

COMUNI DI BORGIA E SAN FLORO
PROVINCIA CATANZARO



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO "E90"

Elaborato: E90_EL_R02

Scala:

Data: 19/05/2023

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO

COMMITTENTE:

ENERGIA LEVANTE s.r.l.
Via Luca Gaurico – Regus Eur - Cap 00143 ROMA
P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - energialevantesrl@legalmail.it
SOCIETA' DEL GRUPPO



www.sserenewables.com Tel +39 0654832107

PROFESSIONISTA:

Ing. Rosario Mattace



Rosario Mattace

N°REVISIONE	DATAREVISIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	NOTE
	19/05/2023			Ing. Mercurio	

INDICE

1 INTRODUZIONE	3
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3 CALCOLI ELETTRICI	5
3.1 TRASFORMATORI	5
3.2 GENERATORI ASINCRONI	5
3.3 LINEE-CONNESSIONI E LUNGHEZZE	5
3.4 CONDIZIONI DI POSA.....	6
3.5 SCELTA DELLE SEZIONI.....	6
3.6 SEZIONI DELLE LINEE.....	6
3.7 CALCOLO PERDITE DI POTENZA E TENSIONE	7
4 VERIFICA CORTO CIRCUITO	9

1 INTRODUZIONE

Lo scopo della presente relazione è quello di presentare i risultati del calcolo dei flussi di potenza, che rappresentano la base di partenza per il dimensionamento delle linee di media tensione del progetto di un Impianto eolico.

Le linee oggetto di dimensionamento saranno:

- le linee che connettono tra loro i gruppi di produzione alla cabina di parco cosiddetta di "raccolta";
- le linee che collegano la cabina di raccolta alla stazione elettrica di trasformazione utente.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- DL n. 37 del 22/01/08 – Regolamento sul riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Legge 10/91 per il contenimento dei consumi energetici e relativo regolamento di attuazione DPR 412/93 integrato dal 551/99, dal 192/05 e dal 311/06.
- Norme CEI CT 11 (impianti AT/MT).
- Norme CEI CT 20 (cavi).
- Norme CEI CT 64 (impianti BT).
- Norme CEI CT 81 (sistemi parafulmine).
- Norma CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”, Ed. II 07/2008.
- TERNA: Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete.
- Guida Tecnica TERNA: Allegato 17 al Codice di Rete – Sistemi di controllo e protezione delle centrali eoliche [Prescrizioni tecniche per la connessione].
- Guida Tecnica TERNA: Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN.
- Guida Tecnica GRTN: Regole transitorie per l'installazione e l'attivazione delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.
- Guida Tecnica TERNA: Specifica tecnica funzionale e realizzativa delle apparecchiature di misura.
- Guida Tecnica TERNA: Criteri di telecontrollo e di acquisizione dati.
- Allegato A17 Codice di Rete TERNA.

3 CALCOLI ELETTRICI

Le componenti dell'impianto sono le seguenti:

- 1)Trasformatori
- 3)Generatori
- 4)Linee

3.1 TRASFORMATORI

NOME	Da Nodo	A nodo	Gruppo	Pn [MVA]	V1n [kV]	V2n [kV]
TR AT-MT	NODO AT	TR_AT150/30	Dyn11	62,00	150	30
TR-E1	E1	TR-E1	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E2	E2	TR-E2	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E3	E3	TR-E3	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E4	E4	TR-E4	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E5	E5	TR-E5	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E6	E6	TR-E6	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E7	E7	TR-E7	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E8	E8	TR-E8	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E9	E9	TR-E9	Dyn 5	6,2	30	0,69
TR-E10	E10	TR-E10	Dyn 5	6,2	30	0,69

Tab.1

3.2 GENERATORI ASINCRONI

Tutti i generatori asincroni hanno una potenza nominale di 6,2MW.

3.3 LINEE-CONNESSIONI E LUNGHEZZE

Le lunghezze delle linee in campo sono state determinate a seguito della definizione della posizione dei singoli gruppi.

Nome	Da Nodo	A nodo	Lunghezza(m)
SET-SE TERNA	CENTRALE TERNA	STAZIONE MT/AT	397
LRACCOLTA-SET	STAZIONE ELETTRICA UTENTE	CABINA DI RACCOLTA	14270
SOTTOCAMPO 1			
Nome	Da Nodo	A nodo	Lunghezza (m)
E4-E3	E4	E3	975
E3-CABINA DI RACCOLTA	E3	CABINA DI RACCOLTA	2976
SOTTOCAMPO 2			
Nome	Da Nodo	A nodo	Lunghezza (m)
E5-E7	E5	E7	1637
E7-E6	E7	E6	716
E6-CABINA DI RACCOLTA	E6	CABINA DI RACCOLTA	1038
SOTTOCAMPO 3			
Nome	Da Nodo	A nodo	Lunghezza (m)
E1-E2	E1	E2	745
E2-CABINA DI RACCOLTA	E2	CABINA DI RACCOLTA	1730

SOTTOCAMPO 4			
Nome	Da Nodo	A nodo	Lunghezza (m)
E10-E9	E10	E9	589
E9-E8	E9	E8	910
E8-CABINA DI RACCOLTA	E8	CABINA DI RACCOLTA	634

Tab.2

3.4 CONDIZIONI DI POSA

Temp. Di posa [°C]	Resistenza termica[K*m/W]	Disposizione	Isolamento	Max Temp. esercizio[°C]
20	1	unipolari a trifoglio	XLPE	90
20	1	unipolari a trifoglio	XLPE	90
20	1	unipolari a trifoglio	XLPE	90
20	1	unipolari a trifoglio	XLPE	90
20	1	unipolari a trifoglio	XLPE	90
20	1	unipolari a trifoglio	XLPE	90

Tab.3

3.5 SCELTA DELLE SEZIONI

La scelta delle sezioni dei vari tratti di linea è stata effettuata nel modo seguente:

- La portata dei cavi, è stata valutata, sulla base delle reali condizioni di posa (si vedano le tabelle al Par. 2.4.2), con determinazione del coefficiente di riduzione della portata nominale a norma CEI 20-21 (IEC 287). In ogni caso, il valore di tale coefficiente è stato assunto cautelativamente pari ad un valore mai superiore a 0,8;
- Da un calcolo di nella condizione di carico massimo, corrispondente ad una produzione di 6.2 MW a $\cos\phi=0.90$ per ciascun gruppo, si è ricavato il regime delle correnti nei vari tratti;

Si allegano i risultati dei calcoli nella situazione di carico massimo ($\cos\phi=0.90$) e di sola generazione di potenza attiva da parte degli aerogeneratori ($\cos\phi=1$).

3.6 SEZIONI DELLE LINEE

Nome	Tipo	S [mm ²]	Disposizione	Isolamento	Max Temp. esercizio[°C]	Materiale
SET-SE TERNA	XLPE	1600	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
LRACCOLTA-SET	RHZ1 18/30 kV	800	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E4-E3	RHZ1 18/30 kV	150	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E3-CABINA DI RACCOLTA	RHZ1 18/30 kV	400	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E5-E7	RHZ1 18/30 kV	150	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E7-E6	RHZ1 18/30 kV	400	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E6-CABINA DI RACCOLTA	RHZ1 18/30 kV	630	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E1-E2	RHZ1 18/30 kV	150	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio

E2-CABINA DI RACCOLTA	RHZ1 18/30 kV	400	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E10-E9	RHZ1 18/30 kV	150	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E9-E8	RHZ1 18/30 kV	400	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio
E8-CABINA DI RACCOLTA	RHZ1 18/30 kV	630	unipolari a trifoglio	XLPE	90	Alluminio

Tab.4

3.7 CALCOLO PERDITE DI POTENZA E DI TENSIONE

Il calcolo delle perdite di potenza e di tensione lungo i circuiti è stato impostando considerando i valori caratteristici forniti dal produttore riportati in tabella n.5:

Formazione n°Xmm ²	Resistenza elettrica a 20°C Ω/km	Reattanza di fase Ω/km	Max intensità Ammissibile I(A)	Coefficiente correttivo della max intensità K
1X150	0,277	0,123	245	0,87
1X400	0,105	0,106	415	0,87
1X630	0,063	0,098	545	0,87
1X800	0,051	0,104	636	0,76

Tab.5- Caratteristiche elettriche dei cavi utilizzati

Il calcolo delle perdite elettriche a pieno carico viene effettuato tenendo conto di quanto segue ipotesi:

- Tutti i WTG funzionano con lo stesso livello di carica allo stesso tempo.
- Tutte le turbine eoliche funzionano con il valore di $\cos \varphi$ necessario a rispettare il requisito massimo reattivo nel PCC ($\cos \varphi = 0,82$ tra turbine eoliche e centro di sezionamento e $\cos \varphi = 0,94$ tra il centro di sezionamento e stazione elettrica di trasformazione del parco).
- I WTG possono funzionare con $\cos \varphi = 1$ nel punto di connessione.

Nome	I [A]	Portata [A] ammissibile K*I	Carico [%]	Perdite di potenza [kW]	Perdite di potenza %	Caduta di tensione DV(V)	Caduta di tensione %	L(m)
LRACCOLTA-SET	1270,85	1450(800mm ²)	0,87	1469,25	2,37	1699,83	5,66	14270
E4-E3	145,68	213,15(150mm ²)	0,68	38,21	0,61	61,25	0,20	975
E3-CABINA DI RACCOLTA	291,36	361,05(400mm ²)	0,80	66,32	0,53	157,78	0,52	2976
E5-E7	145,68	213,15(150mm ²)	0,80	64,15	1,03	102,84	0,34	1637
E7-E6	291,36	361,05(400mm ²)	0,80	15,95	0,12	37,96	0,12	716

		400mm ^{^2})						
E6-CABINA DI RACCOLTA	437,05	474,15(630mm ^{^2})	0,92	19,82	0,10	54,38	0,18	1038
E1-E2	145,68	213,15(150mm ^{^2})	0,68	29,19	0,47	46,80	0,15	745
E2-CABINA DI RACCOLTA	291,36	361,05(400mm ^{^2})	0,80	38,55	0,31	91,72	0,30	1730
E10-E9	145,68	213,15(150mm ^{^2})	0,68	23,08	0,37	37,00	0,12	589
E9-E8	291,36	361,05(400mm ^{^2})	0,8	20,27	0,16	48,24	0,16	910
E8-CABINA DI RACCOLTA	437,05	474,15(630mm ^{^2})	0,92	12,11	0,065	33,22	0,11	634

Tab.6-Calcolo Perdite circuiti elettrici

Perdite di Potenza cavidotto interno al parco[kW]	Cadute di tensione cavidotto interno al parco[V]	Perdite di Potenza cavidotto di collegamento alla SSEU[kW]	Cadute di tensione cavidotto di collegamento alla SSEU [V]
327,70	671,22	1469,25	1699,83
Perdite di Potenza cavidotto interno al parco[%]	Cadute di tensione cavidotto interno al parco [%]	Perdite di Potenza cavidotto di collegamento alla SSEU [%]	Cadute di tensione cavidotto di collegamento alla SSEU [%]
3,80%	2,23%	2,37%	5,66%

Tab.7-Riepilogo perdite elettriche

4 VERIFICA CORTO CIRCUITO

La sezione del cavo viene scelta in maniera tale che la temperatura raggiunta per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento o per gli altri materiali con cui il conduttore è in contatto o in prossimità. Qualora la sovracorrente sia praticamente costante e il fenomeno termico sia di breve durata (cortocircuito) in modo da potersi considerare di puro accumulo (regime adiabatico), il cavo risulta protetto se è soddisfatta la seguente relazione (integrale di Joule):

$$\int_0^{t_g} i^2 dt \leq K^2 S^2$$

dove

i = valore istantaneo della corrente di cortocircuito

$$\int_0^{t_g} i^2 dt = \text{energia specifica passante nel dispositivo di protezione}$$

t_g = tempo d'interruzione del guasto (tempo d'apertura dei contatti + tempo d'estinzione dell'arco elettrico) = 0,25 s

S = Sezione del cavo

$K^2 S^2$ = energia ammissibile dal cavo (ipotesi di sistema adiabatico)

K è una costante caratteristica del cavo indicata nelle norme (CEI11-17)- $K=92$ nel nostro caso. Nell'ipotesi che il fenomeno abbia una durata superiore ad un decimo di secondo è sufficientemente verificata la seguente relazione:

$$I_{cc}^2 \cdot t_g \leq K^2 S^2$$

I_{cc} = valore efficace della componente simmetrica della corrente di cortocircuito

L'espressione della corrente di cortocircuito rispetto alla quale deve essere eseguita la verifica della sezione del cavo è la seguente:

$$I_{cc} = I_{ccrete} + I_{ccutente}$$

I_{ccrete}:

è il contributo alla corrente di corto circuito dovuto alla rete MT presente a monte del punto di corto circuito; si assume il valore massimo per rete in MT I_{ccrete} : 12,5kA (valore fornito da Enel distribuzione)

I_{ccparco}:

è il contributo dovuto all'impianto di produzione dell'utente a valle del punto di corto circuito.

Dai dati di targa dell'aerogeneratore:

$I_{cc\text{generatore}}=630\text{A}$

Il parco eolico è composto da dieci aerogeneratori:

$I_{cc\text{parco}}=0,630*10=6,30\text{kA}$

La corrente di corto circuito di tutto il sistema è pari a :

$I_{cc}=12,5+6,30=18,80\text{kA}$

Noto questo valore si determina la sezione minima del conduttore:

$S_{min}=I_{cc}/K*(0,25)^{0,5}=18,80*0,25^{0,5}/92=102,17\text{mm}^2$

La sezione minima utilizzata pari a 150mm^2 è idonea per garantire l'esito positivo della verifica di corto circuito.