

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

IMPIANTO EOLICO "CALTAVUTURO ESTENSIONE"

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo preliminare degli impianti



File: GRE.EEC.R.73.IT.W.14362.10.004.00 - Relazione di calcolo preliminare degli impianti.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	19/02/2021	Prima emissione	D. Stangalino	D. Gradogna	D. Stang alino

GRE VALIDATION

	Accardi (GRE)	Iaciofano (GRE)
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Caltavuturo Estensione	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION				
	GRE	EEC	R	7	3	I	T	W	1	4	3	6	2	1	0	0	0	4	0

CLASSIFICATION	PUBLIC	UTILIZATION SCOPE	BASIC DESIGN
----------------	---------------	-------------------	---------------------

INDEX

1. INTRODUZIONE	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4. IMPIANTO EOLICO	6
5. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DI MEDIA TENSIONE.....	7
5.1. LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO	7
5.2. LINEE IN CAVO MT DI COLLEGATO AI TRASFORMATORI ELEVATORI.....	8
5.3. LINEE IN CAVO MT DI COLLEGATO DEL BESS	8
6. DIMENSIONAMENTO DEL TRASFORMATORE ELEVATORE.....	10
7. DIMENSIONAMENTO DEL QUADRO DI MEDIA TENSIONE DI RACCOLTA	10
8. VALUTAZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE	10
9. VALUTAZIONE DELLE PERDITE.....	12
9.1. PERDITE SULLE LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO	12
9.2. PERDITE SULLE LINEE IN CAVO MT DI COLLEGAMENTO AL BESS	13
9.3. PERDITE SUL TRASFORMATORE ELEVATORE.....	13
10. LOAD FLOW	14
11. CORTO CIRCUITO DI FASE	14
12. GUASTI A TERRA	14
13. ALLEGATI	15

1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Solar Energy S.r.l. di redigere il progetto definitivo per la costruzione di un nuovo impianto eolico denominato "Caltavuturo Estensione", da ubicarsi nei comuni di Caltavuturo (PA), Valledolmo (PA) e Sclafani Bagni (PA).

Il progetto proposto prevede l'installazione di 18 nuove turbine eoliche di potenza 4,52 MW ciascuna, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata totale pari a 81,36 MW.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione a 33 kV, verrà convogliata alla sottostazione di trasformazione 150/33 kV in progetto nel comune di Sclafani Bagni, per l'innalzamento da media ad alta tensione. La sottostazione di trasformazione verrà collegata, tramite cavidotto in alta tensione a 150 kV, ad una stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV della RTN, di nuova realizzazione da parte dell'ente gestore di rete.

In aggiunta alla sottostazione di trasformazione 150/33 KV in progetto, sarà connesso un sistema di accumulo elettrochimico BESS (Battery Energy Storage System) di taglia pari a 35 MW / 140 MWh.

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO₂, legate a processi di produzione di energia elettrica.

1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Il soggetto proponente dell'iniziativa è Enel Green Power Solar Energy S.r.l., società iscritta alla Camera di Commercio di Roma che ha come Socio Unico la società Enel Green Power Italia S.r.l.

La Società ha per oggetto l'esercizio e lo sviluppo dell'attività di produzione e vendita di energia elettrica generata da fonti rinnovabili.

1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Lo scopo della presente relazione tecnica è quello di descrivere i criteri di dimensionamento ed esporre i risultati sullo studio di rete per le opere di connessione del nuovo impianto eolico di Caltavuturo Estensione e del sistema BESS alla rete in alta tensione di RTN presso la stazione di trasformazione 380/150 kV che sarà collegata in entra-esce sul futuro elettrodotto a 380 kV "Chiaramento Gulfi-Ciminna".

Si tratta di un impianto ex-novo ("green field") che prevede l'installazione di n.18 nuove torri di generazione per una potenza complessiva di 81,36 MW e di un sistema BESS (Battery Energy Storage System) da 35 MW.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito si trova nella provincia di Palermo, a circa 7 km a sud rispetto al comune di Caltavuturo ed a 3 km a est del comune di Valledolmo.

L'impianto eolico in progetto è ubicato in un'area prevalentemente collinare, con pendii scoscesi e quasi completamente privi di alberi, caratterizzato da una morfologia complessa sviluppandosi ad una quota su livello del mare che oscilla tra i 600 m e i 1.100 m.

L'impianto eolico in progetto ricade entro i confini comunali di Sclafani Bagni, Caltavuturo e Valledolmo, in particolare all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Fogli di mappa catastale del Comune di Caltavuturo n°26, 33, 37;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Sclafani Bagni n°23, 24, 25, 26, 27, 28;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Valledolmo n° 6, 16;
- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, codificati 259-II-NE "Caltavuturo" e 259-II-SE "Vallalunga Pratameno";

- Carta tecnica regionale CTR in scala 1:10.000, fogli n° 621030 e 621070.

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la configurazione proposta su ortofoto:



Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

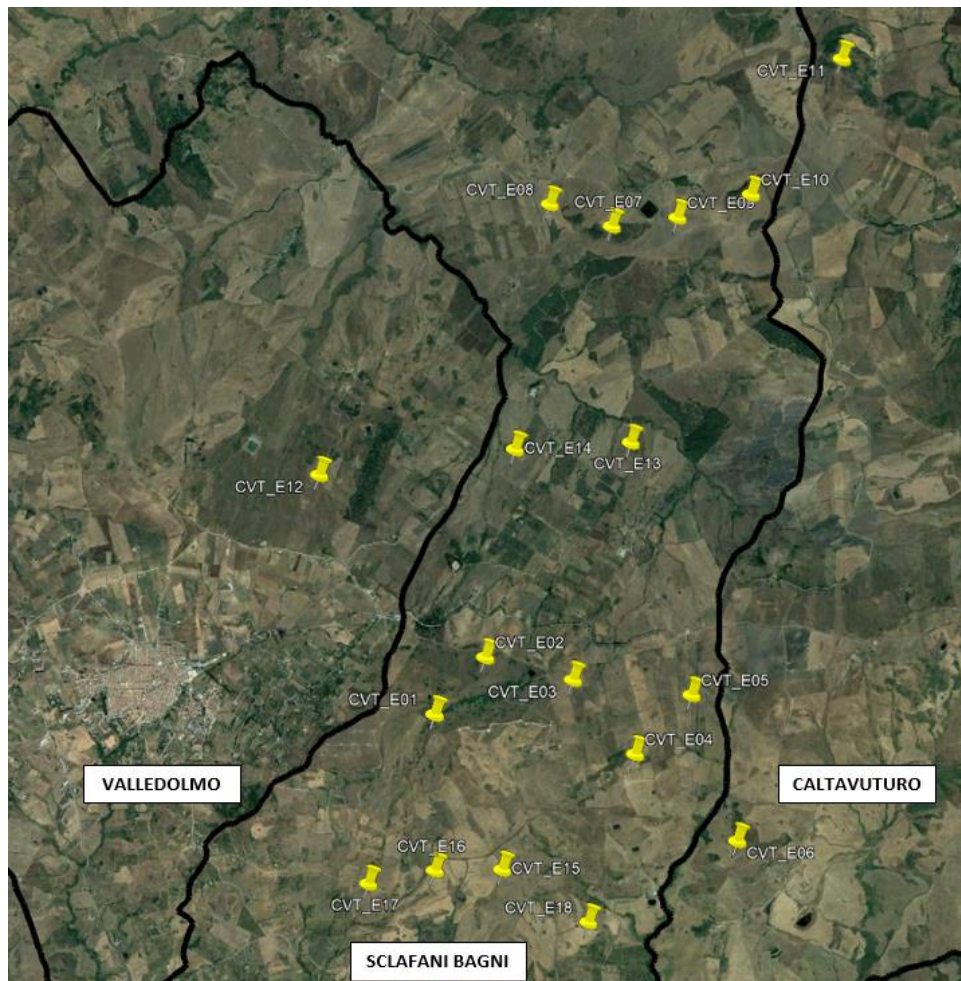


Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto

Di seguito è riportato in formato tabellare un dettaglio sul posizionamento degli aerogeneratori di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33N:

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori

WTG	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
CVT_E01	Sclafani Bagni	398916,44	4178074,21	1.051
CVT_E02	Sclafani Bagni	399300,05	4178481,10	970
CVT_E03	Sclafani Bagni	399954,50	4178287,26	922
CVT_E04	Sclafani Bagni	400409,94	4177704,71	865
CVT_E05	Sclafani Bagni	400855,21	4178131,90	804
CVT_E06	Caltavuturo	401176,05	4177007,23	797
CVT_E07	Sclafani Bagni	400344,72	4181721,69	792
CVT_E08	Sclafani Bagni	399874,16	4181920,93	715
CVT_E09	Sclafani Bagni	400851,88	4181779,93	769
CVT_E10	Sclafani Bagni	401413,89	4181926,86	828
CVT_E11	Caltavuturo	402158,97	4182923,12	868
CVT_E12	Valledolmo	398059,00	4179887,00	816
CVT_E13	Sclafani Bagni	400448,00	4180074,00	687

CVT_E14	Sclafani Bagni	399553,00	4180045,00	716
CVT_E15	Sclafani Bagni	399376,00	4176864,00	889
CVT_E16	Sclafani Bagni	398861,00	4176861,00	847
CVT_E17	Sclafani Bagni	398341,00	4176758,00	781
CVT_E18	Sclafani Bagni	400018,00	4176396,00	709

3. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nella stesura della presente relazione tecnica, sono state seguite le prescrizioni indicate e applicabili al caso specifico dalle seguenti norme:

- ✓ Guida CEI 0-2 II Ed. 2002, "Guida per la definizione della documentazione di progetto per gli Impianti Elettrici".
- ✓ Norma CEI EN 61936-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- ✓ Parte 1: Prescrizioni comuni".
- ✓ Norma CEI EN 50522, "Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a".
- ✓ Norma CEI 11-17, "Linee in cavo".
- ✓ Norma IEC 62271-200, "A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV".
- ✓ Norma CEI 64-8, "Impianti elettrici utilizzatori".
- ✓ Norma CEI EN 60076, "Trasformatori di potenza".
- ✓ 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".
- ✓ Codice di rete Terna

4. **IMPIANTO EOLICO**

Il progetto dell'impianto eolico consiste nell'installazione di n. 18 torri di generazione eolica di nuova costruzione ciascuna equipaggiata con generatore asincrono con rotore a gabbia in bassa tensione 800 V da 4,52 MW, collegato in serie ad un convertitore di frequenza per il controllo della conversione da frequenza variabile del generatore a frequenza fissa della rete, con i desiderati livelli di potenza attiva e reattiva, servizi ausiliari, trasformatore elevatore MT/BT a 30 kV e quadro di media tensione (36 kV isolamento) per la connessione esterna. Tutte le suddette apparecchiature sono installate sulla navicella in quota sulla torre di generazione.

Trasformatore elevatore singolo generatore eolico

Tensione primaria	33 kV $\pm 2 \times 2,5\%$ a vuoto
Potenza nominale	4,7 MVA
Gruppo vettoriale	Dyn5
Tensione secondaria	0,800 kV
Tensione di corto circuito	9%
Sistema di raffreddamento	AN/AF (resina)
Perdite cc	34,3 kW (valore ipotizzato)

Generatore eolico

Tipologia	asincrono
Potenza	4,52 MW
Tensione	800 V
Fattore di potenza	0,9
Contributo alla c.c.	4 In

La massima potenzialità del parco eolico sarà di 81,36 MW.

Il parco eolico sarà suddiviso in n. 7 sottocampi composti da aerogeneratori collegati in entrata con linee in cavo e connessi al quadro di media tensione installato all'interno del fabbricato della sottostazione di trasformazione.

Pertanto, saranno previsti i seguenti elettrodotti:

- Elettrodotto 1 (SC1): aerogeneratori CVT_E03-CVT_E01-CVT_E02-CVT_E12
- Elettrodotto 2 (SC2): aerogeneratori CVT_E09-CVT_E07-CVT_E08

- Elettrodotto 3 (SC3): aerogeneratori CVT_E11-CVT_E10
- Elettrodotto 4 (SC4): aerogeneratori CVT_E13-CVT_E14
- Elettrodotto 5 (SC5): aerogeneratori CVT_E06
- Elettrodotto 6 (SC6): aerogeneratori CVT_E18-CVT_E15-CVT_E16-CVT_E17
- Elettrodotto 7 (SC7): aerogeneratori CVT_E05-CVT_E04

5. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DI MEDIA TENSIONE

5.1. LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO

Saranno impiegati cavi unipolari con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene di tipo XLPE, ridotto spessore di isolamento, schermo in nastro di alluminio e rivestimento esterno in poliolefine tipo DMZ1, aventi sigla ARE4H5E tensione di isolamento 18/30 kV. Le caratteristiche del cavo sono le seguenti:

Sezione	1x300 mm ²	1x630 mm ²
Resistenza a 90°C:	0,129 Ω/km	0,060 Ω/km
Reattanza:	0,103 Ω/km	0,092 Ω/km
Capacità:	0,311 μF/km	0,423 μF/Km
Portata nominale Iz	480 A	606 A
Costante cavo	K = 92	K=92
Energia specifica passante	761,76x10 ⁶ A ² s	3004,136x10 ⁶ A ² s

Le condizioni di posa utilizzate sono le seguenti:

Modalità di posa	interrato a trifoglio distanza da terne vicine 25 cm
Temperatura del terreno	25 °C
Profondità di posa pari	1,2 m,
Resistività del terreno	1,5 m °K/W,

In relazione alle suddette condizioni di posa, sono stati assunti i seguenti coefficienti di derating della portata:

Coefficiente di correzione per la temperatura del terreno	K1=0,96
Coefficiente di correzione per la profondità di posa	K2=0,96
Coefficiente di correzione per resistività del terreno	K3=0,85
Coefficiente di correzione per la vicinanza di altri circuiti	K4=0,75

Pertanto, la portata effettiva dei cavi risulta essere:

cavo 1x300mm ²	I _{zeff} = I _z *K1*K2*K3*K4 = 282,01 A
cavo 1x630mm ²	I _{zeff} = I _z *K1*K2*K3*K4 = 356,04 A

Corrente di impiego massima Ib	87,87 A con cosφ≥0,9 - 4,52 MW
	175,74 A con cosφ≥0,9 - 9,04 MW
	263,61 A con cosφ≥0,9 - 13,56 MW
	351,47 A con cosφ≥0,9 - 18,080 MW

Verifica della portata Ib < I_{zeff}

Sui tratti di collegamento tra gli aerogeneratori saranno utilizzati cavi da 300 mm² mentre sui tratti finali dagli aerogeneratori verso la sottostazione (vedi paragrafo successivo) sarà utilizzato il cavo da 630 mm² (al fine di contenere la caduta di tensione complessiva), ad eccezione del SC5 in cui risulta sufficiente un cavo da 300 mm², essendo il sottocampo composto dalla sola CVT_E06.

La corrente di impiego è sempre inferiore alla portata dei cavi utilizzati.

Tempo di intervento protezioni 0,35 s soglia di corto circuito ritardato (51)

Massima c.c. sopportabile $I = KS/\sqrt{t} = 46,65$ kA cavo 1x300 m²

Massima c.c. sopportabile $I = KS/\sqrt{t} = 97,97$ kA cavo 1x630 m²

5.2. LINEE IN CAVO MT DI COLLEGATO AI TRASFORMATORI ELEVATORI

Saranno impiegati cavi con conduttore in rame, isolamento HEPR di qualità G7, schermo in di rame e rivestimento esterno in PVC qualità Rz, aventi sigla RG7H1R tensione di isolamento 18/30 kV.

Le caratteristiche del cavo sono le seguenti:

Tipo di cavo:	unipolare – 18/30 kV
Isolamento:	HEPR di qualità G7
Sezione:	1x630 mm ²
Resistenza:	0,0429 Ω/km
Reattanza:	0,099 Ω/km
Capacità:	0,36 Ω/km

Portata nominale Iz	860 A
Costante cavo	K = 143
Energia specifica passante	8116,21x10 ⁶ A2s

Condizioni di posa	in cunicolo in passerella
Temperatura del terreno	20 °C
Profondità di posa pari	1,2 m,
Resistività del terreno	1 m °K/W,

Coefficiente di correzione per la temperatura del terreno	K1=1
Coefficiente di correzione per la profondità di posa	K2=0,96
Coefficiente di correzione per resistività del terreno	K3=1
Coefficiente di correzione per la vicinanza di altri circuiti	K4= 0,85

Portata effettiva del cavo Izeff $Iz * K1 * K2 * K3 * K4 = 701,76$ A

Corrente di impiego Ib 3150 A (corrente nominale quadro mt)

Saranno utilizzati 5 cavi in parallelo per fase

Verifica della portata $Ib < Izeff \rightarrow 3150 \text{ A} < 5 * 701,76 = 3508,80 \text{ A}$

Tempo di intervento protezioni 0,5 s soglia di corto circuito ritardato (51)

Massima c.c. sopportabile $I = KS/\sqrt{t} = 127,41$ kA

5.3. LINEE IN CAVO MT DI COLLEGATO DEL BESS

Saranno impiegati cavi con conduttore in rame, isolamento HEPR di qualità G7, schermo in di rame e rivestimento esterno in PVC qualità Rz, aventi sigla RG7H1R tensione di isolamento 18/30 kV.

Le caratteristiche del cavo sono le seguenti:

Tipo di cavo:	unipolare – 18/30 kV
Isolamento:	HEPR di qualità G7
Sezione:	1x240 mm ²
Resistenza:	0,0985 Ω/km
Reattanza:	0,11 Ω/km
Capacità:	0,24 Ω/km

Portata nominale Iz	525 A
Costante cavo	K = 143
Energia specifica passante	1177,86x10 ⁶ A2s

Condizioni di posa	in tubi interrati
Temperatura del terreno	20 °C

Profondità di posa pari 1,2 m,
Resistività del terreno 1 m °K/W,

Coefficiente di correzione per la temperatura del terreno K1=1
Coefficiente di correzione per la profondità di posa K2=0,96
Coefficiente di correzione per resistività del terreno K3=1
Coefficiente di correzione per la vicinanza di altri circuiti K4= 0,85

Portata effettiva del cavo Izeff $I_z * K1 * K2 * K3 * K4 = 428,40 \text{ A}$

Corrente di impiego Ib 87,6 A (corrente nominale trasformatore
elevatore BESS)
306,5 A (corrente massima erogata dal BESS)

Saranno previste 2 linee di collegamento del BESS alla sottostazione, ognuna dimensionata per 17,5 MW.

Verifica della portata $I_b < I_{zeff} \rightarrow 87,6 \text{ A} < 428,40 \text{ A}$
Linea di alimentazione trasformatore elevatore
bt/mt del BESS
 $I_b < I_{zeff} \rightarrow 306,5 \text{ A} < 428,40 \text{ A}$
Linea di collegamento del BESS alla sottostazione

Tempo di intervento protezioni 0,5 s soglia di corto circuito ritardato (51)
Massima c.c. sopportabile $I = KS/\sqrt{t} = 48,54 \text{ kA}$

6. DIMENSIONAMENTO DEL TRASFORMATORE ELEVATORE

Il trasformatore elevatore della sottostazione elettrica sarà dimensionato per poter evacuare la seguente potenza:

- Impianto eolico Caltavuturo Estensione 81,36 MW
- Sistema di accumulo BESS Caltavuturo Estensione 35 MW

Il trasformatore sarà dimensionato per una potenza complessiva di 116,36 MW. Considerando un margine di riserva del 10% e un fattore di potenza di 0,9, sarà previsto un trasformatore di potenza apparente pari a 145 MVA con sistema di ventilazione ONAN. La potenza nominale con il sistema di ventilazione forzata (ONAF) sarà definita in fase di progetto esecutivo (*).

Il trasformatore sarà dotato di variatore sottocarico sul lato primario per la regolazione di tensione con $\pm 10 \times 1,25\%$ posizioni.

Pertanto, le caratteristiche principali del trasformatore elevatore sono:

Tensione primaria	150 kV
Variatore primario	$\pm 10 \times 1,25\%$
Potenza nominale	145/(*) MVA
Gruppo vettoriale	YNd11
Tensione secondaria	33 kV
Tensione di corto circuito	13%
Sistema di raffreddamento	ONAN-ONAF
Perdite cc	0,325% (valore ipotizzato)

7. DIMENSIONAMENTO DEL QUADRO DI MEDIA TENSIONE DI RACCOLTA

Il quadro di media tensione della sottostazione sarà dimensionato per consentire la connessione delle seguenti linee:

- Sottocampi dall'impianto eolico (7 linee)
- Linea di connessione al sistema di accumulo BESS (2 linee)
- Linea di connessione a futuro shunt reactor da 5 MVA
- Linea di connessione a futuro bank capacitor da 5 MVAR
- Linea di alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari
- Linea di collegamento al trasformatore elevatore

Tenendo conto di:

- massima potenza da evacuare,
- contributo alla presunta corrente di corto circuito da parte della rete in AT, attraverso il trasformatore, e dei generatori eolici,

il quadro sarà dimensionato per i seguenti valori di riferimento:

- Tensione di isolamento 36 kV
- Corrente nominale 3150 A
- Corrente simmetrica di c.c. 31,5 kA
- Corrente di picco 80 kA

Il quadro di media tensione del BESS sarà realizzato con le stesse caratteristiche.

8. VALUTAZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE

Per la valutazione della caduta di tensione sui singoli elettrodotti sono stati considerati i parametri riportati nella seguente tabella:

Elettrodotto 1

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CVT_E12	CVT_E02	2666	1x300	87,87 A	0,1977
CVT_E02	CVT_E01	921	1x300	175,74 A	0,1366
CVT_E01	CVT_E03	1520	1x300	263,31 A	0,3382
CVT_E03	SST	945	1x630	351,47 A	0,1639
					0,65

Elettrodotto 2

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CVT_E08	CVT_E07	835	1x300	87,87 A	0,0619
CVT_E07	CVT_E09	785	1x300	175,74 A	0,1164
CVT_E09	SST	4895	1x630	263,31 A	0,6366
					0,8149

Elettrodotto 3

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CVT_E10	CVT_E11	2220	1x300	87,87 A	0,1646
CVT_E11	SST	7280	1x630	175,74 A	0,6311
					0,7958

Elettrodotto 4

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CVT_E14	CVT_E13	1970	1x300	87,87 A	0,1461
CVT_E13	SST	2140	1x630	175,74 A	0,1855
					0,3316

Elettrodotto 5

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CVT_E06	SST	3175	1x300	87,87 A	0,2355
					0,2355

Elettrodotto 6

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CVT_E17	CVT_E16	1480	1x300	87,87 A	0,1098
CVT_E16	CVT_E15	1250	1x300	175,74 A	0,1854
CVT_E15	CVT_E18	2400	1x300	263,31 A	0,534
CVT_E18	SST	3405	1x630	351,47 A	0,5904
					1,4195

Elettrodotto 7

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Corrente transitante	Cdt%
CVT_E04	CVT_E05	900	1x300	87,87 A	0,0667
CVT_E05	SST	1080	1x630	175,74 A	0,0936
					0,164

Occorre evidenziare che le suddette cadute di tensione sono state calcolate considerando come potenza erogabile, la massima potenza dei generatori (4,52 MW), trascurando

l'assorbimento degli ausiliari e le perdite sul trasformatore elevatore di ciascuna torre.
Le reali cadute di tensione saranno inferiori ai valori indicati.

Per quanto riguarda il BESS essendo la linea di collegamento alla sottostazione di modesta lunghezza, la caduta di tensione è trascurabile.

9. VALUTAZIONE DELLE PERDITE

9.1. PERDITE SULLE LINEE IN CAVO MT INTERNE AL PARCO EOLICO

Per la valutazione delle perdite di trasporto (perdite per effetto Joule) sui singoli elettrodotti sono stati considerati i seguenti parametri:

Lunghezze:

vedere capitolo 8

Resistenza dei cavi:

vedere paragrafo 5.1

Corrente di impiego delle condutture:

corrispondente alla massima potenza erogabile (4,52 MW) con fattore di potenza 0,9, quindi trascurando la potenza assorbita dagli ausiliari di ogni singolo generatore e le perdite sul trasformatore elevatore di ogni singola torre eolica.

Elettrodotto 1

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CVT_E12	CVT_E02	2666	1x300	7,966	
CVT_E02	CVT_E01	921	1x300	11,008	
CVT_E01	CVT_E03	1520	1x300	40,876	
CVT_E03	SST	945	1x630	21,013	
				80,863	0,477

Elettrodotto 2

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CVT_E08	CVT_E07	835	1x300	2,495	
CVT_E07	CVT_E09	785	1x300	9,382	
CVT_E09	SST	4895	1x630	61,226	
				73,103	0,539

Elettrodotto 3

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CVT_E10	CVT_E11	2220	1x300	6,633	
CVT_E11	SST	7280	1x630	40,470	
				47,103	0,521

Elettrodotto 4

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CVT_E14	CVT_E13	1970	1x300	5,886	
CVT_E13	SST	2140	1x630	11,896	
				17,783	0,197

Elettrodotto 5

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CVT_E06	SST	3175	1x300	9,487	
				9,487	0,21

Elettrodotto 6

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CVT_E17	CVT_E16	1480	1x300	4,422	
CVT_E16	CVT_E15	1250	1x300	14,940	
CVT_E15	CVT_E18	2400	1x300	64,654	
CVT_E18	SST	3405	1x630	75,714	
				159,617	0,883

Elettrodotto 7

DA	A	Lunghezza [m]	Sezione [mm ²]	Perdite in linea [kW]	Perdite %
CVT_E04	CVT_E05	900	1x300	2,689	
CVT_E05	SST	1080	1x630	6,004	
				8,8930	0,096

9.2. PERDITE SULLE LINEE IN CAVO MT DI COLLEGAMENTO AL BESS

Per quanto riguarda il BESS essendo la linea di collegamento alla sottostazione di modesta lunghezza, le perdite sono trascurabili.

9.3. PERDITE SUL TRASFORMATORE ELEVATORE

Per la valutazione delle perdite di trasporto sul trasformatore elevatore sono stati considerati i seguenti parametri:

Dati del trasformatore elevatore

vedere capitolo 5

Potenza transitante

Massima potenza erogabile dall'impianto dedotta delle perdite di trasmissione.

Perdite per effetto Joule:

TR1

372 kW

10. LOAD FLOW

I flussi di potenza dell'impianto eolico sono riportati nell'allegato 1.

Essi sono stati calcolati considerando la piena potenza dei generatori eolici (4,52 MW $\cos\phi=0,9$) decurtata delle perdite sul trasformatore elevatore di ogni torre (33 kV/800V $vcc\%=9\%$ perdite nel rame 0,73%) e del consumo degli ausiliari (41 kW).

La massima potenza netta immessa in rete da ogni generatore risulta essere pari a 4,440 kW, per un totale di 79,920 MW.

Complessivamente le perdite di trasmissione sono 0,362 MW (sulle linee e sui trasformatori elevatori delle torri).

Pertanto la massima potenza complessiva evacuabile dall'impianto eolico risulta essere di 79,558 MW.

A detta potenza si somma la potenza erogata dal sistema BESS per una potenza totale pari a 114,548 MW

Il variatore sottocarico del trasformatore elevatore è attestato nella posizione +4 per mantenere la tensione sul quadro di media tensione di raccolta a valori prossimi alla tensione nominale 33 kV (100%).

Il trasformatore elevatore della sottostazione in tale condizione è caricato al 82,92% e le sue perdite sono pari a 357 kW.

La massima potenza immessa in rete dall'impianto in oggetto risulta essere di 114,191 MW.

Non si evidenziato criticità sugli elettrodotti di collegamento dei sottocampi.

11. CORTO CIRCUITO DI FASE

Per la valutazione del corto circuito di fase sono stati considerati i seguenti parametri di rete:

Rete alta tensione

Tensione nominale	150 kV
Tensione minima	-10%
Tensione massima	+10%
Massima corrente trifase	28 kA (valore ipotizzato)
Rapporto R/X	0,1
Minima corrente trifase	12 kA (valore ipotizzato)
Massima corrente monofase	21 kA
Tempo di eliminazione del guasto	0,5 s

I risultati dei calcoli di corto circuito sono riportati nell'allegato 2, ipotizzando come punto di guasto le sbarre di alta tensione e i quadri di raccolta dei sottocampi.

La corrente di corto circuito trifase sul quadro di raccolta a 33 kV (25,982 kA) è inferiore al valore di dimensionamento del quadro stesso (25 kA).

Le correnti di corto circuito sui cavi di media tensione sono inferiori alla massima corrente ammissibile da parte dei cavi stessi in funzione del tempo di intervento delle protezioni.

Il contributo dei generatori asincroni alla corrente di corto circuito lato 150 kV risulta essere pari a 1,203 kA.

12. GUASTI A TERRA

La sezione di alta tensione sottostazione è esercita con il neutro connesso direttamente a terra come da prescrizioni del codice di rete di Terna.

La sezione di media tensione dell'impianto eolico è esercita con il neutro isolato.

Il contributo alla corrente di guasto monofase è determinato dalle capacità verso terra dei cavi di media tensione.

Utilizzando la formula approssimata delle norme CEI, la corrente di guasto monofase a terra è calcolabile con la seguente formula $I_g=0,2*L*V$ [A]

dove

L = lunghezza delle linee della rete elettrica in km

V = tensione di esercizio in kV

Pertanto, la corrente di guasto a terra risulta essere pari a 6,6 A/km.

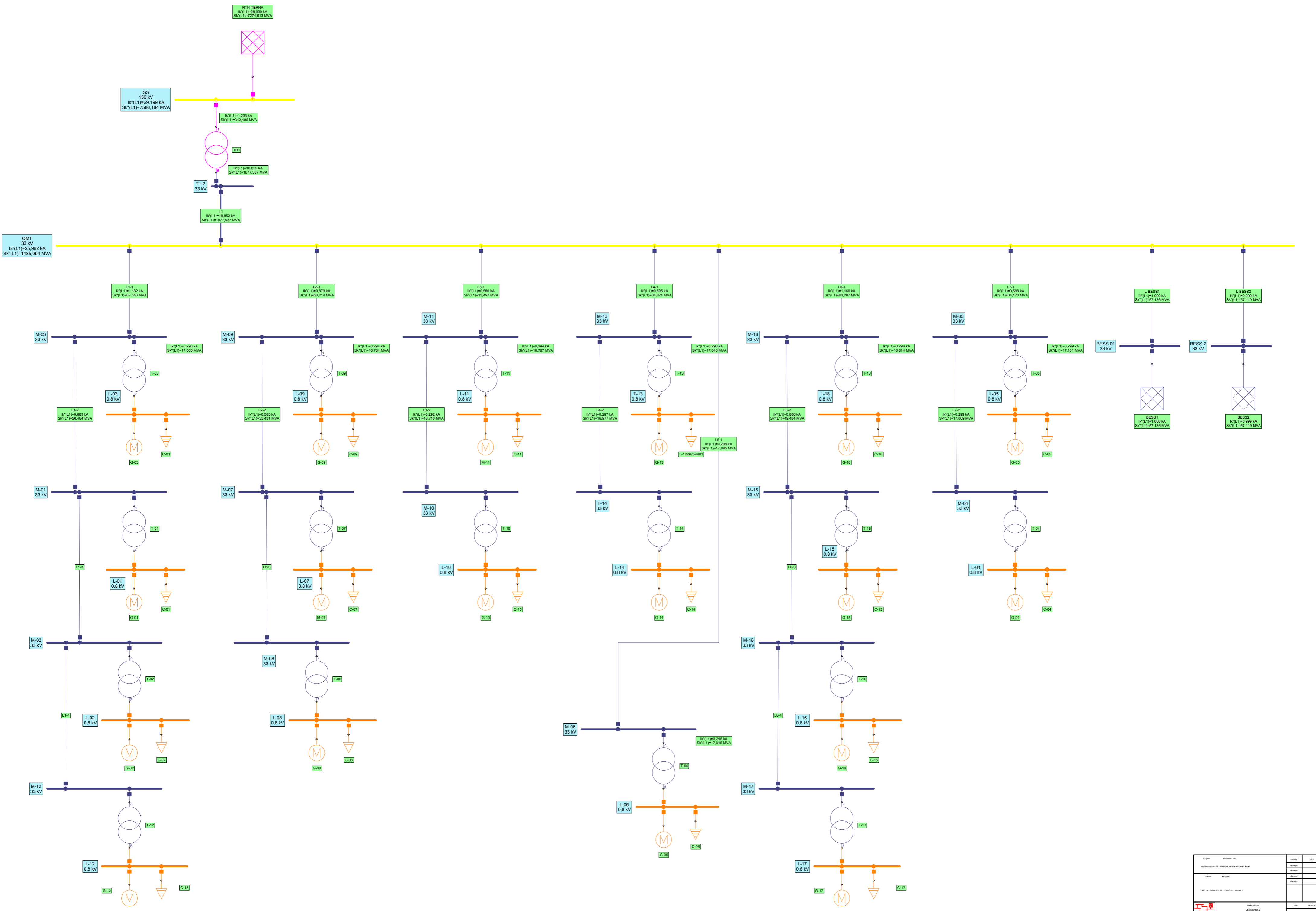
Complessivamente sull'impianto si ha uno sviluppo di cavi di media tensione pari a 39,867 km e pertanto la corrente di guasto a terra massima potrebbe essere pari a 263 A.

Tale corrente sarà opportunamente rilevata con protezioni direzionali di guasto a terra (67N).

13. ALLEGATI

ALLEGATO 1 – CALCOLI DI LOAD FLOW

ALLEGATO 2 – CALCOLI DI CORTO CIRCUITO



Project	Coltura del	Drawn	DD	12.21
Project	Impianto fotovoltaico ESTENSIONE - EOP	Checked		
Project	Impianto	Design		
Project		Manager		
GRIGLIA LUBRI PLUM E COPPIE COMPLETE				
		Date	16.06.2021	
NEPLAN AG Oberackerstr. 2 CH-8002 Schwyz (Schweiz) www.neplan.ch				