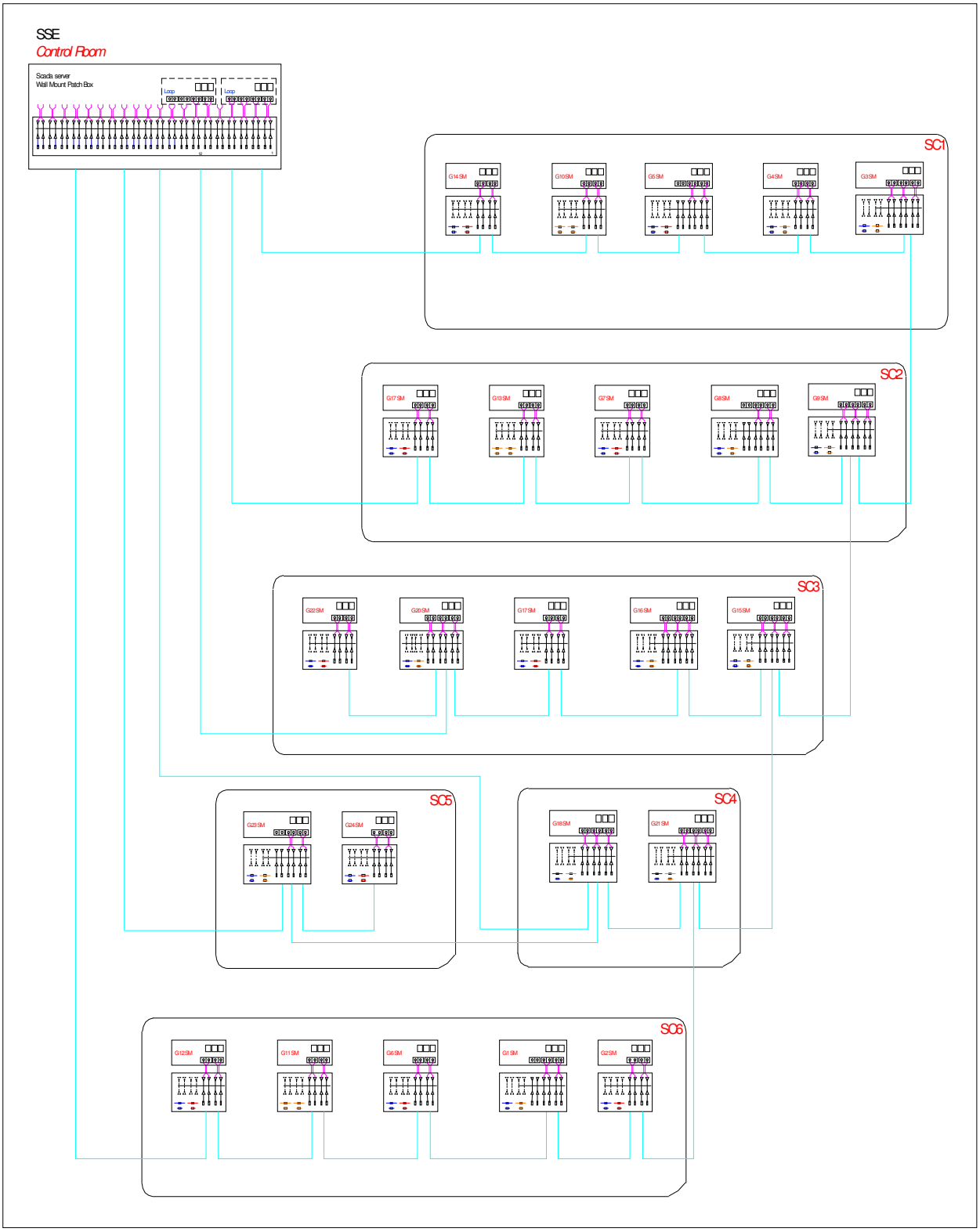
Le linee MT interne al parco eolico, di connessione tra gli aerogeneratori e tra questi e la SSE, saranno realizzate con cavi interrati. La posa interrata avverrà ad una profondità di 1,1- 1,2 m.
L'utilizzo di cavi tipo airbag con doppia guina in materiali termoplastici (PE e PVC) che migliora notevolmente la resistenza meccanica allo schiacciamento rendendoli equivalenti ai sensi della Norma CEI 11-17 a cavi armati, consente la posa interrata senza utilizzo di ulteriore protezione meccanica.
Trattandosi di un cavidotto a 30 kV sarà classificato di Classe 2 ai sensi della CEI 11-4.
Per quanto concerne il tratto di collegamento tra parco eolico e SSE Utente, esaminato lo stato dei luoghi, si è scelto di ubicare il percorso del cavo, per quanto tecnicamente possibile, a ridosso della rete stradale 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 interno al Parco Eolico e tra il Parco e la SSE Utente è di circa 50,7 km.
Mentre, la lunghezza dell'elettrodotto tra la SSE e la SE TERNA ha una lunghezza di circa 3,5 km.
Il cavidotto sarà alloggiato in un'apposita trincea. 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. Nello stesso scavo sarà posizionata, al di sopra dei cavi elettrici, la tubazione PEAD per il contenimento dei cavi di segnale (fibra ottica). Nel tratto di collegamento tra aerogeneratori è altresì prevista la posa di una corda di rame della sezione di 50mm^2, per il collegamento tra le reti di terra dei singoli aerogeneratori.
Ogni 500 metri, o a distanza diversa, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle vasche cavi, costituite da vasche di ispezione 200 cm x 150 cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.
Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi utilizzati. Le giunzioni dovranno

essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-24 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.
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.
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.
Tutti i cavi MT posati dovranno essere terminati da entrambe le estremità. Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri si realizzerà 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. Ogni terminazione sarà dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare: l'esecutore, la 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 e qualora nella trincea vengano 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, 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.
I cavi utilizzati saranno del tipo airbag in alluminio 18/30 kV la cui struttura è riportata nella figura seguente:



5 Fibra Ottica

L'intero parco sarà dotato di una rete dati in Fibra Ottica che verrà messa in opera all'interno del tubo in PEAD, posato all'interno dello scavo dei cavidotti.
Il collegamento dei singoli aerogeneratori con il sistema di controllo avverrà secondo il seguente schema:



Le caratteristiche del cavo a fibre ottiche saranno:

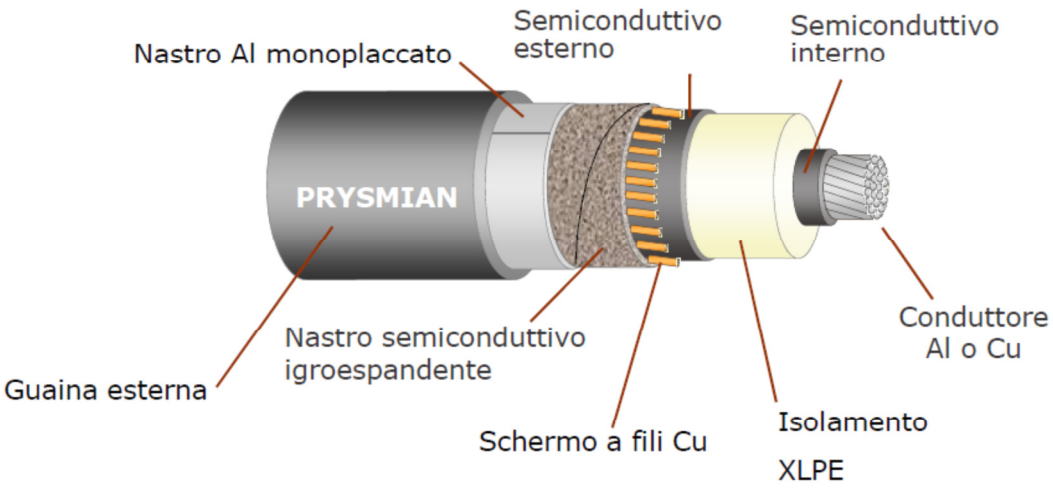
- Numero delle fibre 12
- Tipo di fibra multimodale
- Lunghezza d'onda 1300 nm
- Banda 500 MHz/Km
- Massima trazione a lungo termine 3000 N

- Massima trazione a breve termine 4000 N

6 Stazione Elettrica Utente

È previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in corrispondenza del nodo rappresentato dalla SE TERNA.
La Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di trasformazione e consegna sarà realizzata a circa 3,5 Km di distanza. La connessione tra SSE Utente - SE TERNA avverrà in cavo interrato AT a 150kV.

Il cavo per il collegamento sarà sempre del tipo interrato in alluminio la cui struttura è di seguito riportata:



I componenti elettrici principali della SSE Utente sono:
- il quadro MT;
- il trasformatore MT/AT – 30/150 kV;
- le apparecchiature AT di protezione, installate all'esterno della SSE.

6.1 Quadro MT

Sarà installato in apposito locale nell'ambito dell'edificio facente parte della SSE Utente e si compone di:
- interruttori di linea in arrivo dai sottocampi;
- protezione trasformatore ausiliari;
- interruttore generale;
- arrivo linea da trasformatore MT/AT (150/30 kV);
- scomparto misure/ TV sbarra.

Per quanto riguarda il trasformatore dei Servizi Ausiliari (SA) è prevista l'installazione di un trasformatore da 100kVA.
Il quadro sarà in esecuzione da interno, di tipo protetto, realizzato in lamiera d'acciaio con spessore minimo 2 mm, saldata, ripiegata e rinforzata opportunamente, sarà completo di sbarre principali e di derivazione dimensionate secondo i carichi e le correnti di corto circuito.

Ciascuno scomparto sarà composto dalle seguenti celle segregate tra loro:
- cella interruttore MT, allacciamento cavi e sezionatore di terra;
- cella sbarre omnibus (comune per tutto il quadro);
- cella per circuiti ausiliari BT.

Nei quadri saranno inseriti tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre, che possano compromettere l'efficienza delle apparecchiature e la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.
A valle del trasformatore ausiliari sarà installato un quadro BT utilizzato per l'alimentazione di tutte le utenze BT della SSE Utente.

6.2 Apparecchiature AT

Le apparecchiature AT saranno collegate tra di loro tramite conduttori rigidi o flessibili in alluminio.
La sottostazione di trasformazione di compone di:

- Uno stallo Linea AT
- Due stalli di trasformazione

Lo stallo di linea AT è composto a sua vota dalle seguenti apparecchiature:

Q.tà	Descrizione
1	Sezionatore tripolare a tre isolatori per polo e a doppia apertura laterale senza lame di messa a terra – tipo S3CT 17'5 / TCB-E 170 – 170 kV (BIL 650/750 kVp) – 1.250 A – 31,5 kA – comando a motore per le lame principali e manuale per le lame di terra
3	Trasformatore di tensione induttivo unipolare per misure e protezione – isolamento in olio – tipo VEOT 170 – con 1 secondario – 170: 3 / 0,1: 3–20 VA / 0,2 UTF con 1 secondario certificato
1	Interruttore tripolare isolamento in gas SF6 – comando a molla per auto–richiusura tripolare con 2 circuiti di apertura a lancio di tensione, 1 circuito d'apertura a mancanza di tensione e 1 circuito di chiusura – tipo 3AP1 FG 170 – 170 kV – 2.000 A – 31,5 kA
3	Trasformatore di corrente unipolare per misura e protezioni – isolamento in olio – tipo IOSK 170 – con 4 secondari di cui 1 certificato UTF – 400-600 / 5–5–5–5 A – 31,5 kA – 20 VA / 0,2 – 20 VA / 0,2 – 20 VA / 5P20– 20 VA / 5P20
3	Trasformatore di tensione capacitivo unipolare TCVT per misure e protezione – isolamento in olio – tipo TCVT 170 – con 4 secondari – 170: 3 / 0,1: 3 / 0,1: 3 / 0,1: 3–0,1: 3 kV – 20 VA / 0,2– 20 VA / 3P --20 VA / 0,2– 20 VA / 3P
3	Scaricatore di sovratensione unipolare ad ossido metallico adatto per la protezione da sovratensioni di origine atmosferica o di manovra in reti a 170 kV tipo 3EL2 138-2PM31-4GZ2-Z – completo di base isolante e contascariche Um 170 kV – Ur 138 kV – MCOV 110 kV – 10 kA – Classe 3

Gli stalli di trasformazione, invece, sono composti dalle seguenti apparecchiature:

Q.tà	Descrizione
2	Sezionatore tripolare a tre isolatori per polo e a doppia apertura laterale senza lame di messa a terra – tipo S3CT 170 / TCB-E 170 – 170 kV (BIL 650/750 kVp) – 1.250 A – 31,5 kA – comando a motore per le lame principali e manuale per le lame di terra
6	Trasformatore di tensione capacitivo unipolare TCVT per misure e protezione – isolamento in olio – tipo TCVT 170 – con 4 secondari – 170: 3 / 0,1: 3 / 0,1: 3 / 0,1: 3– 0,1: 3 kV – 20 VA / 0,2– 20 VA / 3P --20 VA / 0,2– 20 VA / 3P
2	Interruttore tripolare isolamento in gas SF6 – comando a molla per auto–richiusura tripolare con 2 circuiti di apertura a lancio di tensione, 1 circuito d'apertura a mancanza di tensione e 1 circuito di chiusura – tipo 3AP1 FG 170 – 170 kV – 2.000 A – 31,5 kA
6	Trasformatore di corrente unipolare per misura e protezioni – isolamento in olio – tipo IOSK 170 – con 4 secondari di cui 1 certificato UTF – 400 / 5–5–5–5 A – 31,5 kA –20 VA / 0,2 – 20 VA / 0,2 – 20 VA / 5P20– 20 VA / 5P20
3	Scaricatore di sovratensione unipolare ad ossido metallico adatto per la protezione da sovratensioni di origine atmosferica o di manovra in reti a 170 kV tipo 3EL2 138-2PM31-4GZ2-Z – completo di base isolante e contascariche Um 170 kV – Ur 138 kV – MCOV 110 kV – 10 kA – Classe 3
2	Trasformatore di Potenza ONAN/ONAF 63/80 MVA – YNd11 – 1505±12x1,25%/30 kV

La connessione tra la SSE utente e la Stazione Elettrica TERNA avverrà tramite linea interrata con cavo in alluminio della sezione di 800mmq a 150 kV, della lunghezza di circa 3,5 Km, in trincea di profondità 1,8 m e larghezza 1 m.

Per tutte le apparecchiature AT saranno considerati i seguenti dati di progetto:

Condizioni ambientali

Tipo di installazione	Esterna 2
Zona sismica	ZONA 4
Elevazione del sito	< 1000 m.s.l.
Massima temperatura ambiente di progetto	40°C
Minima temperatura ambiente di progetto	-10°C
Umidità relativa progettuale di riferimento	max 95 %, media 90 %
Grado di inquinamento	Atmosfera non polluta

Caratteristiche sistema elettrico a 150kV

Tensione di esercizio 150 kV

Tensione massima 170 kV
Frequenza 50 Hz
Tensione di tenuta a frequenza industriale
- verso terra e tra i poli 275 kV
- sulla distanza di sezionamento 315 kV

Tensione di tenuta ad impulso atmosferico
- verso terra e tra i poli 650 kV
- sulla distanza di sezionamento 750 kV

Corrente ammissibile di breve durata 31,5 kA x 1sec
Valore di cresta della corrente ammissibile di breve durata 80 kA

6.3 Trasformatore MT/AT

Per la trasformazione di tensione 30/150 kV saranno utilizzati due trasformatori trifase con avvolgimenti immersi in olio, da esterno, di potenza nominale 63 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%).
Le caratteristiche del trasformatore sono riportate nella scheda seguente:

- Potenza nominale (ONAN/ONAF)	MVA	63/28 0		
- Frequenza	Hz	50		
- Rapporto di trasformazione a vuoto	kV	150 ± 12 x 1,25% / 30		
- Collegamenti		Stella con neutro / Triangolo		
- Gruppo vettoriale		YNd11		
- Caratteristiche elettriche riferite alla potenza		63 MVA		80 MVA
- perdite a vuoto a Vn nominale	kW	Da vrificare		Da vrificare
- perdite nel rame a 75°C, rapporto nominale	kW	Da vrificare		Da vrificare
- tensione di c.c. a 75°C, rapporto nominale	%	13		15
- Indice di Efficienza di Picco PEI (*)	%	PEI		
- Sovratemperature:				
- temperatura max. ambiente	°C	40		
- sovratemperatura max. olio	K	60		
- sovratemperatura media avvolgimenti	K	65		
- Tensioni di prova:		A.T.		M.T.
- tipo di isolamento		Uniforme		Uniforme
- impulso 1,2 / 50 □sec	kV	750		170
- tensione indotta	kV	---		60
- tensione applicata	kV	---		70
- Terminali esterni:		A.T.	Neutro	M.T.
- posizione isolatori sul lato cassa		Lungo	Corto	Corto
- tipo		Condensatore		Ceramico
- quantità	n°	3	1	3
- tensione nominale	kV	170	170	36
- corrente nominale	A	800	800	2000

6.4 Gruppo elettrogeno

I servizi ausiliari di stazione saranno alimentati solo dalla rete a 150 kV, per il tramite di trasformazioni AT/MT e MT/BT, e sarà presente un gruppo elettrogeno di emergenza da 25kVA. La commutazione rete gruppo avverrà in automatico in modo che nessun parallelo con la Rete possa verificarsi.

Il gruppo elettrogeno di emergenza sarà destinato ad alimentare le utenze b.t. nel caso di mancata tensione del trasformatore di distribuzione dei servizi ausiliari e sarà posizionato in apposito locale dedicato. Avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Potenza nominale in servizio continuo 25,0 kVA – 20,0 kW
- Potenza nominale in servizio intermittente 20 kVA – 16,2 kW
- Tensione nominale 400/230 V
- Frequenza 50 Hz
- Velocità di rotazione 1.500 giri/min
- Motore termico diesel
- Raffreddamento acqua
- Regolatore di velocità meccanico
- Alternatore di primaria marca
- Regolatore di tensione A.V.R. elettronico
- Grado di protezione IP 23

Il gruppo elettrogeno sarà dotato di :

- serbatoio combustibile di 50 litri, secondo circolare 31 MI.SA 78 (11), completo di indicatore di livello carburante a quadrante e di sensore di allarme min/max livello e avviamento arresto elettropompa carburante.
- quadro elettrico di comando e controllo per il funzionamento in automatico che, al mancare della tensione di rete, anche su una sola fase, inizia il ciclo di avviamento automatico, con un breve ritardo, per evitare partenze in caso di microinterruzioni della rete. Appena il gruppo ha raggiunto le condizioni nominali, dopo circa 10 secondi dalla mancanza della tensione di rete, viene abilitata l'inserzione del gruppo sull'utenza. Al rientro della tensione di rete, dopo un tempo opportuno, viene disinserito il gruppo dall'utenza e ripristinata l'alimentazione della rete. Dopo un tempo adeguato, necessario per il raffreddamento del motore, viene comandato l'arresto automatico del gruppo.
- interruttore magneto-termico quadri polare per la protezione del generatore contro i corto circuiti, in esecuzione fissa, comando manuale.
- relè di protezione differenziale contro i contatti indiretti.
- carenatura insonorizzata in lamiera di acciaio zincato per il contenimento del gruppo elettrogeno, completa di sportelli apribili per la manutenzione e oblò lato quadro comando e controllo
- marmitta con apposito condotto per evacuazione all'esterno dei fumi di combustione.
- silenziatore gas di scarico tipo residenziale e pulsante arresto di emergenza integrati nella sagoma della carenatura.

7 Protezioni

Come previsto dal Codice di Rete pubblicato sul sito Internet del gruppo TERNA (www.terna.it) l'Utente produttore dovrà stipulare prima dell'entrata in esercizio dell'impianto un Regolamento di Esercizio che conterrà la regolamentazione tecnica di dettaglio del collegamento del proprio impianto alla Rete AT, nonché dei rapporti di tutti i soggetti interessati al collegamento stesso.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato A17 del Codice di Rete saranno impostate le seguenti tarature delle protezioni di interfaccia, salvo diverse indicazioni di TERNA, comunque specificate nel Regolamento di Esercizio:

-Massima tensione (59): 1,2 Vn – 1 s;
-Minima tensione (27): 0,85 Vn – 2 s;
-Massima frequenza (81>): 51,5 Hz – 1 s;
-Minima frequenza (81< - soglia 1): 47,5 Hz – 4 s;
-Minima frequenza (81< - soglia 2): 46,5 Hz – 0,1 s;
-Massima tensione omopolare (59Vo – soglia 1): 0,1 Vomax – 2 s;
-Massima tensione omopolare (59Vo – soglia 2): 0,7 Vomax – 0,1 s.

Le suddette determineranno l'apertura dell'interruttore lato AT (152 TR) del trasformatore.
Le protezioni 59, 27 e 81 saranno alimentate da tensioni concatenate. Di seguito si riporta un elenco sintetico delle protezioni previste, su quali interruttori agiscono e i relativi effetti (comandi) sugli interruttori stessi dell'impianto.

ELEMENTO DI IMPIANTO	*PROTEZIONI*	*COMANDI*
Trasformatore 30/150 kV **150 kV – montante 152 TR**	Differenziale trasformatore - 87T	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Massima corrente di fase – 50/51 AT	Apertura e blocco 152 TR
	Minima tensione concatenata – 27 AT	Apertura 152 TR
	Massima tensione concatenata – 59 AT	
	Massima tensione omopolare - 59N AT	
	Minima frequenza – 81<	
	Massima frequenza 81>	
	Mancata apertura interruttore – 50BF AT	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
Trasformatore 30/150 kV **30 kV – montante 52 TR**	Massima corrente di fase – 50/51 MT	Apertura 52 TR
	Guasto verso TR – 67N	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Minima tensione concatenata – 27 MT	Allarme
	Massima tensione omopolare - 59N MT	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Massima tensione concatenata – 59 MT	Apertura 152 TR e 52 TR
Linea arrivo campo eolico **30 kV – montante 52 L1**	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 L1
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Linea arrivo campo eolico **30 kV – montante 52 L2**	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 L2
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Aerogeneratori **Vestas V136-3.45MW**	Minima tensione - 27	Apertura interruttore 690 V
	Massima tensione - 59	
	Minima frequenza – 81<	
	Massima frequenza – 81>	

Il coordinamento e la definizione delle tarature delle protezioni sarà definita di concerto con TERNA in sede di stesura del Regolamento di esercizio. Il Produttore sarà responsabile dei valori di taratura forniti e imposti da TERNA, ed in ogni caso varrà il principio che qualunque guasto e/o anomalia dell'impianto di produzione, che potrebbe avere ripercussioni pericolose sulla rete AT, dovrà provocare automaticamente l'esclusione della sezione di impianto guasto, nel minimo tempo compatibile con gli automatismi di impianto. Inoltre in caso di cortocircuito sulla Rete AT i generatori del Produttore dovranno trovarsi predisposti con i loro sistemi di protezione in modo da separarsi dalla rete nei modi e nei tempi previsti dai piani di taratura.
Lo stato delle protezioni sarà periodicamente monitorato dal Produttore, allo scopo di garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature.

8 Esercizio dell'impianto

Tutte le attività di gestione dell'impianto del Produttore saranno effettuate da personale specializzato e specificatamente addestrato, raggiungibile tramite numeri di telefonia fissa, eventuali dispositivi cellulari avranno funzione di riserva. Un elenco nominativo del personale sarà

fornito dal Produttore a TERNA e tenuto costantemente aggiornato in caso di variazioni. L'impianto sarà condotto da detto personale 24 ore su 24, per tutti i giorni dell'anno.
In condizioni normali di esercizio i gruppi di generazione del produttore saranno eserciti in parallelo con la rete.
L'esercizio dell'impianto in stato di emergenza ed il relativo ripristino sarà dettagliatamente definito in sede di stesura del Regolamento di Esercizio.

9 Servizi di Sistema

L'impianto eolico di generazione e i relativi macchinari e apparecchiature saranno progettati, costruiti ed eserciti per restare in parallelo in condizioni normali di esercizio, di emergenza e di ripristino della rete.
In tali condizioni l'impianto di generazione dovrà garantire:

- la regolazione di potenza attiva;
- la regolazione di potenza reattiva;
- l'inserimento graduale della potenza immessa in rete.

9.1 Regolazione di Potenza attiva

Gli aerogeneratori del Produttore saranno in grado di non ridurre la potenza immessa in caso di sotto-frequenza nei limiti previsti e di ridurla tempestivamente e automaticamente in caso di sovra-frequenza, senza disconnettersi dalla rete.
A tal fine, l'impianto del Produttore sarà dotato di un sistema di regolazione automatica della potenza immessa in rete, compatibilmente con le potenzialità correnti della fonte primaria, in funzione del valore della frequenza.
In particolare il sistema consentirà:

- l'immissione continua della potenza efficiente istantanea della centrale eolica per frequenze comprese tra 47,5 Hz e 50,3 Hz;
- la riduzione della potenza immessa in rete in funzione dell'entità di errore di frequenza positivo, con uno statismo pari al 2,4%.

Il sistema inoltre garantirà tempi di risposta che consentiranno la riduzione di metà della potenza disponibile in regolazione entro un tempo massimo di 15 s e dell'intera riserva di potenza entro 30 s dal manifestarsi della variazione di frequenza. Inoltre il regolatore non prevederà alcuna banda morta.

9.2 Regolazione di Potenza reattiva

Gli aerogeneratori del Produttore saranno in grado di regolare la potenza reattiva, misurata ai morsetti del generatore. Inoltre sul punto di connessione del proprio impianto alla Rete AT il Produttore garantirà un fattore di potenza uguale ad 1.

9.3 Inserimento graduale della potenza immessa in rete

In presenza di condizioni meteorologiche idonee la centrale eolica del Produttore dovrà effettuare il parallelo con la rete aumentando la potenza immessa in rete gradualmente.
Il Produttore garantirà l'inserimento graduale della potenza immessa in rete, durante l'avviamento della centrale, con un gradiente positivo non superiore al 20% della potenza efficiente al minuto.
L'entrata in servizio della centrale eolica con immissione di potenza sarà comunque condizionata a una frequenza di rete non superiore a 50,3 Hz.

9.4 Telescatto e Teleriduzione

Il Capitolo4 del Codice di Rete (Regole per il Dispacciamento) prevede che gli Utenti del Dispacciamento delle Unità di Produzione localizzate nei poli di produzione limitata debbano dotarsi di dispositivi di telescatto e/o teleriduzione. Pertanto, essendo la centrale in oggetto appartenente a un Polo di Produzione limitato, in caso di apertura su evento (scatto) delle linee afferenti al polo limitato, i gruppi generatori potranno essere automaticamente disconnessi e/o

sottoposti a ridurre la propria produzione con interventi mirati a minimizzare le conseguenze dell'evento e a ripristinare la sicurezza del sistema elettrico.
In caso di anomalia di funzionamento o indisponibilità del sistema di telescatto e/o teleriduzione, il Produttore si impegna a notificare tempestivamente al personale addetto di TERNA l'indisponibilità temporanea al servizio e la previsione di durata, che comunque dovrà essere risolta nel più breve tempo possibile.

10 Controllo dell'impianto di produzione

Per consentire a TERNA il controllo in tempo reale della rete elettrica, saranno installate le apparecchiature necessarie al prelievo e alla trasmissione al Sistema di controllo di TERNA delle tele-informazioni dettagliatamente definite in sede di Regolamento di Esercizio.
In caso di avaria del sistema di prelievo e/o trasmissione dati, su richiesta di TERNA, il Produttore invierà giornalmente, via e-mail o tramite fax, i valori orari della potenza attiva e reattiva misurati lato 150 kV.

11 Misure e loro sistemi di trasmissione - RTU

Il sistema di misura dell'energia prodotta e scambiata dalla centrale eolica sarà articolato in più livelli di misura e verifica cui corrispondono differenti localizzazioni delle apparecchiature di misura. In particolare abbiamo:
- Un Gruppo di Misura su ciascun aerogeneratore per l'energia prodotta;
- Un Gruppo di Misura nel punto di consegna AT, installato nella SSE Utente, per l'energia ceduta;
- Un Gruppo di Misura per i consumi ausiliari della Stazione Utente.

In virtù di siffatta configurazione, sarà possibile rilevare direttamente il totale dell'energia lorda prodotta, di quella netta dispersa nonché infine dell'energia consumata per i servizi ausiliari..

11.1 Teletrasmissione delle misure - RTU

In ottemperanza ai dettami delle Guide Tecniche, TERNA acquisirà dall'impianto di produzione le informazioni che possono essere utili al fine del corretto funzionamento della rete AT.
Tali informazioni saranno trasmesse alle unità operative di TERNA, secondo quanto definito nel Regolamento di Esercizio.
Per poter effettuare la trasmissione è prevista una Unità Remota (RTU), installata nel locale quadri BT dell'edificio utente, avente il compito di gestire la comunicazione con TERNA, acquisire i dati locali di I/O. Le schede che solitamente la compongono, associate ad un doppio alimentatore, saranno installate in un cestello rack 19". La determinazione di P,Q,V avviene inserendo a bordo un trasduttore di misura che effettua il calcolo prendendo in ingresso i TA e TV. Sarà eventualmente possibile l'impiego di sistemi alternativi previo consenso di TERNA. L'unità comunicherà con postazioni remote attraverso i protocolli standard, studiati appositamente per le applicazioni nel settore elettrico, IEC870-5-104 ed IEC870-5-101.

12 Rete di Terra

<u>Rete di terra primaria</u>
La rete di terra primaria è il dispersore interrato a maglia, costituita da :
- conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mmq) interrati ad una profondità di circa 0,70 m dal piano di calpestio;
- conduttori in corda di rame nudo di diametro 14,7 mm (sezione 125 mmq) che collegano al dispersore le strutture metalliche;
- morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra

La messa a terra degli edifici sarà realizzata mediante un anello perimetrale di corda di rame da 125 mmq dal

quale partono le cime emergenti che saranno portate nei vari locali. Alla rete di terra saranno collegati anche i
ferri di armatura dell'edificio, delle fondazioni, dei portali, dei cunicoli, quando questi sono gettati in opera.

Rete di terra secondaria

La rete di terra secondaria è la parte esposta ed è costituita da:

- sagomature delle cime emergenti dalla magliatura interrata, di sezione 125 mmq.
- capicorda a compressione diritti per le cime emergenti, in rame stagnato, per il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche, con bullone in acciaio zincato
- ponti, costituiti da spezzoni di corda di rame nudo 63 mmq, per la messa a terra dei trasformatori di corrente, trasformatori di tensione e sezionatori alla struttura metallica di supporto.
- corda di rame isolata 125 mmq per la connessione a terra degli scaricatori A.T. e M.T. e del neutro dei trasformatori di potenza
- materiali per l'impianto di terra interno all'edificio di sottostazione costituiti da :
    - collettori a parete in barra di rame nudo
    - piatto di rame 30x4 mm e conduttori in rame nudo 16, 63, 125 mmq e relativi capicorda a compressione per la messa a terra dei quadri, dell'intelaiatura delle porte, finestre, ecc.

Gli impianti di terra saranno progettati, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 99-3 (CEI EN50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV, tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevati correnti di guasto prevedibili, determinate mediante calcolo;
- evitare danni a componenti elettrici e beni;
- 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 collegati.
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).
La SSE sarà dotata di un apposito impianto di terra, che servirà, fra l'altro, a collegare le masse di tutte le apparecchiature elettriche AT, MT e BT. 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.
La maglia di terra sarà posata ad intimo contatto con il terreno, prima dello strato di fondazione ad una profondità, come detto, di circa 0,7 m. Tale quota è sicuramente inferiore alla linea di gelo e ad essa la temperatura del terreno è pressoché costante a 20°C. La maglia sarà collegata in più punti ai ferri di fondazione sia dell'edificio sia dei plinti di fondazione delle apparecchiature AT, al fine di migliorare l'efficienza di dispersione di eventuali correnti di guasto.

13 Impianto protezione scariche atmosferiche (LPS)

Tutti gli aerogeneratori saranno dotati di un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche.
Tutte le torri saranno installate in zone non abitate.
La stessa torre tubolare costituirà la 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.

13.1 Calate

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

13.2 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.

13.3 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.

13.4 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.

13.4.1 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 6 mmq. 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.

13.4.2 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.