

REGIONE  
SICILIANA



Comune  
di Santa Margherita  
di Belice



Comune  
di Montevago



Comune  
di Menfi



Comune  
Sambuca di Sicilia



Il Committente:

**RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**  
Via Andrea Doria 41/G - 00192 Roma,  
P.IVA/C.F. 06400370968  
Pec rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Il Progettista:

dott. ing. VITTORIO RANDEZZO

dott. ing. VINCENZO DI MARCO

Titolo del progetto:

**PARCO EOLICO LEVA**

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Documento:

**PELE\_6\_REL\_011\_A**

ID PROGETTO:	<b>PELE</b>	DISCIPLINA:		TIPOLOGIA:	<b>D</b>	FORMATO:	<b>A4</b>
--------------	-------------	-------------	--	------------	----------	----------	-----------

TITOLO:

Relazione di calcolo dimensionamento cavi MT

FOGLIO:	<b>1</b>	SCALA:		NA:	
---------	----------	--------	--	-----	--

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
01	31/03/2021	PRIMA EMISSIONE			

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Descrizione del progetto .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Dati di progetto .....</b>	<b>4</b>
<b>3. CRITERI DI CALCOLO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Calcolo della Portata .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Calcolo delle correnti di Corto Circuito.....</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Calcolo della Cadute di Tensione .....</b>	<b>6</b>
<b>4. PROTEZIONE DEI CORCUITI DALLE SOVRACORRENTI.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1 Protezione dal sovraccarico.....</b>	<b>6</b>
<b>4.2 Protezione dal cortocircuito .....</b>	<b>6</b>
<b>5. RISULTATI .....</b>	<b>7</b>

	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO LEVA				
	RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT		31/03/2021	REV.1	Pag. 2

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento descrive il calcolo preliminare di dimensionamento e la sezione dei cavi di Media Tensione della linea, o dorsale, di collegamento delle 9 torri di generazione eolica alla stazione elettrica di utenza (di seguito SSU). La linea, costituita da cavi 30 kV, raccoglie l'energia proveniente dalle torri eoliche e la trasporta fino al quadro MT ubicato nell'edificio elettrico della stazione di utenza.

Il tracciato seguito dalle 5 linee (in particolare 4 linee collegano le 9 torri alla SSU e una linea collega la SSU con la SE denominata "Sambuca") è identificabile sulle planimetrie allegato al Progetto (Tav. 008 – "Planimetria del tracciato del cavidotto").

## 2. PROGETTO

### 2.1 Descrizione del progetto

L'impianto eolico (denominato "LEVA") è costituito da nove (9) aerogeneratori, ciascuno dei quali comprende un generatore asincrono trifase ( $V = 750 \text{ V}$ ,  $P = 5,7 \text{ MW}$ ), per una potenza complessiva di 51,3 MW.

Ciascun generatore eolico produrrà energia elettrica alla tensione di 750 V ca. All'interno di ciascuna torre sarà installato un trasformatore 0.75/30 kV per la trasformazione alla tensione di 30 kV.

I 9 aerogeneratori sono interconnessi tra loro tramite un cavidotto interrato avente tensione nominale 30 kV. Questi convergono ai vari nodi e successivamente alla linea MT che porta alla Sottostazione Utente (SSU). Nella SSU ci sarà una ulteriore trasformazione con innalzamento della tensione a 220 kV ed allaccio alla SE "Sambuca"; pertanto, le opere elettriche necessarie al collegamento alla rete AT della RTN dell'energia prodotta dal parco eolico "LEVA" sono le seguenti:

1. Rete in cavo interrato a 30 kV interna al campo eolico per il collegamento di tutti gli aerogeneratori previsti nel progetto.
2. N. 4 Dorsali in partenza dall'ultimo nodo fino alla Stazione di trasformazione 30/220 kV.
3. Collegamento alla sezione 220 kV di Terna all'interno della SE denominata "Sambuca".

Tutti i dettagli tecnici delle suddette opere sono descritti nelle relazioni allegato al presente progetto.

## 2.2 Dati di progetto

In Tabella 1 si riportano i dati di progetto utilizzati per il dimensionamento dei cavi.

**Tabella 1:** Dati di progetto per il dimensionamento dei cavi a 30 kV

Dati di progetto	Valore
Tensione di rete impianto fotovoltaico	30 kV
Materiale del conduttore	Alluminio
Profondità di posa	1,0 m
Temperatura del terreno	20 °C
Resistività del terreno	1 °C m/W
Potenza nominale aerogeneratori	5,7 MW
Potenza nominale di impianto	51,3 MW
Fattore di potenza	0,95
Caduta di tensione massima ammissibile per tratta	4%

La lunghezza di ogni tratta di collegamento in cavo è stata ricavata dalla planimetria generale di impianto in cui è mostrata la posizione delle torri degli aerogeneratori ed il percorso dei cavi.

La lunghezza di cavo risultante è stata quindi aumentata per tenere in considerazione delle risalite nelle torri, sfridi, variazione di quota del terreno e piccole deviazioni di percorso.

Sono state individuate le seguenti linee in partenza dagli aerogeneratori fino alla SSU (passando per i nodi indicati in planimetria):

- Linea 1: collega le torri PELE 1, PELE 2 e PELE 3 alla SSU
- Linea 2: collega le torri PELE 4, PELE 5 e PELE 6 alla SSU
- Linea 3 collega la torre PELE 7 alla SSU
- Linea 4: collega le torri PELE 8, PELE 9 alla SSU
- Linea 5: collega la dorsale 1 in uscita dalla SSU alla Stazione Elettrica (SE) della RTN a 220 kV "Sambuca"

### 3. CRITERI DI CALCOLO.

I cavi sono stati dimensionati seguendo la normativa di riferimento. In particolare, la sezione dei cavi è stata scelta considerando i seguenti aspetti:

- Portata nominale
- Massima caduta di tensione ammissibile
- Tenuta al corto circuito
- Tipologia di posa (Trifoglio)
- Condizioni ambientali

#### 3.1 Calcolo della portata

I coefficienti di declassamento della portata in funzione delle condizioni di posa e delle condizioni ambientali risultano essere i seguenti:

- K1 (profondità di posa) 0,97
- K2 (Temperatura del suolo) 1,00
- K3 (Resistività termica del terreno) 0,93
- K4 (Vicinanza di due terne dello scavo) 0,81

#### 3.2 Calcolo delle correnti di corto circuito

In termini di correnti di corto circuito la sezione minima del conduttore può essere calcolata tramite la seguente equazione:

$$S_{min} = \frac{I_{cc} * \sqrt{t}}{C}$$

Dove:

- $I_{cc}$  = Corrente di corto circuito (A)
- $C$  = coefficiente definito dalla Norma CEI 11-17 (Tabella 4.2.2)
- $t$  = Tempo di eliminazione del corto circuito

	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO LEVA				
	RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT		31/03/2021	REV.1	Pag. 5

### 3.3 Calcolo delle correnti di corto circuito

Sul percorso considerato la caduta di tensione è calcolata secondo la formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} * I * L * (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

## 4. PROTEZIONE DEI CIRCUITI DALLE SOVRACCORRENTI.

### 4.1 Protezione dal sovraccarico

La protezione dei circuiti nei confronti di un sovraccarico, per via della tipologia di impianto elettrico in oggetto, è stata omessa in quanto sarà impossibile l'insorgere di un sovraccarico essendo le potenze in gioco ben definite e limitate dal valore di producibilità massima delle turbine eoliche. Pertanto, il dimensionamento dei cavi di distribuzione garantisce intrinsecamente la condizione di normale esercizio in relazione alle correnti di impiego in gioco. Tuttavia le protezioni dei circuiti sono state scelte garantendo che la corrente nominale dell'interruttore automatico deve essere scelta in relazione alla portata del cavo, ossia deve essere superiore o uguale alla corrente massima transitabile nel cavo per un tempo indefinito, senza che in questo si raggiungano sovratemperature inaccettabili.

### 4.2 Protezione dal corto circuito

La protezione contro i cortocircuiti è stata perseguita con interruttore e relè controllati da relè di protezione posti nel quadro di distribuzione generale della sottostazione a 30 kV. Secondo la norma IEC 60364-5-54, deve essere scelta una sezione minima del cavo che rispetti la seguente formula:

$$I^2 * t < K^2 * S^2$$

Dove:

- t è la durata del guasto in secondi
- S rappresenta la sezione del cavo in mm<sup>2</sup>
- I è il valore della corrente di corto circuito in Ampere
- K è una costante elettrica dei cavi che dipende sia dal materiale del conduttore sia dal tipo di isolante del cavo scelto

	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO LEVA			
	RELAZIONE DI CALCOLO DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT	31/03/2021	REV.1	Pag. 6

In merito al valore di corrente di cortocircuito scelto a livello del quadro MT di sottostazione, si è considerata la massima delle correnti ammissibili dalle celle di media tensione. Ci si è posti quindi nelle condizioni peggiori di esercizio, garantendo quindi un corretto dimensionamento dei cavi. Il soddisfacimento della relazione di cui sopra garantisce che il cavo, nell'intervallo di tempo compreso tra lo stabilirsi del cortocircuito e l'istante di apertura del circuito da parte delle protezioni, non risulterà danneggiato dalla sovratemperatura determinata dalla corrente di cortocircuito stessa

## 5. RISULTATI

I risultati del calcolo di dimensionamento sono riportati nella pagina successiva, con evidenziate le sezioni preliminarmente scelte per il progetto (150 mm<sup>2</sup> e 400 mm<sup>2</sup>).

Linee MT	Tratta		Caratteristiche del sistema				Caratteristiche dei Cavi			Massima Corrente Ammissibile				Calcolo C.d.T.											
	Da	A	Lungh.	Sistema	cos	Potenza	Tensione nominale	Corrente di Impiego	Sezione	Lungh.	Materiale	Tensione di esercizio	Portata (Iz)	Fattori di Correzione			Portata corr.	r	x	cos	sen	$\Delta V$	$\Delta V$	$\Delta V$ %	
			km		$\phi$	kW	V	A	mmq	km	cond.	kV	A	K1	K2	K3	K4	A	$\Omega$ /km	$\Omega$ /km	$\phi$	$\phi$	V	V	
Linea 1	PELE 1	PELE 3	3,367	3,00	0,95	5700,00	30000,00	109,70	150,00	3,367	Al	18/30 (36)	324,00	0,97	1,00	0,93	0,81	236,89	0,279	0,115	0,95	0,31	0,521	192,367	0,641
	PELE 2	PELE 3	4,153	3,00	0,95	5700,00	30000,00	109,70	150,00	4,153	Al	18/30 (36)	324,00	0,97	1,00	0,93	0,81	236,89	0,279	0,115	0,95	0,31	0,521	237,273	0,791
	PELE 3	SSU	10,627	3,00	0,95	17100,00	30000,00	329,10	400,00	10,627	Al	18/30 (36)	572,00	0,97	1,00	0,93	0,81	418,22	0,102	0,110	0,95	0,31	0,227	793,518	2,645
Linea 2	PELE 6	PELE 4	2,979	3,00	0,95	5700,00	30000,00	109,70	150,00	2,979	Al	18/30 (36)	324,00	0,97	1,00	0,93	0,81	236,89	0,279	0,115	0,95	0,31	0,521	170,199	0,567
	PELE 5	PELE 4	2,030	3,00	0,95	5700,00	30000,00	109,70	150,00	2,030	Al	18/30 (36)	324,00	0,97	1,00	0,93	0,81	236,89	0,279	0,115	0,95	0,31	0,521	115,980	0,387
	PELE 4	SSU	11,291	3,00	0,95	17100,00	30000,00	329,10	400,00	11,291	Al	18/30 (36)	572,00	0,97	1,00	0,93	0,81	517,38	0,102	0,110	0,95	0,31	0,227	843,099	2,810
Linea 3	PELE 7	SSU	9,246	3,00	0,95	5700,00	30000,00	109,70	150,00	9,246	Al	18/30 (36)	324,00	0,97	1,00	0,93	0,81	236,89	0,279	0,115	0,95	0,31	0,521	528,252	1,761
	PELE 8	PELE 9	1,423	3,00	0,95	5700,00	30000,00	109,70	150,00	1,423	Al	18/30 (36)	324,00	0,97	1,00	0,93	0,81	236,89	0,279	0,115	0,95	0,31	0,521	81,300	0,271
Linea 4	PELE 9	SSU	7,570	3,00	0,95	11400,00	30000,00	219,40	400,00	7,570	Al	18/30 (36)	572,00	0,97	1,00	0,93	0,81	418,22	0,102	0,110	0,95	0,31	0,227	376,835	1,256
	SSU	SE Terna	0,975	3,00	0,95	51300,00	220000,00	134,63	400,00	0,975	Al	220 kV	572,00	0,97	1,00	0,93	0,81	418,22	0,102	0,110	0,95	0,31	0,227	29,783	0,014