

REGIONE LAZIO

Provincia di Viterbo (VT)

COMUNE DI CELLERE



2	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	09/03/24	DE LUCA S.	SIGNORELLO A.	NASTASI A.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	16/12/22	BAIARDO G.	SIGNORELLO A.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	01/12/22	BAIARDO G.	SIGNORELLO A.	NASTASI A.
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.

Committente:

IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.A.

Sede legale in Piazzale dell'Industria, 40, 00144, Roma
Partita I.V.A. 06977481008 – PEC: iberdrolarenovablesitalia@pec.it



Società di Progettazione:



Ingegneria & Innovazione

Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere – 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409
Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

Progetto:

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CELLERE 2"

Progettista/Resp. Tecnico

Dott. Ing. Antonino Signorello
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
n° 6105 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA CALCOLI ELETTRICI RETE MT

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C22001S05-PD-RT-20-02

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

DEFINITIVO

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.





IMPIANTO FOTOVOLTAICO CELLERE 2
**RELAZIONE TECNICA CALCOLI ELETTRICI RETE
MT**



09/03/2024

REV: 2

Pag.2

INDICE

1. PREMESSA	3
2. SCOPO	3
3. PARAMETRI DI IMPIANTO PER LA CONNESSIONE – (CODICE PRATICA: 202200249).....	3
4. SPECIFICHE TECNICHE CAVI IN ALLUMINIO MT – ARE4H5EX – 18/30 kV – U _{max} 36 kV.....	4
5. DETERMINAZIONE DELLA POTENZA/CORRENTE DI CORTOCIRCUITO MT.....	6
6. MODALITA' DI CALCOLO.....	6
7. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI DI POSA.....	8
8. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI IN FUNZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE (C.d.T).....	11
9. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT IN FUNZIONE DELLA CONDIZIONE DI POSA E DELLA CADUTA DI TENSIONE	12
10. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO.....	14

	<p style="text-align: center;">IMPIANTO FOTOVOLTAICO CELLERE 2</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE TECNICA CALCOLI ELETTRICI RETE MT</p>	 <p style="text-align: center;">Ingegneria & Innovazione</p>		
		09/03/2024	REV: 2	Pag.3

1. PREMESSA

Su incarico di Iberdrola Renovables Italia S.p.A., la società ANTEX GROUP Srl ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato “Impianto Fotovoltaico Cellere 2”, da realizzarsi nei territori del Comune di Cellere (VT) – Regione Lazio.

Il progetto prevede l’installazione di un impianto fotovoltaico, con una potenza nominale pari a 26.457,6 kWp (@STC) utilizzando moduli bifacciali in silicio monocristallino, installato a terra tramite strutture fisse in acciaio zincato a caldo. La STMG elaborata da Terna prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV “Latera - S. Savino”, previa realizzazione di: – un ampliamento della stazione RTN a 150 kV di Arlena; – un nuovo elettrodotto RTN in cavo a 150 kV di collegamento dalla nuova SE RTN, con l’ampliamento della SE RTN di Arlena; – raccordi RTN a 150 kV, di cui al Piano di Sviluppo Terna, di collegamento della linea RTN a 150 kV “Arlena SE – Canino” con la stazione elettrica di trasformazione RTN 380/150 kV di Tuscania.

L’incarico della progettazione è stato affidato alla Società Antex Group S.r.l. per i suoi professionisti selezionati e qualificati che pongono a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

2. SCOPO

Scopo della presente relazione tecnica è il dimensionamento dei cavi in Media Tensione (MT), per il collegamento delle Cabine di Sottocampo (CS) alla Cabina di Centrale (CC) e dalla CC alla SSEU, da utilizzare nell'**Impianto Fotovoltaico Cellere 2** sito nei territori del Comune di Cellere, in provincia di Viterbo (VT).

3. PARAMETRI DI IMPIANTO PER LA CONNESSIONE – (CODICE PRATICA: 202200249)

La potenza in immissione richiesta per l’impianto in esame è pari a 22.600 kW.

La potenza nominale DC dell’impianto è pari a 26.457,6 kW.

La potenza nominale AC degli inverters dell’impianto è pari a 22.720 kVA.

La potenza in prelievo richiesta per i S.A. dell’impianto è pari a 100 kW.

4. SPECIFICHE TECNICHE CAVI IN ALLUMINIO MT – ARE4H5EX – 18/30 kV – Umax 36 kV

La Norma CEI 20-13 “Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV” definisce le principali regole costruttive per i cavi isolati con gomme di qualità G5 e G7 a base di elastomeri etilenpropilenici e stabilisce le prescrizioni di prova a cui devono rispondere nel collaudo. Il paragrafo 4.1.02 “Portate di corrente” afferma che per le portate in regime permanente si deve fare riferimento alla Norma CEI 20-21 “Calcolo delle portate dei cavi elettrici in regime permanente (fattore di carico 100%)” e alle tabelle CEI-UNEL 35027 (nel nostro caso). La Norma CEI-UNEL 35027 è ricavata dalla serie di Norme CEI 20-21 (recepimento della Norma IEC 60287 - serie) ed incorpora la revisione dei valori delle portate in corrente citate nelle Norme CEI.

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

ARE4H5EX COMPACT

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
 Triplex 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
 HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo
Anima
 Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno
 Mescola estrusa
Isolante
 Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)
Semiconduttivo esterno
 Mescola estrusa
Rivestimento protettivo
 Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura
 Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
 (Rmax 3Ω/Km)
Guaina
 Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)
Marcatura
 PRYSMIAN (**) ARE4H5EX <tensione> <sezione>
 <fase 1/2/3> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
 Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni
 Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali
 ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128),
 FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132),
 FMCTXs-630/C (pag. 136)
Giunti
 ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard
 HD 620/IEC 60502-2

Cable design
Core
 Compact stranded aluminium conductor
Inner semi-conducting layer
 Extruded compound
Insulation
 Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)
Outer semi-conducting layer
 Extruded compound
Protective layer
 Semiconductive watertight tape
Screen
 Aluminium tape longitudinally applied
 (Rmax 3Ω/Km)
Sheath
 Polyethylene: red colour (DMP 2 type)
Marking
 PRYSMIAN (**) ARE4H5EX <rated voltage> <cross-section>
 <phase 1/2/3> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
 Ink-jet meter marking

Applications
 According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations
 ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128),
 FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132),
 FMCTXs-630/C (pag. 136)
Joints
 ECOSPEED™ (pag. 140)



Condizioni di posa / Laying conditions



MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / *MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION*

ARE4H5EX COMPACT

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV
 Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5EX

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio	
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	(A)	(A)	(A)
								underground installation trefoil	
								p=1 °C m/W	p=2 °C m/W

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	34	2480	680
70	9,7	25,6	34	2600	680
95	11,4	26,5	35	2860	700
120	12,9	27,4	36	3120	720
150	14,0	28,1	37	3390	740
185	15,8	29,5	38	3790	760
240	18,2	31,5	42	4440	820
300	20,8	34,7	45	5240	890

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	190	175	134
70	235	215	164
95	285	255	196
120	328	291	225
150	370	324	249
185	425	368	283
240	503	426	327
300	581	480	369

5. DETERMINAZIONE DELLA POTENZA/CORRENTE DI CORTOCIRCUITO MT

Per i circuiti di media tensione a 30 kV

Considerata la sezione MT a 30 kV dell'impianto, è stato scelto un valore della corrente di cortocircuito pari a 12,5 kA. Questo è il valore di riferimento per il dimensionamento dei cavi (e delle apparecchiature MT). Si fa presente che valori tipici del potere d'interruzione delle apparecchiature MT sono: 12,5, 16, 20, 25 kA.

6. MODALITA' DI CALCOLO

La Norma CEI 11-17 al paragrafo 2.2.02 definisce le modalità di calcolo per la scelta del conduttore in relazioni a condizioni di sovracorrente. La scelta è fatta in modo tale che la temperatura del conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento o per gli altri materiali con cui il conduttore è in contatto o in prossimità.

Considerata la sovracorrente praticamente costante e il fenomeno termico sia di breve durata (cortocircuito) in modo da potersi considerare di puro accumulo (regime adiabatico), la sezione del conduttore può determinarsi mediante la seguente relazione:

$$K^2 S^2 \geq (I^2 t)$$

Dove:

- S è la sezione del conduttore in mm²;
- I è la corrente di cortocircuito, pari a 12,5 kA;
- t è la durata della corrente di cortocircuito, pari a 0,5 s (coincide con il tempo di eliminazione del guasto stabilito dal progettista);
- K costante termica del cavo scelto, ($K_{MT} = 92$).

Il valore del coefficiente K dipende dalla temperatura iniziale e finale di cortocircuito, come riportato in tabella.

Tab. 2.2.02 **Valori del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito per conduttori di rame e di alluminio**

	Temperatura iniziale θ_0 (°C)	1	2	3	4	5	6
		Temperatura finale θ_{cc} (°C)					
		140	160	180	200	220	250
Conduttori di rame	130	37	64	81	95	106	120
	120	53	74	89	102	113	126
	110	65	83	97	109	119	132
	100	76	92	105	116	125	138
	90	86	100	112	122	131	143
	85	90	104	115	125	134	146
	80	94	108	119	129	137	149
	75	99	111	122	132	140	151
	70	103	115	125	135	143	154
	65	107	119	129	138	146	157
	60	111	122	132	141	149	160
	50	118	129	139	147	155	165
	40	126	136	145	153	161	170
	30	133	143	152	159	166	176
20	141	150	158	165	172	181	
Conduttori di alluminio	130	24	41	52	61	68	78
	120	34	48	58	66	73	81
	110	42	54	63	70	77	85
	100	49	59	67	75	81	89
	90	55	64	72	79	85	92
	85	58	67	74	81	86	94
	80	61	69	77	83	88	96
	75	64	72	79	85	90	98
	70	66	74	81	87	92	99
	65	69	76	83	89	94	101
	60	72	79	85	91	96	103
	50	77	83	90	95	100	105
	40	81	88	94	99	104	110
	30	86	92	98	103	107	114
20	91	97	102	107	111	117	

Così come indicato nella Norma CEI 11-17, la temperatura iniziale del conduttore si assume uguale a quella massima ammissibile in regime permanente (massima temperatura di servizio) e la temperatura finale di cortocircuito si assume uguale a quella massima di cortocircuito per i diversi isolanti.

Per le linee MT verranno impiegati cavi tripolari elicordati in Alluminio ARE4H5EX 18/30 kV con isolante in mescola di polietilene reticolato, aventi massima temperatura di servizio pari a 90 °C e massima temperatura di cortocircuito pari a 250 °C. Pertanto, con tali valori di temperatura si ricava il valore della costante termica K che è pari a 92. Risolvendo la relazione precedente per S:

$$S_{MT} = (I_{cc} * \sqrt{t}) / K = [12,5 * \sqrt{(0,5)}] / 92 = 96,1 \text{ mm}^2$$

La sezione minima scelta è pari a 120 mm².

7. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI DI POSA

Per il dimensionamento dei cavi di Media Tensione (MT) si fa riferimento la CEI UNEL 35027 e la IEC 60502-2. Queste forniscono informazioni riguardanti la portata in corrente dei cavi calcolati nella modalità di posa di riferimento ed i coefficienti di correzione delle portate dei cavi unificati MT in funzione delle condizioni di posa diverse da quelle di riferimento.

Per cavi interrati di queste categorie di tensioni viene fornita la portata in corrente di riferimento I₀ nelle seguenti condizioni:

- Ta temperatura ambiente 20 °C;
- Profondità di posa 0,8 m;
- Rt resistività termica media radiale del terreno 1,5 K*m/W;
- Connessione schermi metallici in cortocircuito e a terra ad entrambe le estremità (solid bonding).

Per condizioni diverse viene fornita poi la seguente formula correttiva:

$$I_z = I_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

Dove:

- I_z portata in corrente nelle condizioni in esame;
- I_0 portata in corrente nelle condizioni di riferimento;
- K_1 fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C;
- K_2 fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano;
- K_3 fattore di correzione per profondità di interrimento diverse da 0,8 m;
- K_4 fattore di correzione per resistività termica del terreno diversa da 1,5 K*m/W.

Si riportano di seguito le tabelle per la scelta dei valori dei fattori di correzione da utilizzare in funzione della condizione di posa.

Table B.11 – Correction factors for ambient ground temperatures other than 20 °C

Maximum conductor temperature °C	Ambient ground temperature °C							
	10	15	25	30	35	40	45	50
90	1,07	1,04	0,96	0,93	0,89	0,85	0,80	0,76

Table B.13 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for cables in ducts

Depth of laying m	Single-core cables		Three-core cable
	Nominal conductor size mm ²		
	≤185 mm ²	>185 mm ²	
0,5	1,04	1,05	1,03
0,6	1,02	1,03	1,02
1	0,98	0,97	0,99
1,25	0,96	0,95	0,97
1,5	0,95	0,93	0,96
1,75	0,94	0,92	0,95
2	0,93	0,91	0,94
2,5	0,91	0,89	0,93
3	0,90	0,88	0,92

Table B.17 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for three-core cables in ducts

Nominal area of conductor mm ²	Values of soil thermal resistivity K·m/W						
	0,7	0,8	0,9	1	2	2,5	3
16	1,12	1,11	1,09	1,08	0,94	0,89	0,84
25	1,14	1,12	1,10	1,08	0,94	0,89	0,84
35	1,14	1,12	1,10	1,08	0,94	0,88	0,84
50	1,14	1,12	1,10	1,08	0,94	0,88	0,84
70	1,15	1,13	1,11	1,09	0,94	0,88	0,83
95	1,15	1,13	1,11	1,09	0,94	0,88	0,83
120	1,15	1,13	1,11	1,09	0,93	0,88	0,83
150	1,16	1,13	1,11	1,09	0,93	0,88	0,83
185	1,16	1,14	1,11	1,09	0,93	0,87	0,83
240	1,16	1,14	1,12	1,10	0,93	0,87	0,82
300	1,17	1,14	1,12	1,10	0,93	0,87	0,82
400	1,17	1,14	1,12	1,10	0,92	0,86	0,81

Table B.20 – Correction factors for groups of three-core cables in single way ducts in horizontal formation

Number of cables in group	Spacing between duct centres mm				
	Touching	200	400	600	800
2	0,85	0,88	0,92	0,94	0,95
3	0,75	0,80	0,85	0,88	0,91
4	0,69	0,75	0,82	0,86	0,89
5	0,65	0,72	0,79	0,84	0,87
6	0,62	0,69	0,77	0,83	0,87
7	0,59	0,67	0,76	0,82	0,86
8	0,57	0,65	0,75	0,81	–
9	0,55	0,64	0,74	0,80	–
10	0,54	0,63	0,73	–	–
11	0,52	0,62	0,73	–	–
12	0,51	0,61	0,72	–	–

8. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI IN FUNZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE (C.d.T)

Il fenomeno di abbassamento di tensione tra due punti, uno a monte e l'altro a valle, in una rete elettrica di distribuzione, viene denominato "Caduta di Tensione" (C.d.T). In tutti gli impianti elettrici occorre valutare che la differenza tra la tensione del punto d'origine dell'alimentazione e la tensione all'utilizzatore d'energia sia adeguatamente contenuta, nei limiti normativi e nei limiti di funzionamento delle apparecchiature utilizzatrici.

Un'eccessiva differenza tra i due valori nuoce al funzionamento ed al rendimento degli impianti, inoltre elevate differenze di tensione tra monte e valle è sinonimo di perdite sulla linea elettrica, con conseguente cattivo dimensionamento e non ottimizzazione dell'impianto di trasmissione dell'energia. Il valore della C.d.T. percentuale limite sarà posto a circa il 2% della tensione nominale di funzionamento del cavo in esame.

La caduta di tensione sarà contenuta mediante un corretto calcolo dimensionale delle linee. Il valore della C.d.T. può essere determinato mediante la formula:

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

Dove:

- ΔV è la caduta di tensione in V;
- I è la corrente nominale della linea in A;
- R è la resistenza della linea (rif. 90 °C – 50 Hz) in Ω/km ;
- X è la reattanza della linea (rif. 90 °C – 50 Hz) in Ω/km ;
- L è la lunghezza della linea in km.

La C.d.T. percentuale sarà quindi:

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

Dove:

- V_n è la tensione ad inizio linea in V.

La perdita di potenza è calcolata tramite la relazione:

$$P_{loss} = 3 * R * L * I_n^2$$

La perdita di potenza percentuale è calcolata tramite la relazione:

$$P_{loss\%} = \frac{P_{loss}}{(\sqrt{3} * I_n * V * \cos\varphi)} * 100$$

9. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT IN FUNZIONE DELLA CONDIZIONE DI POSA E DELLA CADUTA DI TENSIONE

Le condizioni di posa dei cavi MT impiegati nel progetto in oggetto differiscono dalle condizioni di riferimento poiché:

- La profondità di interramento è pari a 1,0 m: $K_3 = 0,98$
- La resistività termica del terreno è pari a 1,5 K*m/W: $K_4 = 1$
- È stato considerato il caso peggiore di raggruppamento dei circuiti presenti nello stesso strato (in questo progetto) 2 circuiti nello stesso strato: $K_2 = 0,9$;
- Resta invariata la temperatura del terreno pari a 20 °C: $K_1 = 1$

Pertanto, la formula diventa:

$$I_z = I_0 * 1 * 0,9 * 0,98 * 1 = I_0 * 0,882$$

Si riporta di seguito la tabella delle portate in corrente dei cavi scelti alle condizioni di riferimento e alle condizioni operative impiegate nel progetto.

Valori di I_0 alle condizioni di riferimento:

ARE4H5EX 18/30kV - Al - Triplex Sezione nominale [mmq]	Portata [A] (Trifoglio)	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]	Reattanza di fase [Ohm/km]	Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]
120	291	0,1960	0,14	0,24
150	324	0,1590	0,13	0,21
185	368	0,1280	0,13	0,18
240	426	0,0985	0,12	0,16
300	480	0,0797	0,12	0,14

Valori di I_z alle condizioni operative, (applicando i coefficienti correttivi):

ARE4H5EX 18/30kV - Al - Triplex Sezione nominale [mmq]	Portata [A]	Resistenza [Ohm/km]	Reattanza [Ohm/km]	Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]
120	256,66	0,1960	0,14	0,24
150	285,77	0,1590	0,13	0,21
185	324,58	0,1280	0,13	0,18
240	375,73	0,0985	0,12	0,16
300	423,36	0,0797	0,12	0,14

Di seguito, si riporta il calcolo delle portate di corrente circolanti negli anelli MT.

ANELLO N°1 - RETE AD ANELLO (LINEA P-Q, CON VP=VQ)									
Leq [m]	P	3640						Q	
Cabine	CCE-L1		CS1		CS2		CS3		CCE-L1
Potenza [kW]			2560		5120		5440		
L [m]		1032		1303		832		473	
In [A]			54,74		109,48		116,33		
In P [A]			39,22		39,25		15,12		
In Q [A]			15,52		70,23		101,21		
I P [A]					93,59				
I Q [A]					186,96				
ΔP [A]			38,85		-70,64				
ΔQ [A]					-38,85		70,64		
LINEA (P-A) EQUIVALENTE CON CARICHI CONCENTRATI LUNGO IL PERCORSO									
Leq [m]	P	2335						A	
Cabine	CCE-L1		CS1		CS2				
L [m]		1032		1303					
In [A]			54,74		38,85				
I Peq [A]			93,59						
LINEA (A-Q) EQUIVALENTE CON CARICHI CONCENTRATI LUNGO IL PERCORSO									
Leq [m]	A	1305						Q	
Cabine	CS2			CS3			CCE-L1		
L [m]				832			473		
In [A]		70,64				116,33			
I Qeq [A]						186,96			

ANELLO N°2 - RETE AD ANELLO (LINEA P-Q, CON VP=VQ)								
Leq_ [m]	P	9848						Q
Cabine	CCE-L2		C4		CS5		CS6	CCE-L2
Potenza [kW]			2880		5120		1600	
L_ [m]		1981		993		1973		4901
In_ [A]			61,58		109,48		34,21	
In_P [A]			49,20		76,42		17,03	
In_Q [A]			12,39		33,06		17,19	
I_P [A]		142,64						
I_Q [A]		62,64						
ΔP [A]			81,06		-28,42			
ΔQ [A]					-81,06		28,42	
LINEA (P-A) EQUIVALENTE CON CARICHI CONCENTRATI LUNGO IL PERCORSO								
Leq_ [m]	P	2974			A			
Cabine	CCE-L2		C4		CS5			
L_ [m]		1981		993				
In_ [A]			61,58		81,06			
I_Peq [A]		142,64						
LINEA (A-Q) EQUIVALENTE CON CARICHI CONCENTRATI LUNGO IL PERCORSO								
Leq_ [m]	A	6874			Q			
Cabine	CS5				CS6		CCE-L2	
L_ [m]				1973		4901		
In_ [A]			28,42		34,21			
I_Qeq [A]		62,64						

Una volta calcolata la portata di corrente circolante negli anelli delle linee MT interne all'impianto, è possibile effettuare il dimensionamento in funzione della caduta di tensione. Di seguito sono riportati i calcoli effettuati.

RETE AD ANELLO N°1 (LINEA P-Q, CON VP=VQ)									
Linea	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
P-A	CC-L1>>CS2	93,59	2335	120	89,9	0,300	12,0	0,000	ST - ELICORD
A-Q	CS2>>CC-L1	186,96	1305	120	100,3	0,334	26,8	0,000	ST - ELICORD
RETE AD ANELLO N°1 (LINEA P-Q, CON VP=VQ)									
Linea	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
P-A	CC-L2>>CS5	142,64	2974	120	174,5	0,582	35,6	0,001	ST - ELICORD
A-Q	CS5>>CC-L2	62,64	6874	120	177,1	0,590	15,9	0,001	ST - ELICORD
RETE MT (Cabina di Centrale - SSEU Iberdrola)									
Linea	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mmq]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	Posa
1	CC>>SSEU	485,83	1989	120	198,7	0,662	69,0	0,000	DT - ELICORD
					C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]	
Totale:					740,4	2,5	159,3	0,002	

Il cavidotto di collegamento dalla cabina di centrale alla cabina di stazione in SSEU verrà realizzato mediante la posa di una doppia terna di cavi tripolari elicordati (due conduttori per fase).

10. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI MT IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO

Per il dimensionamento alla temperatura di funzionamento si è utilizzata la seguente relazione:

$$T_r = T_a + [(T_c - T_a) * (I_n / (N * I_z))^2]$$

Dove:

- T_r temperatura di regime (o di funzionamento) in °C;
- T_a temperatura ambiente del terreno, 20 °C;
- T_c temperatura massima di esercizio, 90 °C;
- I_n è la corrente nominale di linea in A;
- I_z è la portata nominale di linea (corretta dai coefficienti) in A;
- N è il numero di conduttori per fase, 1.

Si riporta di seguito esempio del valore di temperature di regime ottenuta per le linee di sottocampo dell'impianto:

RETE AD ANELLO N°1 (LINEA P-Q, CON VP=VQ)					
LINEA	TRATTA	In [A]	Sez. cavo [mmq]	Tr [°C]	Posa
P-A	CC-L1>>CS2	93,6	120	29,3	ST - ELICORD
A-Q	CS2>>CC-L1	187,0	120	57,1	ST - ELICORD
RETE AD ANELLO N°1 (LINEA P-Q, CON VP=VQ)					
LINEA	TRATTA	In [A]	Sez. cavo [mmq]	Tr [°C]	Posa
P-A	CC-L2>>CS5	142,6	120	41,6	ST - ELICORD
A-Q	CS5>>CC-L2	62,6	120	24,2	ST - ELICORD
RETE MT (Cabina di Centrale - SSEU Iberdrola)					
LINEA	TRATTA	In [A]	Sez. cavo [mmq]	Tr [°C]	Posa
1	CC>>SSEU	485,8	120	82,7	DT - ELICORD

La temperatura di regime dei cavi è inferiore alla massima temperatura di esercizio, quindi non sono riportate modifiche.