

Committente:



PLT engineering s.r.l.
via Dismano 1280
47522 Cesena (FC)
P.IVA/C.F. 05857900723

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "TARSIA OVEST"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

ID PROGETTO:	PET
DISCIPLINA:	E
CAPITOLO:	-

N° Documento:

PET-E-01

Elaborato:

Relazione Tecnica Descrittiva opere elettriche

SCALA:

NA

FORMATO:

A4

Nome file:

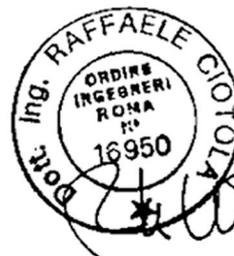
PET-E-01_Relazione Tecnica Descrittiva opere elettriche

Progettazione:



Ing. Saverio Pagliuso

Ing. Raffaele Ciotola



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	18/06/2020	PRIMA EMISSIONE	GEMSA	GEMSA	PLT

Regione Calabria
Provincia di Cosenza
Comune di Tarsia

PARCO EOLICO
"TARSIA OVEST"
Potenza 29.995 kW

RELAZIONE TECNICA
PROGETTO ELETTRICO

RETE DI MEDIA TENSIONE
STAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT
COLLEGAMENTO IN ANTENNA
STALLO DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE

Giugno 2020

INDICE

1	OGGETTO	4
2	SCOPO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	7
5	RETE DI MEDIA TENSIONE A 20 kV	7
	5.1 Caratteristiche dei cavi	7
	5.2 Profondità di posa e disposizione dei cavi	8
	5.3 Rete di terra	9
	5.4 Cadute di tensione e perdite di potenza	9
6	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 20/150 kV (SET)	10
	6.1 Sistema a 150 kV	10
	6.1.1 Caratteristiche apparati	10
	6.1.2 Interruttori Automatici	12
	6.1.3 Sezionatori rotativi orizzontali	13
	6.1.4 Trasformatori di corrente TA	14
	6.1.5 Trasformatori di tensione capacitivi TVC	15
	6.1.6 Trasformatori di tensione induttivi TVI	16
	6.1.7 Scaricatori di sovratensione	17
	6.1.8 Trasformatore di potenza	18
	6.2 Sezione 20 kV	19
	6.2.1 Tensioni di esercizio (distanze minime)	20
	6.2.2 Carpenterie metalliche	20
	6.2.3 Struttura metallica per apparecchiature a 150 kV	20
	6.2.4 Strutture metalliche a 20 kV	21
	6.2.5 Sbarre	21
	6.2.6 Sbarra da 20 kV	21
	6.2.7 Celle a media tensione (20 kV)	23
	6.2.8 Tipo di celle	23
	6.2.9 Caratteristiche dell'apparecchiatura	24
	6.2.9.1 Interruttori	24
	6.2.9.2 Trasformatori di corrente	24
	6.2.9.3 Trasformatori di tensione delle sbarre	25
	6.2.9.4 Sezionatori tripolari	25

6.2.10	Servizi ausiliari	25
6.2.11	Servizi ausiliari in c.a.	25
6.2.11.1	Trasformatori di servizi ausiliari	25
6.2.12	Servizi ausiliari in c.c.	26
6.3	Misura energia	27
6.3.1	Misure di energia (fatturazione)	27
6.4	Opere civili	27
6.4.1	Piattaforma	27
6.4.2	Fondazioni	28
6.4.3	Basamento e deposito di olio del trasformatore MT/AT	28
6.4.4	Drenaggio di acqua pluviale	28
6.4.5	Canalizzazioni elettriche	28
6.5	Edificio di Controllo SET	28
6.6	Messa a terra	29
6.7	Carichi elettrici	30
6.7.1	Massima corrente di impiego	30
6.7.2	Correnti nominali lato 150 e 20 kV	31
7	CAVIDOTTO A 150 kV	31
8	STALLO DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE (IMPIANTO DI RETE)	32

1 OGGETTO

La società PLT ENGINEERING S.R.L. intende realizzare, nell'ambito del territorio del comune di Tarsia (CS), un Parco Eolico della potenza nominale di 29.995 kW finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, denominato "TARSIA OVEST".

2 SCOPO

Scopo del presente documento è la descrizione ed il calcolo degli impianti elettrici che convogliano l'energia prodotta dal Parco Eolico nella rete di AT di proprietà della società TERNA - Rete Elettrica Nazionale SpA.

La connessione alla rete AT avverrà per mezzo di un collegamento in antenna a 150 kV alla Cabina Primaria denominata "Tarsia" di proprietà della società E-Distribuzione.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- R.D. 11 Dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di Legge sulle Acque e sugli Impianti Elettrici",
- Legge 22/02/01 n° 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", (G.U. n° 55 del 7 marzo 2001);
- DPCM 08/07/03, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", (GU n° 200 del 29/08/03);
- DPCM 08/06/01 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità".
- Legge 24/07/90 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi".
- D.Lgs 22/01/04 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio".
- DPCM 12/12/05 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell'art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali".
- DM 21/03/88 "Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche ed integrazioni.

- Circolare Ministero Ambiente e Tutela del Territorio DSA/2004/25291 del 14/11/04 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto;
- DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- Legge 28/03/86 n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne",
- D.M.LL.PP 21/03/88 n° 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne",
- D.M.LL.PP 16/01/91 n° 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne",
- D.M.LL.PP. 05/08/98 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche esterne",
- Artt. 95 e 97 del D.Lgs n° 259 del 01/08/03,
- Circola Ministeriale n. DCST/3/2/7900/42285/2940 del 18/02/82 "Protezione delle linee di telecomunicazione per perturbazioni esterne di natura elettrica - Aggiornamento delle Circolare del Mini. P.T. LCI/43505/3200 del 08/01/68,
- Circolare "Prescrizione per gli impianti di telecomunicazione allacciati alla rete pubblica, installati nelle cabine, stazioni e centrali elettriche AT", trasmessa con nota Ministeriale n. LCI/U2/2/71571/SI del 13/03/73,
- D.lgs 16/03/99, n. 79 Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica,
- D.lgs 387/03 Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità,
- DM 5 luglio 2012 Decreto FER,
- DPR 151/11 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122
- CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici,

- CEI 99-2 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni - I Ed. 2011
- CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. - I Ed. 2011
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne,
- CEI 99-27 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica: Linee in cavo,
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata,
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI EN 50110-1-2 esercizio degli impianti elettrici,
- CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
- CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
- CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua,
- CEI 11-32 Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria,
- CEI 103-6 fascicolo 4091 Edizione agosto 1997, Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto,
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", 2a Ed.;
- Codice di Rete TERNA.

4 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Gli impianti elettrici sono costituiti da:

- *Parco Eolico*: costituito da n°7 aerogeneratori, della potenza unitaria di 4,28 MW, che convertono l'energia cinetica del vento in energia elettrica per mezzo di un generatore elettrico. Un trasformatore elevatore 0,690/20 kV porta la tensione al valore di trasmissione interno dell'impianto;
- *Rete di media tensione a 20 kV*: convogliano la produzione elettrica dei aerogeneratori alla Stazione di Trasformazione 20/150 kV;
- *Stazione di trasformazione 20/150 kV (SET)*: trasforma l'energia al livello di tensione della rete AT. In questa stazione vengono posizionati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta;
- *Collegamento in antenna*: cavo di collegamento a 150 kV tra la Stazione di trasformazione e la Cabina Primaria denominata "Tarsia" di proprietà E-Distribuzione;
- *Stallo di consegna E-Distribuzione a 150 kV (impianto di rete per la connessione)*: è il nuovo stallo di consegna a 150 kV che verrà realizzato nella Cabina Primaria denominata "Tarsia" di proprietà E-Distribuzione.

5 RETE DI MEDIA TENSIONE A 20 kV

La rete di media tensione a 20 kV sarà composta da n° 2 circuiti con posa completamente interrata.

Il tracciato planimetrico della rete è mostrato nelle tavole allegate, dove vengono anche riportati lo schema unifilare (con indicazione della lunghezza e della sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo) e le sezioni tipiche descrittive delle modalità e caratteristiche di posa interrata.

5.1 Caratteristiche dei cavi

La rete a 20 kV sarà realizzata per mezzo di cavi unipolari del tipo ARP1H5E (o equivalente) con conduttore in alluminio. Le caratteristiche elettriche di portata e resistenza dei cavi in alluminio sono riportate nella seguente tabella (portata valutata per posa interrata a 1,2 m

di profondità, temperatura del terreno di 20° C e resistività termica del terreno di 1 K m /W):

Sezione [mm ²]	Portata [A]	Resistenza [Ohm/km]
95	257	0,403
500	643	0,084

Caratteristiche elettriche cavo MT

5.2 Profondità di posa e disposizione dei cavi

I cavi verranno posati con una protezione meccanica (lastra o tegolo) ed un nastro segnalatore. Su terreni pubblici e su strade pubbliche la profondità di posa dovrà essere comunque non inferiore a 1,2 m previa autorizzazione della Provincia. I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata. Mantenendo valide le ipotesi di temperatura e resistività del terreno, i valori di portata indicati nel precedente paragrafo vanno moltiplicati per dei coefficienti di correzione che tengono conto della profondità di posa di progetto, del numero di cavi presenti in ciascuna trincea e della ciclicità di utilizzo dei cavi.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi. Per i condotti e i cunicoli, essendo manufatti edili resistenti, non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare. Lo stesso dicasi per i tubi 450 o 750, mentre i tubi 250 devono essere posati almeno a 0,6 m con una protezione meccanica.

In questi casi si applicheranno i seguenti coefficienti:

- lunghezza ≤ 15 m: nessun coefficiente riduttivo,
- lunghezza ≥ 15 m: 0,8 m,
- Si installerà una terna per tubo che dovrà avere un diametro doppio di quello apparente della terna di cavi.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

5.3 Rete di terra

La rete di terra sarà costituita dai seguenti elementi:

- anello posato attorno a ciascun aerogeneratore (raggio $R=15$ m),
- la corda di collegamento tra ciascun anello e la stazione elettrica (posata nella stessa trincea dei cavi di potenza),
- maglia di terra della stazione di trasformazione,
- maglia di terra della stazione di connessione alla rete AT.

La rete sarà formata da un conduttore nudo in rame da 50 mm^2 e si assumerà un valore di resistività ρ del terreno pari a $150 \Omega\text{m}$.

5.4 Cadute di tensione e perdite di potenza

Le ipotesi di progetto portano come caduta di tensione massima ammissibile il 10% della tensione nominale mentre le perdite di potenza devono essere inferiori al 4%.

Sulla base dei calcoli svolti e di seguito riportati, sono stati ottenuti i seguenti risultati:

- Cadute di tensione massima nel circuito 2: 4,0 %
- Perdite totali rete MT: 2,24% (673 kW)

CADUTE DI TENSIONE E PERDITE DI POTENZA

CIRCUITO 1								
TRATTO	P [kW]	Lungh. (m)	Ib [A]	COEF. RID.	CAVO (mm ²)	Iz (A)	e total (%)	Perdite (kW)
T1 - T3	4285	1860	130	0,85	150	328	3,9	25
T2 - T3	4285	784	130	0,85	150	328	3,5	10
T3 - SET	12855	7176	391	0,70	500	643	3,3	276
								301

CIRCUITO 2								
TRATTO	P [kW]	Lungh. (m)	Ib [A]	COEF. RID.	CAVO (mm ²)	Iz (A)	e total (%)	Perdite (kW)
T4 - T6	4285	2389	130	0,70	150	328	4,0	32
T7 - T6	4285	1427	130	0,85	150	328	3,7	19
T6 - T5	12855	741	391	0,70	500	643	3,2	29
T5 - SET	17140	5904	521	0,85	630	735	2,9	293
								372

6 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 20/150 kV (SET)

La SET è necessaria ad elevare la tensione da 20 kV a 150 kV al fine di poter immettere l'energia prodotta nella rete di TERNA.

La SET sarà costituita da un sistema a 150 kV e un sistema a 20 kV avente n°2 montanti di collegamento al Parco Eolico.

6.1 Sistema a 150 kV

Il sistema AT a 150 kV è costituito dalle seguenti sezioni:

N°1 STALLO TRASFORMATORE

- N° 1 trasformatore 20/150 kV di potenza 25/33 MVA (ONAN/ONAF) con variatore di rapporto sotto carico, TRAFO;
- N° 3 scaricatori di sovratensione, SC;
- N° 3 trasformatori di tensione capacitivi per protezione, TVC;
- N° 3 trasformatori di tensione induttivi per fatturazione, TVI;
- N° 3 trasformatori di corrente per fatturazione, TA;
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF₆ con comando tripolare, INT;
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare), SEZ;
- N° 3 scaricatori di sovratensione, SC;
- N° 3 terminali cavo AT, TC.

6.1.1 Caratteristiche apparati

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- Tensione nominale: 150 kV
- Tensione massima: 170 kV
- Livello di isolamento:
 - Tensione a frequenza industriale (1 minuto 50 Hz) (valore efficace) .. 315 kV
 - Tensione a impulso atmosferico (onda 1,2 / 50 µs) (cresta) 750 kV
- Corrente nominale montante di linea800 A
- Corrente nominale montante trasformatore:270 A
- Massima corrente di cortocircuito 31,5 kA

- Tempo di estinzione dei guasti: 0,5 s
- Altezza dell'installazione..... <1000 m

La norma CEI 99-2 definisce le distanze minime che bisogna rispettare dai punti in tensione. Si adotteranno distanze sempre superiori a quelle specificate nella suddetta norma, in particolare:

- Distanza fase-terra: 3,3 m
- Distanza fase-fase: 2,2 m
- Distanza fase-suolo: 4,5 m

La corrente massima di esercizio in AT è di 122 A, corrispondente al regime di piena potenza del Parco Eolico, inferiore alle correnti nominali degli apparati e dei conduttori utilizzati.

La corrente di cortocircuito che l'impianto (apparati e cavi) può sopportare per 0,5 s è di 31,5 kA. Tale valore di corrente è notevolmente superiore alla reale corrente di cortocircuito al punto di connessione del parco sulla linea a 150 kV.

6.1.2 Interruttori Automatici

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m ³) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	2000	1250
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	40-31.5	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	100-80	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	5
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

6.1.3 Sezionatori rotativi orizzontali

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	40-31.5
- valore di cresta (kA)	100-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	250
- verticale (N)	1000
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV, A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

6.1.4 Trasformatori di corrente TA

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5-40
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*) Valori superiori potranno essere adottati

(**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni e al numero di nuclei devono intendersi come raccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

6.1.5 Trasformatori di tensione capacitivi TVC

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000}{\sqrt{3}}$ $\frac{100}{\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura: - C _{pa} (pF) - G _{pa} (μS)	≤(300+0,05 C _n) ≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti: - orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N) - verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	2000 5000

(*) Valori superiori potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero di nuclei devo intendersi come raccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

6.1.6 Trasformatori di tensione induttivi TVI

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/ $\sqrt{3}$
Tensione nominale secondaria (V)	100/ $\sqrt{3}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m^3)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(*) Valori superiori potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero di nuclei devono intendersi come raccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

6.1.7 Scaricatori di sovratensione

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	108
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	3
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	40

(*) Valori superiori potranno essere adottati

6.1.8 Trasformatore di potenza

Per la trasformazione 20/150 kV si prevede un trasformatore di potenza trifase, isolato in olio, installato all'aperto.

1. Caratteristiche costruttive

• Tipo di servizio.....	continuo
• Raffreddamento	ONAN/ONAF
• Potenza nominale.....	25/33 MVA
• Tensioni a vuoto	
– Primario.....	150± 10x1,2%
– Secondario.....	20 kV
• Frequenza.....	50 Hz
• Connessione.....	Stella/triangolo
• Gruppo di connessione	YNd11
• Tensione di cortocircuito	12%

2. Isolamento

• Tensione a impulso atmosferico (1,2/50µs):	
Primario.....	650 kV
Neutro del primario.....	250 kV
Secondario.....	145 kV
• Tensione a frequenza industriale:	
Primario.....	275 kV
Neutro del primario.....	95 kV
Secondario.....	70 kV

6.2 Sezione 20 kV

Il sistema è costituito da elementi necessari a connettere la rete di media tensione del Parco Eolico ai secondari dei trasformatori di potenza e ad alimentare i Servizi Ausiliari (ss.aa).

Esterno Edificio tecnico:

- Tre scaricatori di sovratensione,
- Tre sezionatori unipolari destinati ad isolare la reattanza di messa a terra,
- Una reattanza di messa a terra del secondario del trasformatore di potenza

Interno Edificio tecnico:

- N°1 cella con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione del trasformatore,
- N°2 celle con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione della rete a 20 kV del Parco Eolico.
- N°1 celle con interruttore automatico e sezionatore con funzioni di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari;
- N°1 cella misure.

All'interno dell'edificio tecnico saranno installati inoltre gli apparati di misura, comando, controllo e protezione necessari per la corretta funzionalità dell'impianto.

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- Tensione nominale: 20 kV
- Tensione massima: 24 kV
- Livello di isolamento
 - Tensione a impulso atmosferico 145 kV
 - Tensione a frequenza industriale 50 kV
- Corrente nominale di cortocircuito¹: 31,5 kA
- Tempo di estinzione del guasto: 0,5 s

¹ Corrispondente al potere di interruzione degli interruttori installati nella cella a 20 kV.

6.2.1 Tensioni di esercizio (distanze minime)

	CEI 99-2	Fissata in questo progetto
Distanza minima fase-terra in aria	0,27 m	0,5 m
Distanza minima fase-fase in aria	0,27 m	0,5 m

Tab. 4: Verifica distanze minime ($V_n = 20 \text{ kV}$, $V_{1,2/50 \mu s} = 145 \text{ kV}$)

Nel sistema a 20 kV all'interno della sottostazione si utilizzano cavi isolati e segregati in apposite celle prefabbricate, collaudate e certificate dal Costruttore secondo procedure a norma di legge per il livello di isolamento indicato.

6.2.2 Carpenterie metalliche

Tutti gli apparati dell'impianto elettrico esterno saranno installati su idonei supporti metallici. L'altezza dei supporti sarà superiore a 2,25 m per evitare di posizionare barriere di protezione da elementi in tensione. La base della struttura dei supporti sarà realizzata in acciaio ed in grado di sopportare gli sforzi nelle condizioni peggiori. Le fondazioni necessarie per l'ancoraggio delle strutture sono dimensionate per assicurare la stabilità ed evitare ribaltamenti.

La struttura metallica necessaria a supportare gli apparati consta di:

6.2.3 Struttura metallica per apparecchiature a 150 kV

- Sei supporti per trasformatori di tensione,
- Un supporto per sezionatore di consegna,
- Tre supporti per trasformatori di corrente
- Tre supporti per interruttori
- Tre supporti per scaricatori di sovratensione

Le strutture potranno sopportare il tiro totale previsto dei conduttori.

6.2.4 Strutture metalliche a 20 kV

Per ogni trasformatore di potenza:

- Un supporto per il lato sbarra esterna 20 kV in uscita del trasformatore
- Un supporto per l'altro lato della sbarra esterna a 20 kV, scaricatori, reattanza di messa a terra ed il suo sezionatore di isolamento.

6.2.5 Sbarre

Le sbarre (di due tipi: sbarre principali e interconnessioni tra gli apparati) saranno scelte in modo tale da sopportare gli sforzi elettrodinamici e termici delle correnti di cortocircuito previste, senza la produzione di deformazioni permanenti.

6.2.6 Sbarra da 20 kV

Sbarre esterne

Comprende dai morsetti dell'avvolgimento secondario del trasformatore di potenza, alla connessione con i cavi isolati che vanno alla cella a 20 kV; la sbarra sarà costituita da:

- Materiale: Tubo di rame 80/70 mm.
- Sezione equivalente del conduttore: 1180 mm²
- Portata nominale conduttore: 2095 A

Isolatore supporto sbarre

La sbarra da 20 kV da esterno è sostenuta da isolatori di appoggio con le seguenti caratteristiche:

- Tensione massima 24 kV
- Tensione a impulso atmosferico 145 kV
- Tensione a frequenza industriale (sotto la pioggia) 50 kV
- Linea di fuga 850 mm
- Carica di rottura a flessione 4000 N
- Carica di rottura a torsione 1200 Nm

Sezionatore

Si installerà un sezionatore per la connessione / disconnessione della reattanza di messa a terra, con le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale24 kV
- Tensione a impulso atmosferico:
 - A terra ed interpolare (cresta)145 kV
 - Sulla distanza di sezionamento (cresta).....195 kV
- Tensione a frequenza industriale:
 - A terra ed interpolare (cresta).....50 kV
 - Sulla distanza di sezionamento (cresta).....60 kV
- Corrente massima400 A
- Corrente massima di breve durata (1s) (cresta).....16 kA

Il sezionatore è formato da tre sezionatori unipolari e sarà del tipo a due colonne per fase, con apertura verticale e azionamento manuale, senza lama di messa a terra.

Scaricatori di sovratensione

- Tensione di servizio continuo U_c (fase-terra)20 kV
- Tensione massima transitoria (1 s) U_r (fase-terra)27,5 kV
- Tensione massima residua (10 kA, 8/20 μ s)72,1 kV
- Corrente nominale di scarica.....10 kA

Gli scaricatori di sovratensione saranno ad ossido di zinco con isolamento polimerico.

Si installeranno un totale di tre scaricatori di sovratensione a 20 kV per trasformatori.

L'insieme degli scaricatori di sovratensione sarà montato sul supporto della reattanza di messa a terra e sarà equipaggiato con un unico contatore di scarica.

Conduttori interconnessione sbarre esterne - sbarre interne

La connessione tra la sbarra esterna e la cella a 20 kV del trasformatore di potenza, si effettua attraverso:

- Materiale: due terne di cavi di rame
- Tipo di cavo: ARP1H5E (o equivalente)
- Sezione equivalente del singolo conduttore: 630 mm²
- Corrente nominale: 2064 A.

Sbarre interne

Nella sbarra interna delle celle la distanza tra le fasi è di 14,5 cm (sbarre isolate) e permette un passaggio di corrente di 2.000 A.

6.2.7 Celle a media tensione (20 kV)

Da punto di vista della struttura, queste celle saranno del tipo incapsulato metallico, isolamento in SF₆, per installazione all'interno.

Le celle da installare sono le seguenti:

- N°1 cella del trasformatore di potenza (con interruttore automatico);
- N°2 celle di linea;
- N°1 cella TSA (con interruttore automatico);
- N°1 cella misure.

6.2.8 Tipo di celle

Le caratteristiche strutturali di ogni cella sono analoghe, variando unicamente la apparecchiatura installata, compatibilmente alle necessità relative ad ogni servizio.

Le apparecchiature con le quali sarà dotata ogni tipo di cella è la seguente:

Cella trasformatore

- Sbarra da 2000 A
- Derivazione a 2000 A
- 1 sezionatore tripolare
- 1 interruttore automatico
- 3 trasformatori di corrente
- 3 trasformatori di tensione

Cella di linea

- Sbarra da 2000 A
- Derivazione a 1250 A
- 1 sezionatore tripolare
- 1 interruttore automatico
- 3 trasformatori di corrente
- 3 trasformatori di tensione

6.2.9 Caratteristiche dell'apparecchiatura

Le caratteristiche elettriche dell'apparecchiatura descritta per ciascuna cella sono le seguenti:

6.2.9.1 Interruttori

- Tensione massima 24 kV
- Tensione a impulso atmosferico 145 kV
- Tensione a frequenza industriale 50 kV
- Intensità massime:
 - Cella del trasformatore 2.000 A
 - Cella di linea 1.250 A
- Intensità di cortocircuito:
 - Cella del trasformatore 31,5 kA
 - Cella di linea 31,5 kA
- Isolamento in SF6

6.2.9.2 Trasformatori di corrente

- Tensione massima 24 kV
- Rapporti di trasformazione:
 - Cella del trasformatore 1600 / 5-5-5 A
 - Cella di linea (linee L1, L2) 500 / 5-5 A
- Potenza e classi di precisione:
 - Cella del trasformatore:
 - Primo nucleo (misura) 15 VA; 0,5
 - Secondo nucleo (protezioni) 5 VA; 5P20
 - Terzo nucleo (protezioni) 15VA ; 5P20
 - Cella di linea:
 - Primo nucleo (misura) 15 VA; 0,5
 - Secondo nucleo (protezioni) 5 VA; 5P20

6.2.9.3 Trasformatori di tensione delle sbarre

- Tensione massima 24 kV
- Rapporto di trasformazione $20.000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}/100:3$ V
- Potenza e classe di precisione:
 - Primo nucleo (misura) 100 VA; 0,5
 - Secondo nucleo (protezioni) 50 VA; 3P

6.2.9.4 Sezionatori tripolari

I sezionatori delle celle saranno tripolari con tre posizioni (sbarre, disinserito, messa a terra) con azionamento manuale per manovre improvvise e blocco meccanico e elettrico con l'interruttore.

- Tensione massima 24 kV
- Tensione a impulso atmosferico (1,2/50 μ s) 145 kV
- Tensione a frequenza industriale 50 kV
- Corrente massima:
 - Cella del trasformatore 2000 A
 - Cella di linea 1250 A
- Corrente di cortocircuito 31,5 kA
- Isolamento in SF₆

6.2.10 Servizi ausiliari

I servizi ausiliari (ss.aa.) della sottostazione sono costituiti da due sistemi di tensione (c.a. e c.c.) necessari per il funzionamento della sottostazione. Si installeranno sistemi di alimentazione in corrente alternata e in corrente continua per alimentare i distinti componenti di controllo, protezione e misura.

I servizi di corrente alternata e continua saranno alloggiati in diversi armadi destinati a realizzare le rispettive distribuzioni.

6.2.11 Servizi ausiliari in c.a.

6.2.11.1 Trasformatori di servizi ausiliari

Per disporre di questi servizi è prevista l'installazione di un trasformatore da 100 kVA.

Le caratteristiche sono le seguenti:

- Trifase isolato in olio
- Potenza nominale..... 100 kVA
- Tensioni primaria..... $30 \pm 2,5 \pm 5 + 7,5\%$ kV
- Tensione secondaria (trifase)..... 0,420 kV
- Connessioni..... Zig-zag / Stella
- Gruppo di connessione ZNyn11

6.2.12 Servizi ausiliari in c.c.

L'alimentazione dei servizi in corrente continua é assicurata da un idoneo sistema raddrizzatore/batterie a 125 V_{cc}. Le caratteristiche di raddrizzatore e batterie sono:

Raddrizzatore:

- Ingresso (c.a.): 3 x 400 / 230 Vca
- Uscita (c.c.): 125 V_{cc} +10%, -15%
- Corrente nominale: 40 A

Batteria:

- Capacità: 120 Ah
- Autonomia minima (guasto c.a.): 8 h

Le apparecchiature alimentate alla tensione di 110 V_{cc} funzioneranno ininterrottamente. Il processo di carica delle batterie sarà gestito automaticamente, senza la necessità di alcun tipo di vigilanza o controllo, quindi più sicuro per il mantenimento di un servizio permanente.

Le apparecchiature saranno idonee a funzionare con temperature interne all'edificio comprese tra 10°C e 40°C.

In condizioni di normale funzionamento (corrente alternata presente), il raddrizzatore fornirà sia la corrente di funzionamento degli ausiliari in corrente continua, sia la corrente di mantenimento o di carica necessaria per la batteria.

In assenza di corrente alternata di alimentazione, la batteria deve essere in grado di alimentare i circuiti ausiliari in corrente continua per il tempo prefissato.

6.3 Misura energia

6.3.1 Misure di energia (fatturazione)

L'energia esportata e importata del parco si misurerà nel punto di connessione con la rete del Gestore.

La misura sarà effettuata tramite i tre trasformatori di tensione induttivi dedicati e i tre trasformatori di corrente (dai secondari di classe di precisione 0,2).

Caratteristiche degli apparati di misura:

1. Trasformatori di tensione: 150: $\sqrt{3}/0,100$: $\sqrt{3}$ 20 VA cl 0,2
2. Trasformatori di corrente:
200/5-5-5-5 A
20 VA cl 0,2s (sul secondario di fatturazione)
3. Contatore-registratore elettronico:
Tipo: contatore bidirezionale,
Precisione di misura: Energia attiva (classe 0.2) / Energia reattiva (classe 0.5)
Entrate: 3 x 100: $\sqrt{3}$ V e 3 x 5 A
N° Registri: 6 (Attiva +, Attiva -, Reattiva Induttiva +, Reattiva Induttiva -, Reattiva Capacitiva +, Reattiva Capacitiva -)
Comunicazioni: via modem GSM, incorporato nel contatore-registratore.

6.4 Opere civili

Le opere civili per la costruzione della SET sono di seguito descritte.

6.4.1 Piattaforma

I lavori riguarderanno l'intera area della sottostazione e consisteranno nell'eliminazione del mantello vegetale, scavo, riempimento e compattamento fino ad arrivare alla quota di appianamento prevista.

6.4.2 Fondazioni

Si realizzeranno le fondazioni necessarie alla stabilità delle apparecchiature esterne a 150 kV e 20 kV.

6.4.3 Basamento e deposito di olio del trasformatore MT/AT

Per l'installazione dei trasformatori di potenza si costruirà un idoneo basamento, formato da fondazioni di appoggio, una vasca intorno alle fondazioni per la raccolta di olio che, durante un'eventuale fuoriuscita, raccoglierà l'olio isolandolo. Detta vasca dovrà essere impermeabile all'olio ed all'acqua, così come prescritto dalla CEI 99-2.

6.4.4 Drenaggio di acqua pluviale

Il drenaggio di acqua pluviale sarà realizzato tramite una rete di raccolta formata da tubature drenanti che canalizzeranno l'acqua attraverso un collettore verso l'esterno, orientandosi verso le cunette vicine alla sottostazione.

6.4.5 Canalizzazioni elettriche

Si costruiranno le canalizzazioni elettriche necessarie alla posa dei cavi di potenza e controllo. Queste canalizzazioni saranno formate da solchi, archetti o tubi, per i quali passeranno i cavi di controllo necessari al corretto controllo e funzionamento dei distinti elementi dell'impianto.

6.5 Edificio di Controllo SET

L'edificio di controllo SET sarà composto dai seguenti vani:

- Magazzino ed officina,
- Sala Controllo e comando,
- Locale celle MT,
- Locale BT,
- Locale Gruppo Elettrogeno.

6.6 Messa a terra

Descrizione

La sottostazione sarà dotata di una rete di dispersione interrata a 0,7 m di profondità.

Messa a terra di Servizio

Si conetteranno direttamente a terra i seguenti elementi, che si considerano messa a terra di servizio:

- I neutri dei trasformatori di potenza e misura
- Le prese di terra dei sezionatori di messa a terra
- Le prese di terra degli scaricatori di sovratensione
- I cavi di terra delle linee aeree che entrano nella sottostazione.

Messa a terra di protezione

Tutti gli elementi metallici dell'impianto saranno connessi alla rete di terra, rispettando le prescrizioni nella CEI 99-2.

Si conetteranno a terra (protezione delle persone contro contatto indiretto) tutte le parti metalliche normalmente non sottoposte a tensione, ma che possano esserlo in conseguenza di avaria, incidenti, sovratensione o tensione indotta. Per questo motivo si conetteranno alla rete di terra:

- le carcasse di trasformatori, motori e altre macchine,
- le carpenterie degli armadi metallici (controllo e celle MT),
- gli schermi metallici dei cavi MT,
- le tubature ed i conduttori metallici.

Nell'edificio non si metteranno a terra:

- Le porte metalliche esterne dell'edificio
- Le sbarre anti-intrusione delle finestre
- Le griglie esterne di ventilazione.

I cavi di messa a terra si fisseranno alla struttura e carcasse delle attrezzature con viti e graffe speciali di lega di rame. Si utilizzeranno saldature alluminotermiche Cadweld ad alto potere di fusione per l'unione sotterranea, per resistere alla corrosione galvanica.

Ipotesi di progetto

Secondo i calcoli, si considerano i seguenti dati di partenza:

Corrente di cortocircuito monofase.....	31,5 kA
Tempo durata del guasto	0,5 s
Resistenza del terreno (ipotesi)	150 Ωm
Resistenza manto superficiale (10 cm di ghiaia, de Ø 2-4 cm)	3000 Ωm

La rete di terra sarà formata da una maglia di circa 4 m x 4 m, e si realizzerà con un conduttore a corda di rame nuda di sezione 95 mm². Per il collegamento degli apparati alla rete di terra si utilizzerà corda di rame nuda di sezione 125 mm².

La rete di terra della sottostazione sarà connessa alla rete di terra del parco Eolico, in modo da ridurre il valore totale della resistenza di terra e agevolare il drenaggio della corrente di guasto. Conformemente alla CEI 99-2, la terra della SET sarà a sua volta collegata alla rete di terra della cabina di consegna.

6.7 Carichi elettrici

6.7.1 Massima corrente di impiego

La massime correnti di impiego su ciascuna sezione dell'impianto si calcolano per mezzo della seguente formula:

$$I_{IMP} (A) = \frac{S_N (MW)}{\sqrt{3} \times U_N (kV) \times \cos \varphi} \times 1000$$

Essendo S_N la potenza nominale del circuito e U_N la corrispondente tensione nominale. Assumendo come ipotesi di calcolo le tensioni e potenze di ciascuna sezione dell'impianto, si ottengono le correnti di impiego riassunte nella seguente tabella:

Sezione	Tensione (kV)	Potenza (kW)	Corrente (A)
Circuito 1	20	12.840	391
Circuito 2	20	17.120	521
Trasformatore lato MT	20	29.995	912
Trasformatore lato AT	150	29.995	121

6.7.2 Correnti nominali lato 150 e 20 kV

Le correnti nominali degli apparati dovranno essere superiori alle massime correnti di impiego sopra definite.

Sugli stalli AT del trasformatore e sullo stallo di consegna gli apparati avranno le seguenti correnti nominali:

Apparato	Corrente Nom. (A)
Sezionatore	2000
Trasformatore di corrente	1600
Interruttore	2500
Trasformatore di Potenza	25/33 (ONAN/ONAF)

Sui circuiti e sui lati a 20 kV degli apparati le correnti nominali degli apparati sono riassunti nella seguente tabella:

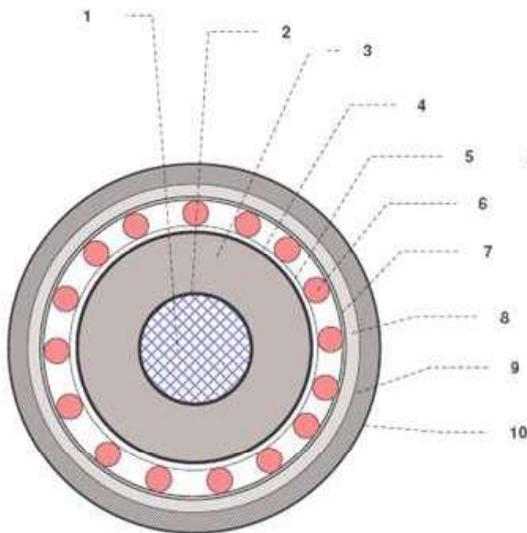
Apparecchiatura	Corrente Nom. (A)
Trasformatore MT/ AT di potenza	722/954 (ONAN/ONAF)
TA cella trasformatore	2000
Interruttore cella trasformatore	2500
Sezionatore cella trasformatore	2000
Barre celle	2000
Sezionatore cella linee	1250
Interruttore cella linee	2500
Trasformatori corrente cella linee	800

7 CAVIDOTTO A 150 kV

Per collegare la stazione di trasformazione al nuovo stallo di consegna di E-Distribuzione verrà realizzato un breve tratto di linea interrata a 150 kV della lunghezza di 100 m.

Verrà utilizzata una terna di cavi unipolari di tipo estruso per la posa diretta nel terreno, secondo quanto descritto negli elaborati grafici allegati.

CAVO AT XLPE
ARE4H1H5E - 87/150 kV 1x1600
 non in scala



- 1 CONDUTTORE: corda rigida rotonda, compatta e tamponata di alluminio. Sez. 1.600 mm²
- 2 SEMICONDUCTORE ESTRUSO
- 3 ISOLANTE ESTRUSO DI XLPE
- 4 SEMICONDUCTORE ESTRUSO
- 5 NASTRO WATER BLOCKING SEMICONDUCTORE
- 6 SCHERMO A FILI DI RAME ricotto non stagnato (Sez. 70 mm²)
- 7 NASTRO WATER BLOCKING SEMICONDUCTORE
- 8 NASTRO DI ALLUMINIO
- 9 GUAINA ESTERNA DI PE
- 10 STRATO CONDUTTIVO: strato semiconduttivo estruso

8 STALLO DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE (IMPIANTO DI RETE)

Il nuovo stallo di consegna a 150 kV sarà realizzato all'interno della Cabina Primaria Tarsia, di proprietà di E-Distribuzione, e sarà composto da:

- N° 3 terminali cavo AT, TC.
- N° 3 scaricatori di sovratensione, SC;
- N° 3 trasformatori di tensione capacitivi per protezione, TVC;
- N° 3 trasformatori di corrente per fatturazione, TA;
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF₆ con comando tripolare, INT;
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare), SEZ;

Tutte le opere, se non diversamente specificato, dovranno essere realizzate in osservanza delle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore.