

- biogas ●
- biometano ●
- eolico ●
- fotovoltaico ●
- efficienza energetica ●
- waste to chemical ●

# Relazione elettrica e calcoli preliminari

Progetto definitivo

Impianto eolico "Parco Eolico di Calitri"  
Comuni di Calitri e Bisaccia (AV)  
Località Luzzano

N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	Emissione	Luca Mura	Salvatore Giuliani	Vincenzo Pace Parco Eolico Calitri s.r.l.

IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a  
28/02/2024  
Via Ivrea, 70 (To) Italia  
T +39 011.9579211  
F +39 011.9579241  
info@asja.energy



**PARCO EOLICO**  
di CALITRI

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 2 di 26

## INDICE

<b>1</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>LOCALIZZAZIONE DEL SITO.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Caratteristiche degli aerogeneratori .....</b>	<b>7</b>
3.1.1	<i>Trasformatore MT/BT interno WTG .....</i>	<i>8</i>
3.1.2	<i>Caratteristiche delle apparecchiature elettriche di manovra .....</i>	<i>9</i>
<b>3.2</b>	<b>Impianto di terra.....</b>	<b>10</b>
3.2.1	<i>Impianto di terra SSEU .....</i>	<i>10</i>
3.2.2	<i>Impianto di terra parco eolico.....</i>	<i>10</i>
<b>3.3</b>	<b>Distribuzione elettrica interna ed esterna dell'impianto .....</b>	<b>11</b>
3.3.1	<i>Caratteristiche della rete .....</i>	<i>11</i>
3.3.2	<i>Collegamenti elettrici MT.....</i>	<i>11</i>
3.3.2.1	<i>Cavidotto su terreno agricolo .....</i>	<i>12</i>
3.3.2.2	<i>Cavidotto su strada sterrata.....</i>	<i>12</i>
3.3.2.3	<i>Cavidotto su strada asfaltata .....</i>	<i>12</i>
3.3.3	<i>Caratteristiche cavi MT.....</i>	<i>13</i>
3.3.4	<i>Dimensionamento delle protezioni.....</i>	<i>13</i>
3.3.5	<i>Dimensionamento cavi MT .....</i>	<i>15</i>
3.3.5.1	<i>Tratto SSEU – Cabina di smistamento .....</i>	<i>17</i>
3.3.5.2	<i>Tratto Cabina di smistamento – CA 01 .....</i>	<i>18</i>
3.3.5.3	<i>Tratto CA 01 – CA 02 .....</i>	<i>19</i>
3.3.5.4	<i>Tratto CA 02 – CA 03 .....</i>	<i>20</i>
3.3.5.5	<i>Tratto Cabina di smistamento – CA 04 .....</i>	<i>21</i>
3.3.5.6	<i>Tratto CA 04 – CA 05 .....</i>	<i>22</i>
3.3.5.7	<i>Tratto CA 05 – CA 06 .....</i>	<i>23</i>
3.3.6	<i>Modalità di posa del cavo .....</i>	<i>24</i>
<b>3.4</b>	<b>Sottostazione elettrica di utente (SSEU).....</b>	<b>25</b>
3.4.1	<i>Collegamento alla RTN 150 kV.....</i>	<i>26</i>

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 3 di 26

## Premessa

La presente relazione viene redatta al fine di descrivere tutti gli aspetti inerenti alle attività di costruzione dell'impianto eolico denominato "Calitri", ubicato nel territorio comunale di Calitri, in provincia di Avellino.

Il progetto consisterà nell'installazione di 6 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6,2 MW, per una potenza complessiva pari a 37,2 MW, da collegarsi alla rete di trasmissione nazionale (RTN) alla tensione di 150 kV alla stazione elettrica "Bisaccia" ubicata nel territorio comunale di Bisaccia, in provincia di Avellino.

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 4 di 26

## 1 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Le norme principali di riferimento sono le seguenti:

- R.D. n 1775 del 11/12/1933 – Testo Unico di Leggi sulle Acque e Impianti Elettrici;
- Codice Civile (relativamente alla stipula degli atti di costituzione di servitù: TU 1775/33 e 327/01 per coattive);
- Codice della strada (D. Lgs. n. 285/92) e successive modificazioni;

Per quanto attiene l'aspetto tecnico, le norme che disciplinano la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle linee elettriche sotterranee della distribuzione sono:

- DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8";
- DPCM – Dipartimento delle Aree Urbane 03/03/1999 "Sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici";
- "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" e successive modificazioni - Legge n. 64 del 2/02/1974;
- "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" (D.P.R. n.495 del 16/12/1992);
- D.Lgs. 81/2008, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;

Norme CEI

- 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- 0-2 "Guida per la definizione della documentazione degli impianti elettrici";
- 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo";
- 11-46 "Strutture sotterranee e polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo – Criteri generali di e di sicurezza";
- 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei -Criteri generali di posa";
- 81-10 "Protezione delle strutture contro i fulmini";
- 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo la disposizione del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo;
- 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche";
- 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione";

Norme UNI

- UNI EN 1838, Illuminazione di emergenza;
- UNI EN 12464, Illuminazione di interni con luce artificiale;
- UNI EN 61936-1 (CEI 99-2), impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 5 di 26

- UNI EN 50522 (CEI 99-3), messa a terra degli impianti con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"

Specifiche TERNA

- Codice di rete;

Specifiche E-DISTRIBUZIONE

- Guida per le connessioni alla rete elettrica di e-distribuzione;

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 6 di 26

## 2 LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Le aree interessate dagli aerogeneratori, dai collegamenti elettrici tra gli stessi e dalla stazione utente elettrica di trasformazione ricadono nel Comune di Calitri.

Di seguito è riportata la tabella 1 con indicazione delle coordinate in UTM-WGS84 degli aerogeneratori autorizzati con i relativi fogli e particelle:

*Tabella 1 Coordinate aerogeneratori e torre anemometrica*

N° WTG	Coordinate UTM-WGS84 (Fuso 33)		Comune	Foglio	Particella
	E	N			
<b>CA 01</b>	533.566	4.532.955	Calitri	11	90-91
<b>CA 02</b>	533.069	4.532.822	Calitri	11	2-3
<b>CA 03</b>	532.534	4.532.625	Calitri	10	115
<b>CA 04</b>	533.898	4.532.206	Calitri	16	76
<b>CA 05</b>	532.476	4.531.861	Calitri	10	32
<b>CA 06</b>	532.269	4.531.270	Calitri	10	44
<b>TA</b>	533.154	4.532.254	Calitri	11	371

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 7 di 26

### 3 DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE

L'impianto eolico di Calitri sarà costituito dai seguenti elementi:

- Aerogeneratori;
- Cavidotto interrato in media tensione (tensione di distribuzione 30 kV), interno ed esterno all'impianto, per il convogliamento dell'energia prodotta dalle turbine esistenti fino al punto di connessione alla RTN;
- Stazione elettrica di utente di trasformazione, per l'interfaccia con la RTN;
- Cavo AT interrato a 150 kV, per il collegamento tra la stazione utente e la Stazione Elettrica RTN;
- Opere civili come piazzole per l'ubicazione degli aerogeneratori, fondazioni in cls armato delle torri, tratti di viabilità o per quanto possibile adeguamento dei tratti esistenti.

#### ***3.1 Caratteristiche degli aerogeneratori***

L'impianto eolico di Calitri sarà costituito da n. 6 aerogeneratori di potenza nominale 6,2 MW ed un'altezza al massimo pari a 220 m.

La potenza complessiva dell'impianto è pari a 37,2 MW.

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 8 di 26

#### Nominal output and grid conditions

Nominal power .....	6200 kW
Nominal voltage.....	690 V
Power factor correction .....	Frequency converter control
Power factor range.....	0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage

#### Generator

Type.....	DFIG Asynchronous
Maximum power .....	6350 kW @30°C ext. ambient

Nominal speed.....

1120 rpm-6p (50Hz)
1344 rpm-6p (60Hz)

#### Generator Protection

Insulation class.....	Stator H/H Rotor H/H
Winding temperatures.....	6 Pt 100 sensors
Bearing temperatures.....	3 Pt 100
Slip Rings	1 Pt 100
Grounding brush.....	On side no coupling

#### Generator Cooling

Cooling system.....	Air cooling
Internal ventilation.....	Air
Control parameter.....	Winding, Air, Bearings temperatures

#### Frequency Converter

Operation .....	4Q B2B Partial Load
Switching .....	PWM
Switching freq., grid side ...	2.5 kHz
Cooling.....	Liquid/Air

#### Main Circuit Protection

Short circuit protection .....	Circuit breaker
Surge arrester.....	varistors

#### Peak Power Levels

10 min average.....	Limited to nominal
---------------------	--------------------

#### Grid Capabilities Specification

Nominal grid frequency .....	50 or 60 Hz
Minimum voltage.....	85 % of nominal
Maximum voltage.....	113 % of nominal
Minimum frequency.....	92 % of nominal
Maximum frequency.....	108 % of nominal
Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage). .....	≤5 %
Max short circuit level at controller's grid	
Terminals (690 V) .....	82 kA

#### Power Consumption from Grid (approximately)

At stand-by, No yawing .....	10 kW
At stand-by, yawing.....	50 kW

#### Controller back-up

UPS Controller system.....	Online UPS, Li battery
Back-up time .....	1 min
Back-up time Scada.....	Depend on configuration

#### Transformer Specification

Transformer impedance requirement .....	8.5 % - 10.5%
Secondary voltage.....	690 V
Vector group.....	Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed)

#### Earthing Specification

Earthing system.....	Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2010
Foundation reinforcement .	Must be connected to earth electrodes
Foundation terminals .....	Acc. to SGRE Standard
HV connection .....	HV cable shield shall be connected to earthing system

### 3.1.1 Trasformatore MT/BT interno WTG

Il trasformatore, ubicato alla base della torre innalza la tensione prodotta ai morsetti del generatore in bassa tensione al livello di tensione della rete in media tensione interna al parco: 30 kV – 50 Hz.



<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 9 di 26

<b>Transformer</b>		<b>Transformer Cooling</b>	
Type	Liquid filled	Cooling type	KFWF
Max. LV Current	7110 A	Liquid inside transformer	K-class liquid
Nominal voltage	30/0.69 kV	Cooling liquid at heat exchanger	Glysantin
Frequency	50 Hz		
Impedance voltage	9.5% ± 8.3% at ref. 6.5 MVA		
Tap changer	±2x2.5% (optional)		
Loss (P <sub>0</sub> /P <sub>k75°C</sub> )	4.77/84.24 kW at ref. 7.332 MVA		
Vector group	Dyn11		
Standard	IEC 60076		
Cold Climate Package	EN50708 – ECO Tier 2 (optional)		
<b>Transformer Monitoring</b>		<b>Transformer Earthing</b>	
Top oil temperature	PT100 sensor	Star point	The star point of the transformer is connected to earth
Oil level monitoring sensor	Digital input		
Overpressure relay	Digital input		

### 3.1.2 Caratteristiche delle apparecchiature elettriche di manovra

Alla base dell'aerogeneratore ed internamente alla torre, saranno ubicati: il quadro di controllo, il quadro di comando e gli scomparti di protezione del trasformatore.

<b>Switchgear</b>		<b>Circuit breaker feeder</b>	
Make	Siemens / Ormazabal	Rated current, Cubicle	630 A
Type	8DJH, 8DJH 36 / cgmcosmos, cgm.3	Rated current circuit breaker	630 A
Rated voltage	20-40,5(Um) kV	Short time withstand current	20 kA/1s
Operating voltage	20-40,5(Um) kV	Short circuit making current	50 kA/1s
Rated current	630 A	Short circuit breaking current	20 kA/1s
Short time withstand current	20 kA/1s	Three position switch	Closed, open, earthed
Peak withstand current	50 kA	Switch mechanism	Spring operated
Power frequency withstand voltage	70 kV	Tripping mechanism	Stored energy
Lightning withstand voltage	170 kV	Control	Local
Insulating medium	SF <sub>6</sub>	Coil for external trip	230V AC
Switching medium	Vacuum	Voltage detection system	Capacitive
Consist of	2/3/4 panels		
Grid cable feeder	Cable riser or line cubicle	<b>Protection</b>	
Circuit breaker feeder	Circuit breaker	Over-current relay	Self-powered
Degree of protection, vessel	IP65	Functions	50/51 50N/51N
Internal arc classification IAC:	A FLR 20 kA 1s	Power supply	Integrated CT supply
Pressure relief	Upwards	<b>Interface- MV/HV Cables</b>	630 A bushings type C
Standard	IEC 62271	Grid cable feeder	M16
Temperature range	-25°C to +45°C		Max 2 feeder cables
<b>Grid cable feeder (line cubicle)</b>		Cable entry	From bottom
Rated current, Cubicle	630 A	Cable clamp size (cable outer diameter) *	26 - 38mm
Rated current, load breaker	630 A		36 - 52mm
Short time withstand current	20 kA/1s		50 - 75mm
Short circuit making current	50 kA/1s	Circuit breaker feeder	630 A bushings type C
Three position switch	Closed, open, earthed	Cable entry	M16
Switch mechanism	Spring operated		From bottom
Control	Local	<b>Interface to turbine control</b>	
Voltage detection system	Capacitive	Breaker status	
		SF6 supervision	1 NO contact
		External trip	1 NO contact

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 10 di 26

## 3.2 Impianto di terra

### 3.2.1 Impianto di terra SSEU

L'impianto di terra sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame ed è dimensionato termicamente per la corrente di guasto prevista :31,5 kA; per una durata di 0,5 s. Il lato di maglia è stato scelto in modo da limitare le tensioni di passo e contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1.

Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente ridotte. In particolare, l'impianto sarà costituito mediamente da maglie aventi lato di 5 m salvo diverse esigenze e particolari realizzativi.

Perimetralmente all'intera area ed in corrispondenza/prossimità degli edifici, saranno previsti dispersori di terra verticali in acciaio di opportune dimensioni, i quali saranno opportunamente collegati ai nodi equipotenziali di prossimità presenti sulla rete di terra (dispersore orizzontale).

Le apparecchiature e le strutture metalliche saranno connesse all'impianto di terra mediante opportuni conduttori di rame, il cui numero varia da 2 a 4 in funzione della tipologia del componente connesso a terra.

Per non creare punti con forti gradienti di potenziale si è fatto in modo, per quanto possibile, che il conduttore periferico non presenti raggio di curvatura inferiore a 8 m.

Si precisa comunque che, ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto saranno rilevate sperimentalmente.

La rete di terra sarà costituita da conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm<sup>2</sup>) interrati ad una profondità di 0,70 m, aventi le seguenti caratteristiche:

- buona resistenza alla corrosione per una grande varietà di terreni;
- comportamento meccanico adeguato;
- bassa resistività, anche a frequenze elevate;
- bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche, saranno in rame di sezione 125 mm<sup>2</sup> collegati a due lati di maglia. Allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e di controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza, alcuni collegamenti alla rete di terra saranno opportunamente realizzati mediante 4 conduttori di rame sempre di sezione 125 mm<sup>2</sup> e comunque non meno di 2. I conduttori di rame saranno collegati tra loro con dei morsetti a compressione in rame. Il collegamento ai sostegni sarà realizzato mediante capicorda e bulloni. La messa a terra dei locali degli edifici sarà realizzata mediante collegamento diretto della rete di terra alla rete elettrosaldada della platea di fondazione gettata in opera e mediante collegamento di una cima emergente che sarà portata ad un collettore di terra principale dislocato all'interno del locale.

### 3.2.2 Impianto di terra parco eolico

La corrente di fulmine che giunge a terra attraverso la struttura metallica della torre deve essere opportunamente dispersa nel terreno da un sistema di messa a terra, il quale deve condurre correnti ad

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 11 di 26

elevata intensità e frequenza senza che esse producano effetti termici o elettrodinamici pericolosi. Il sistema di messa a terra per la protezione dalle scariche atmosferiche e l'usuale messa a terra di funzionamento e/o protezione dell'impianto saranno collegati tra di loro in modo da creare un singolo sistema di dispersione.

I ferri e/o armature di fondazione saranno collegati all'impianto di terra per ridurre il più possibile il valore della resistenza di terra. Ovviamente ogni aerogeneratore avrà il suo proprio impianto di messa a terra, ognuno dei quali è collegato all'impianto globale di messa a terra relativo all'impianto eolico attraverso una corda di rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>. Inoltre, in corrispondenza degli aerogeneratori iniziale e terminale, sarà installata una ulteriore corda di rame nudo della sezione di 50 mm<sup>2</sup> che si estenderà per altri 100 m e che al suo punto terminale presenterà un picchetto di rame del diametro di 20 mm e della lunghezza di almeno 2 m.

### **3.3 Distribuzione elettrica interna ed esterna dell'impianto**

#### **3.3.1 Caratteristiche della rete**

I valori standard della RTN – TERNA SPA sono i seguenti:

Tensione di esercizio del sistema: 150 kV

- Tensione massima del sistema: 170 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Corrente max di corto circuito trifase a terra - Icc: 31,5 kA;
- Corrente max di corto circuito monofase a terra – Icc: 20 kA

I dati relative al Sistema di distribuzione in Media Tensione (cavo interrato)

- Valore efficace della tensione tra due conduttori qualsiasi: 30 kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz

I dati degli aerogeneratori:

- Modello: SG -170;
- Numero aerogeneratori: 6;
- Tipo: Asincrono (DFIG);
- Poli: 6;
- Potenza nominale unitaria aerogeneratore: 6,2 MW;
- Potenza nominale complessiva dell'impianto: 37,2 MW (n.6 wtgs x 6,2 MW)
- Tensione generatore BT: 690 V;
- Frequenza nominale: 50/60 Hz;
- Trasformatore 30/0,69 kV – 7,33 MVA

#### **3.3.2 Collegamenti elettrici MT**

I collegamenti elettrici fra i diversi aerogeneratori e la sottostazione elettrica dell'utente (SSEU) saranno

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 12 di 26

realizzati con cavi interrati, in media tensione a 30 kV.

Il collegamento tra l'impianto eolico di produzione e la SSEU 150/30 kV, sarà realizzato da una terna di cavi.

La tipologia di posa prevista è quella con cavi direttamente interrati in trincee, che saranno realizzate su terreni di tre tipi:

- Terreno agricolo: di questo tipo saranno le parti terminali dei cavidotti, nella parte più prossima alle WTG;
- Strada sterrata
- Strada asfaltata

### 3.3.2.1 Cavidotto su terreno agricolo

I cavidotti su terreno agricolo saranno posati all'interno di uno scavo di larghezza di 60 cm e profondità tra gli 1,2 e 1,5 m. I cavi saranno posati sul fondo dello scavo, al di sopra di essi, ad una distanza di circa 30 cm, sarà posato il nastro monitore recante la scritta "CAVI DI MEDIA TENSIONE" (o similare). il tritubo contenente la fibra ottica sarà posto ad almeno 30 cm di distanza dal cavo di energia.

Man mano che vengono posati i cavi, il tubo e il nastro; lo scavo sarà riempito con il materiale proveniente dallo scavo stesso.

### 3.3.2.2 Cavidotto su strada sterrata

I cavidotti realizzati sulla strada sterrata saranno posati all'interno di uno scavo di larghezza di 60 cm e profondità tra gli 1,2 e 1,5 m. I cavi saranno posati sul fondo dello scavo, al di sopra di essi, ad una distanza di circa 30 cm, sarà posato il nastro monitore recante la scritta "CAVI DI MEDIA TENSIONE" (o similare). il tritubo contenente la fibra ottica sarà posto ad almeno 30 cm di distanza dal cavo di energia.

Man mano che vengono posati i cavi, il tubo e il nastro; lo scavo sarà riempito con il materiale proveniente dallo scavo stesso, la parte superiore dello scavo, circa 40-50 cm, sarà riempita con un misto stabilizzato di cava e compattato.

### 3.3.2.3 Cavidotto su strada asfaltata

I cavidotti realizzati sulla strada sterrata posati all'interno di uno scavo di larghezza di 60 cm e profondità tra gli 1,2 e 1,5 m. I cavi saranno posati sul fondo dello scavo, al di sopra di essi, ad una distanza di circa 30 cm, sarà posato il nastro monitore recante la scritta "CAVI DI MEDIA TENSIONE" (o similare). il tritubo contenente la fibra ottica sarà posto ad almeno 30 cm di distanza dal cavo di energia.

I cavi di media tensione saranno posati su un letto di sabbia poi, man mano che vengono posati i cavi, il tritubo e il nastro; lo scavo sarà riempito fino a 30 cm sopra i cavi, con sabbia, poi con un inerte prescritto dello spessore di circa 30 cm, poi con uno stabilizzato di cava o misto cementizio, per uno spessore di circa 30 cm, poi con una pavimentazione in conglomerato bitumoso, dello spessore di circa 15 cm e infine con uno strato di asfalto di circa 3 cm di spessore.

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 13 di 26

### 3.3.3 Caratteristiche cavi MT

L'energia prodotta dagli aerogeneratori viene convogliata verso la stazione utente elettrica di trasformazione mediante i cavi interrati in media tensione  $U_0/U = 18/30$  kV.

La posa dei suddetti cavi verrà realizzata in conformità alle modalità di posa descritte nella norma CEI 11-17, interessando i margini delle strade esistenti. Oltre ai cavi elettrici interrati, nello scavo verranno posati il cavo di segnale in fibra ottica, all'interno di tubazione di protezione, e la corda di rame (quest'ultima nella sola parte interna al parco eolico) per il collegamento della maglia di terra dell'impianto. Comunque sarà previsto l'impiego dei cavi del tipo armato unipolare ARP1H5(AR)E – 18/30 kV:

### 3.3.4 Dimensionamento delle protezioni

Le protezioni sono state dimensionate in base alle correnti di impiego dell'impianto e alle correnti di guasto che si possono verificare. In particolare, sono state calcolate le seguenti correnti di impiego nelle varie linee, tenendo conto del fatto che alcune linee alimentano più di una WTG e di possibili sovraccarichi del 5%.

Partenza	Arrivo	Potenza sottesa [kVA]	Corrente di impiego $I_b$ [A]
<b>SSEU</b>	<b>CAB. SMIST.</b>	39.060	799,69
<b>CAB. SMIST.</b>	<b>CA 01</b>	19.530	399,85
<b>CA 01</b>	<b>CA 02</b>	13.020	266,56
<b>CA 02</b>	<b>CA 03</b>	6.510	133,28
<b>CAB. SMIST.</b>	<b>CA 04</b>	19.530	399,85
<b>CA 04</b>	<b>CA 05</b>	13.020	266,56
<b>CA 05</b>	<b>CA 04</b>	6.510	133,28

In seguito, sono state calcolate le correnti di corto circuito nei vari nodi dell'impianto considerando i vari contributi alla corrente di corto circuito derivanti dalle turbine e dalla rete e considerando la distanza tra i vari punti di calcolo, di seguito si riportano i risultati ottenuti:

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b>  14 di 26

<b>Nodo</b>	<b>Corrente di cortocircuito trifase I<sub>cc</sub> [kA] @40 MVA</b>	<b>Corrente di cortocircuito trifase I<sub>cc</sub> [kA] @50 MVA</b>
<b>CAB. SMIST.</b>	14,48	15,37
<b>CA 01</b>	10,51	11,38
<b>CA 02</b>	10,42	11,25
<b>CA 03</b>	10,07	10,76
<b>CA 04</b>	10,20	10,98
<b>CA 05</b>	9,76	10,40
<b>CA 06</b>	9,42	9,99
<b>QMT</b>	15,63	17,17

Sulla base di questi dati si è scelto un quadro di media tensione con una barratura da 2.500 A e che possa sopportare una corrente di corto circuito di 20 kA per 1s. La corrente della barratura è stata scelta in ottica di un possibile futuro ampliamento. Le varie partenze del quadro invece sono state dimensionate per una corrente massima di 1250 A e con le seguenti tarature:

<b>Scomparti</b>	<b>Protezioni</b>					
	<b>51</b>		<b>50</b>		<b>50N</b>	
	<b>A</b>	<b>ms</b>	<b>A</b>	<b>ms</b>	<b>A</b>	<b>ms</b>
<b>Arrivo MT</b>	1.100	500	1.500	120	70	170
<b>Partenza linea 1</b>	1.000	500	1.200	120	70	170
<b>Riserva</b>	/		/		/	/

La taratura della protezione 67N avrà queste tarature:

<b>Scomparti</b>	<b>Protezione 67N</b>				
	<b>A</b>	<b>V</b>	<b>δ1</b>	<b>δ2</b>	<b>ms</b>
<b>Soglia S1</b>	2	5	60	250	450
<b>Soglia S2</b>	2	2	60	120	170

A questi sono aggiunti altri due scomparti:

- Misure: per la protezione dei TV attraverso un fusibile MT da 2 A;
- TR ausiliari: per la protezione del TR dei servizi ausiliari in BT attraverso un fusibile da 10 A.

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 15 di 26

### 3.3.5 Dimensionamento cavi MT

Le verifiche svolte sulle linee in media tensione sono atte a soddisfare le seguenti prescrizioni:

- Caduta di tensione massima sulla linea < 5%;
- Corrente di utilizzo  $I_b < I_n < I_z$
- Temperatura alla corrente di utilizzo inferiore alla temperatura massima di funzionamento  $T_{Ib} < T_{max}$ ;
- Corrente di corto circuito ammissibile.

Le formule utilizzate per il calcolo sono.

- Caduta di tensione

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} I_b l (r l \cos\varphi + x l \sin\varphi)}{n}$$

Dove:

- $I_b$  è la corrente di esercizio alla massima potenza
- $l$  è la lunghezza della linea espressa in km
- $r$  è la resistenza specifica della linea espressa in  $\Omega/\text{km}$
- $x$  è la reattanza specifica della linea espressa in  $\Omega/\text{km}$
- $\cos\varphi$  è il fattore di potenza
- $n$  è il numero di cavi in parallelo per ogni fase

da questa è stata poi calcolata la caduta di tensione percentuale:

$$\Delta v\% = \frac{\Delta V}{V_n} 100$$

- corrente di utilizzo

$$I_b = \frac{S_n}{\sqrt{3} V_n \cos\varphi}$$

Dove:

- $S_n$  è la potenza apparente dell'impianto espressa in VA
- Portata del conduttore

La portata del conduttore è stata definita prendendo in considerazione la portata da datasheet dei cavi nella condizione di posa desiderata. In particolare, nei datasheet era considerata una posa a 0,8 m di profondità e con una resistività termica del terreno pari a 1,5 °Cm/W. Si sono allora applicati i fattori correttivi alle modalità di posa previste:

- $K_1 = 1$  poiché la temperatura del terreno è prevista a 20°C
- $K_2 = 1$  o 0,9 a seconda che siano presenti due cavi nello stesso scavo a distanza inferiore a 0,3 m
- $K_3 = 0,96$  oppure 0,95 (se  $S < 185 \text{ mm}^2$  oppure  $S > 185 \text{ mm}^2$ ) perché la posa è prevista a 1,2;
- $K_4 = 1$  perché è prevista una resistività termica pari a 1,5 °Cm/W

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> <b>RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI</b> <b>PRELIMINARI</b>	<b>PAGINA</b> 16 di 26

- $K5 = 1$  perché la temperatura ambiente si è considerata a  $30\text{ °C}$
- Temperatura alla corrente di utilizzo calcolata come:

$$T_{Ib} = T_{max} \left( \frac{I_b}{I_z} \right)^2 - T_{amb} \left[ \left( \frac{I_b}{I_z} \right)^2 - 1 \right]$$

Dove:

- $T_{Ib}$  è la temperatura alla corrente di utilizzo
- $T_{max}$  è la massima temperatura di lavoro del cavo
- $T_{amb}$  è la temperatura del terreno
- Corrente di corto circuito ammissibile calcolata come:

$$I_{CC\text{ ammissibile}} = \frac{S K}{\sqrt{t}}$$

Dove:

- $S$  è la sezione del cavo
- $K$  è un coefficiente che dipende dal tipo di isolante del cavo
- $t$  è il tempo di intervento della protezione magnetica:  $0,12\text{ s}$



<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 17 di 26

### 3.3.5.1 Tratto SSEU – Cabina di smistamento

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		SSEU - CS	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	41553	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	37200	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	39060	
Potenza reattiva	kVAr	14177	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	799,7	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x630 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	630	
Numero di cavi per fase		2	
Formazione		2x(3x1)	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	515,4	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_2$ )	A	979,3	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	76,68	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	15,4	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	171,0	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,10	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,05	
Lunghezza	m	14789	
Caduta di tensione operativa	%	2,87	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,36	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	1504,6	
Diametro esterno	mm	61	

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b>  18 di 26

### 3.3.5.2 Tratto Cabina di smistamento – CA 01

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		CS - CA 01	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	20777	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	18600	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	19530	
Potenza reattiva	kVAr	7088	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	399,8	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x400 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	400	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	482,9	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		2	0,9
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_2$ )	A	412,9	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	99,71	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,4	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	108,5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,11	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,08	
Lunghezza	m	40	
Caduta di tensione operativa	%	0,01	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,29	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	3,3	
Diametro esterno	mm	53	

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 19 di 26

### 3.3.5.3 Tratto CA 01 – CA 02

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		CA 01 - CA 02	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	13851	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	12400	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	13020	
Potenza reattiva	kVAr	4726	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	266,6	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x240 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	240	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	371,1	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_2$ )	A	352,5	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	68,60	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,2	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	65,1	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	Ω/km	0,11	
Resistenza chilometrica cavo	Ω/km	0,12	
Lunghezza	m	650	
Caduta di tensione operativa	%	0,15	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	μF/km	0,24	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	44,1	
Diametro esterno	mm	45	

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 20 di 26

### 3.3.5.4 Tratto CA 02 – CA 03

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		CA 02 - CA 03	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	6926	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	6200	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	6510	
Potenza reattiva	kVAr	2363	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	133,3	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x95 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	95	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	220,2	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		1	1
k3 - profondità di posa	m	1	0,96
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_2$ )	A	211,4	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	53,78	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	10,7	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	25,8	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,13	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,30	
Lunghezza	m	967	
Caduta di tensione operativa	%	0,70	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,17	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	46,5	
Diametro esterno	mm	39	

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b>  21 di 26

### 3.3.5.5 Tratto Cabina di smistamento – CA 04

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		CS - CA 04	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	20777	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	18600	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	19530	
Potenza reattiva	kVAr	7088	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	399,8	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x400 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	400	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	482,9	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		2	0,9
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_2$ )	A	412,9	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	99,71	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	11,0	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	108,5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,11	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,08	
Lunghezza	m	1767	
Caduta di tensione operativa	%	0,45	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,29	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	144,8	
Diametro esterno	mm	53	

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 22 di 26

### 3.3.5.6 Tratto CA 04 – CA 05

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		CA 04 - CA 05	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	13851	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	12400	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	13020	
Potenza reattiva	kVAr	4726	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	266,6	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x240 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	240	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	371,1	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		2	0,9
k3 - profondità di posa	m	1	0,95
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_2$ )	A	317,3	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	80,00	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	10,4	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	65,1	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,11	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,12	
Lunghezza	m	2773	
Caduta di tensione operativa	%	0,84	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,24	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	188,1	
Diametro esterno	mm	45	



<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO</b> <b>di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 23 di 26

### 3.3.5.7 Tratto CA 05 – CA 06

<b>DATI PRINCIPALI</b>			
Tratta		CA 05 - CA 06	
Tensione di esercizio	kV	30	
Frequenza	Hz	50	
Tipo di sistema		IT	
Potenza apparente	kVA	6926	
Fattore di potenza		0,94	
Potenza attiva	kW	6200	
Sovraccarico considerato	%	5	
Potenza attiva con margine	kW	6510	
Potenza reattiva	kVAr	2363	
<b>DIMENSIONAMENTO CAVO</b>			
Corrente di impiego ( $I_b$ )	A	133,3	
Tensione nominale	kV	18/30	
Tipologia di cavo		PRYSMIAN ARP1H5(AR)E 18/30KV - 1x95 Al	
Sezione	mm <sup>2</sup>	95	
Numero di cavi per fase		1	
Formazione		3x1	
Portata nominale del cavo ( $I_0$ )	A	220,2	
Temperatura max di esercizio	°C	105	
k1 - temperatura terreno	°C	20	1
k2 - altri circuiti in fascio		2	0,9
k3 - profondità di posa	m	1	0,96
k4 - resistività termica	°Cm/W	1,5	1
k5 - temperatura ambiente	°C	30	1
k6 - passaggio ombra/sole		NO	1
Portata nelle condizioni di posa ( $I_2$ )	A	190,3	
Temperatura di esercizio conduttore	°C	61,71	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CORTO CIRCUITO</b>			
Tempo di intervento della protezione	s	0,12	
Coeff. tipo isolante		94	
Icc sul nodo di arrivo	kA	9,9	
Corrente ammissibile sul cavo	kA	25,8	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>VERIFICA CADUTA DI TENSIONE</b>			
Reattanza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,13	
Resistenza chilometrica cavo	$\Omega$ /km	0,30	
Lunghezza	m	761	
Caduta di tensione operativa	%	0,19	
Max cdt ammissibile	%	5	
<b>Verifica</b>		<b>POSITIVA</b>	
<b>ALTRI DATI</b>			
Capacità chilometrica cavo	$\mu$ F/km	0,17	
Potenza reattiva generata dal cavo	kVAr	36,6	
Diametro esterno	mm	39	

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 24 di 26

### 3.3.6 Modalità di posa del cavo

I cavi di media tensione 30 kV utilizzati per il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori e, tra questi ultimi e la SSEU saranno del tipo unipolare con conduttore in alluminio (Al) posati direttamente nel terreno senza l'utilizzo di una protezione meccanica aggiuntiva ovvero tipo armato, in conformità alla norma CEI 11-17, ad eccezione degli attraversamenti di opere stradali e o fluviali richieste dagli enti di competenza, per i quali è stata prevista una tipologia di posa che comporta l'inserimento della terna di cavi unipolari in tubo interrato, mediante l'uso della tecnica con trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

La posa dei cavi MT avverrà all'interno di uno scavo di profondità variabile: 1,10 – 1,30 m e di larghezza pari a 0,60 metri. Comunque, oltre ai cavi MT, verranno posati all'interno dello scavo la corda di rame di sezione 50 mm<sup>2</sup>, dove prevista, e un tritubo PN10 Ø50, per il passaggio della fibra ottica.

I cavi in media tensione utilizzati per il collegamento elettrico tra il trasformatore AT/MT all'interno della SSEU ed il quadro di media tensione saranno installati all'interno di tubazioni in corrugato del diametro di 210 mm posate al di sotto del piano stradale interno alla stazione ad una profondità di 1,20 m.



<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 25 di 26

### **3.4 Sottostazione elettrica di utente (SSEU)**

L'impianto eolico di Calitri sarà collegato in antenna a 150 kV alla stazione elettrica RTN 380/150 kV denominata "Bisaccia".

La soluzione tecnica prevista per la realizzazione della stazione utente elettrica di trasformazione AT/MT a servizio dei suddetti impianti è stata elaborata in conformità del codice di rete di Terna e della normativa vigente.

In particolare, la stazione utente di trasformazione elettrica è dotata di:

- Un interruttore (interruttore generale), che realizzi la separazione funzionale fra le attività di competenza del Gestore e quelle di competenza del titolare dell'impianto eolico (stallo di interfaccia);
- Gli interruttori di linea AT sono del tipo a comando uni-tripolare per i montanti delle linee in modo da non impedire l'adozione di richiuse rapide automatiche unipolari;
- Gli avvolgimenti AT del/dei trasformatore/i MT/AT siano ad isolamento uniforme e collegati a stella, con terminale di neutro accessibile e predisposto per l'eventuale connessione a terra, e gli avvolgimenti MT sono collegati a triangolo (YNd11).
- La connessione a terra dell'avvolgimento AT sarà decisa dal Gestore in relazione alle esigenze della rete nel punto di connessione e dovrà essere realizzata senza interposizione di organi di manovra (interruttori o sezionatori);
- Gli avvolgimenti AT dei trasformatori elevatori MT/AT sono dotati di un variatore di tensione sotto carico con regolatore automatico in grado di consentire, con più gradini, una variazione della tensione a vuoto compresa almeno tra  $\pm 12\%$  della tensione nominale;
- I trasformatori AT/MT sono opportunamente dimensionati per consentire il transito contemporaneo della potenza attiva e reattiva massima, e comunque con una potenza apparente complessiva almeno pari al 110% della potenza nominale dell'impianto.

La taglia del trasformatore sarà di 40-50 MVA.

La stazione utente sarà quindi costituita da:

- Arrivo per cavo interrato complete di scaricatori di sovratensione;
- Sezionatore in aria completo di lame di terra;
- Trasformatori di tensione a più secondari per misura e protezione;
- Interruttore uni-tripolare in SF6;
- Trasformatori di corrente per misura e protezione;
- Sistema di sbarre per collegamento di più stalli;
- Sezionatore in aria completo di lame di terra;
- Trasformatori di tensione a più secondari per misura e protezione;
- Interruttore uni-tripolare in SF6;
- Trasformatori di corrente per misura e protezione;

<b>COMMITTENTE</b> <b>PARCO EOLICO di CALITRI</b>	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO EOLICO "PARCO EOLICO DI CALITRI" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> IT/EOL/E-CALI/PDF/E/RT/030-a
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE ELETTRICA E CALCOLI PRELIMINARI	<b>PAGINA</b> 26 di 26

- Scaricatori di sovratensione;
- Trasformatore AT/MT con isolamento in olio e raffreddamento ONAN/ONAF
- Shelter per le sezioni MT, BT e RTU/SCADA;
- Apparecchiature MT;
- Servizi ausiliari;
- Quadro servizi ausiliari in corrente alternata;
- Quadro servizi ausiliari in corrente continua 110 V;
- Quadro raddrizzatore;
- Quadro contatori;
- Quadro rivelazione antintrusione;
- Sistema di protezione, controllo e misure;
- Controllore Centrale di Impianto;
- RTU/SCADA.

#### 3.4.1 Collegamento alla RTN 150 kV

Il collegamento della stazione utente elettrica di trasformazione 150/30 kV e lo stallo RTN a 150 kV avverrà tramite una linea AT in cavo interrata (una terna) a 150 kV – XLPE di sezione pari a 1.600 mm<sup>2</sup>, lungo circa 1000 metri.

Per il collegamento della linea AT saranno predisposti quanto segue:

- N. 1 terna di cavo AT;
- N. 6 terminali in composito per esterno (i terminali dei cavi saranno posizionati su supporti in profilato di acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati)

I cavi saranno interrati ed installati in uno scavo di profondità variabile 1,5 – 2,00 metri. A distanza di almeno 0,3 metri dei cavi di energia, sarà posato un tubo PEHD di diametro pari a 50 mm per il passaggio della fibra ottica.

Il collegamento a terra dei cavi sarà del tipo single point bonding, cioè saranno collegati direttamente a terra da un solo lato (lato RTN), mentre dall'altro (lato SSEU) il collegamento a terra sarà realizzato a mezzo di scaricatori di tensione.