

**Regione Puglia
Provincia di Brindisi
Comune di Brindisi**

PROGETTO DEFINITIVO: IMPIANTO FV-PINICELLE



OGGETTO:

PROVVEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA) AI SENSI DELL'ART. 27 DEL D.LGS. 152/2006
 PER LA REALIZZAZIONE E L'ESPLORAZIONE DI UN IMPIANTO A PANNELLI SOLARI
 E DI TUTTE LE OPERAZIONI CONNESSE

PROCEDURA AUTORIZZATIVA:

Provvedimento Unico Ambientale (PUA) ai sensi dell'art.27 del D.Lgs.152/2006

IL COMMITTENTE ENERGIE GREEN PUGLIA S.R.L. VIA XX SETTEMBRE N.69 - PALERMO (PA) P.IVA 06829690822 timbro e firma 		IL PROGETTISTA Ing. Giuseppe Santaromita Villa Collaboratori: Ing. Lo Bello Alessia Ing. Torrissi Roberta Ing. Messina Valeria Ing. Bazan Flavia Ing. Cavarretta Maria Vincenza Ing. Conoscenti Rosalia Ing. Lala Rosa Maria Ing. Lo Re Monica Ing. Mazzeo Melania Ing. Pintaldi Giulia Ing. Scacciaferro Anna timbro e firma 	
COD. ELAB:	ELABORATO:		
A29	RELAZIONE CAVI IMPIANTO		
REVISIONE:		CODICE DI RINTRACCIABILITA':	DATA:
REV.02		201900072	20/05/2022
TIMBRO ENTE AUTORIZZANTE			

Sommario

1. Premessa.....	3
2. Cavi solari di stringa BT in DC	4
3. Cavi BT in AC	5
3.1 Calcolo preliminare di dimensionamento e sezione dei cavi.....	5
4. Cavi di potenza MT in AC.....	9
4.1 Dati di progetto.....	11
4.2 Calcolo preliminare di dimensionamento e sezione dei cavi.....	11
4.2.1 Criteri di calcolo.....	14
4.2.2 Risultati	14
4.2.1 Verifica cavi	17
5. Cavi alimentazione trackers	18
6. Cavi Dati	18
7. Rete di terra.....	18
8. Misure di protezione e sicurezza.....	19
8.1 Protezioni elettriche.....	19
8.1.1 Protezione contro il corto circuito.....	19
8.2 Misure di protezione contro i contatti diretti	19
8.3 Misure di protezione contro i contatti indiretti	19
8.4 Misure di protezione dalle scariche atmosferiche	19
9. Misura dell'energia	20
10. Sistemi Ausiliari.....	21
10.1 Sistema di sicurezza e sorveglianza.....	21
10.2 Sistema di monitoraggio e controllo.....	21
10.3 Sistema di illuminazione e forza motrice	22
11. Componenti collegamento in cavo AT	23
11.1 Tipo di cavo	23

11.1.1	Conduttore	23
11.1.2	Isolamento	23
11.1.3	Strati semiconduttivi interno ed esterno	23
11.1.4	Schermo.....	24
11.1.5	Guaina esterna	24
11.2	Profondità e modalità di posa del cavo.....	25
11.3	Camera giunti.....	27
11.4	Terminali cavi.....	28
12.	Conclusioni	30

1. Premessa

Il presente elaborato tecnico riguarda il Progetto per la “*Realizzazione di un Impianto Agro-Fotovoltaico denominato FV-Pinicelle di potenza pari a 26,00 MW e relative opere di connessione da installare nel territorio di Brindisi (BR)*” proposto dalla Società Energie Green Puglia S.r.l. e commissionato allo Studio di Progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa per lo sviluppo di un impianto agro-fotovoltaico localizzato nelle Contrade Casignano, Masciullo, Restinco e La Gonnella nel comune di Brindisi (BR).

Nello specifico, il progetto in esame prevede la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato **FV-Pinicelle** della potenza in immissione in rete di **26.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **29.328,00 kW** in corrente continua, localizzato all’interno del territorio comunale di Brindisi (BR) e costituito da cinque sotto-impianti della potenza in immissione in rete rispettivamente di:

- **FV-Casignano** di potenza **10.400,00 kW** in AC e di **11.815,00 kW** in DC;
- **FV-Masciullo** di potenza **5.600,00 kW** in AC e di **6.317,00 kW** in DC;
- **FV-Lo Spada** di potenza **3.000,00 kW** in AC e di **3.274,00 kW** in DC;
- **FV-Restinco** di potenza **2.000,00 kW** in AC e di **2.162,00 kW** in DC;
- **FV-La Gonnella** di potenza **5.000,00 kW** in AC e di **5.761,00 kW** in DC.

Il parco agro-fotovoltaico denominato FV-Pinicelle, meglio rappresentato nelle tavole di progetto, sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite il collegamento delle dorsali MT interrate 30 kV alla SSEU FV-Pinicelle 150/30 kV, dove la tensione sarà successivamente convogliata tramite elettrodotto AT interrato 150 kV allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi".

La presente relazione ha lo scopo di descrivere i cavi presenti all’interno del parco agro-fotovoltaico FV-Pinicelle in BT e MT, i cavidotti MT di parallelo e la Dorsale MT di collegamento alla SSEU FV-Pinicelle 150/30 kV, oltre che i componenti necessari per la realizzazione del collegamento in cavo AT dalla Sottostazione Elettrica Utente allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi".

2. Cavi solari di stringa BT in DC

Sono definiti cavi solari di stringa, i cavi che collegano le stringhe (i moduli in serie) agli inverter di stringa e hanno una sezione variabile da 6 a 10 mm² (in funzione della distanza del collegamento).

I cavi solari di stringa sono alloggiati all'interno del profilato della struttura e interrati per brevi tratti (tra inizio vela e inverter di stringa).

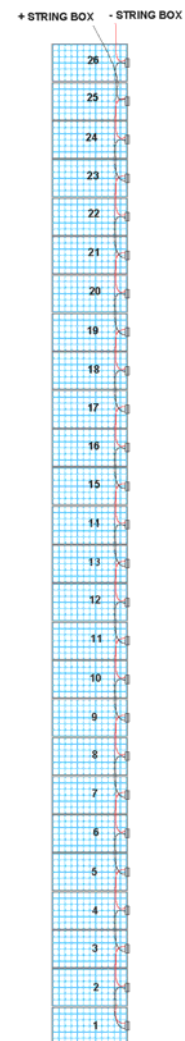
I cavi saranno conformi CPR FG16R16 o equivalenti indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi multipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolamento in gomma e guaina in PVC.

Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono e ai raggi UV.

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del rame

Totale lunghezza cavi solari di stringa: 55.560,00 m



3. Cavi BT in AC

Sono definiti cavi BT in AC, i cavi che collegano gli inverter di stringa ai trasformatori e hanno una sezione variabile da 35 a 75 mm² (in funzione della distanza del collegamento).

I cavi BT in AC sono direttamente interrati e solo in alcuni brevi tratti possono essere posati sulla struttura all'interno del profilato della struttura portamoduli. I cavi saranno conformi CPR FG16R16 o equivalenti indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi multipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolamento in gomma e guaina in PVC.

Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono e ai raggi UV.

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del rame

3.1 Calcolo preliminare di dimensionamento e sezione dei cavi

La lunghezza di ogni tratta di collegamento in cavo è stata ricavata dalla planimetria generale di impianto in cui è mostrata la posizione degli inverter di stringa, la posizione dei trasformatori e il relativo percorso dei cavi; a questa lunghezza teorica si sono aggiunti 15 m di risalita cavi per ciascun collegamento.

La lunghezza di cavo risultante è stata quindi aumentata del 3% per tenere in considerazione sfridi, variazione di quota del terreno e piccole deviazioni di percorso.

Si riportano per il parco agro-fotovoltaico FV-Pincelle le sezioni e le lunghezze dei cavi BT in AC:

Tabella 3-1 Calcolo lunghezze cavi per ciascuna tratta e dimensionamento preliminare dei cavi BT

Tratta		Distanza	N. Risalite	Lunghezza	Lunghezza con risalite	Margine	Lunghezza cavo	Sezione selezionata
da	a	[m]	-	[m]	[m]	[%]	[m]	[mm ²]
Inv05i	TF05	199	2	15	229	3	236	75
Inv05e	TF05	127	2	15	157	3	162	50

Progetto di un Impianto Agro-Fotovoltaico nel Comune di Brindisi (BR)
 Studio di Progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa

Tratta		Distanza	N. Risalite	Lunghezza	Lunghezza con risalite	Margine	Lunghezza cavo	Sezione selezionata
<i>da</i>	<i>a</i>	[m]	-	[m]	[m]	[%]	[m]	[mm ²]
Inv05b	TF05	50	2	15	80	3	82	35
Inv05c	TF05	102	2	15	132	3	136	50
Inv05g	TF05	163	2	15	193	3	199	50
Inv05l	TF05	217	2	15	247	3	254	75
Inv08d	TF08	178	2	15	208	3	214	75
Inv08c	TF08	196	2	15	226	3	233	75
Inv08b	TF08	214	2	15	244	3	251	75
Inv08a	TF08	232	2	15	262	3	270	75
Inv08l	TF08	82	2	15	112	3	115	50
Inv04e	TF04	34	2	15	64	3	66	35
Inv04f	TF04	50	2	15	80	3	82	35
Inv13a	TF13	45	2	15	75	3	77	35
Inv15c	TF15	36	2	15	66	3	68	35
Inv07a	TF07	128	2	15	158	3	163	50
Inv07e	TF07	173	2	15	203	3	209	75
Inv07c	TF07	157	2	15	187	3	193	50
Inv07b	TF07	150	2	15	180	3	185	50
Inv07d	TF07	165	2	15	195	3	201	75
Inv07f	TF07	181	2	15	211	3	217	75
Inv07h	TF07	196	2	15	226	3	233	75
Inv07l	TF07	212	2	15	242	3	249	75
Inv05a	TF05	45	2	15	75	3	77	35
Inv05d	TF05	101	2	15	131	3	135	50
Inv05f	TF05	137	2	15	167	3	172	50
Inv05h	TF05	171	2	15	201	3	207	75
Inv08h	TF08	47	2	15	77	3	79	35
Inv08e	TF08	160	2	15	190	3	196	50
Inv08i	TF08	65	2	15	95	3	98	35
Inv08g	TF08	29	2	15	59	3	61	35
Inv08f	TF08	12	2	15	42	3	43	35
Inv02b	TF02	54	2	15	84	3	87	35
Inv09b	TF09	45	2	15	75	3	77	35
Inv09c	TF09	65	2	15	95	3	98	35
Inv09d	TF09	82	2	15	112	3	115	50
Inv09e	TF09	99	2	15	129	3	133	50
Inv10e	TF10	31	2	15	61	3	63	35
Inv13d	TF13	63	2	15	93	3	96	35
Inv10a	TF10	93	2	15	123	3	127	50
Inv10b	TF10	82	2	15	112	3	115	50
Inv10c	TF10	77	2	15	107	3	110	50
Inv10d	TF10	47	2	15	77	3	79	35
Inv11d	TF11	70	2	15	100	3	103	50
Inv11c	TF11	46	2	15	76	3	78	35
Inv11b	TF11	22	2	15	52	3	54	35

Progetto di un Impianto Agro-Fotovoltaico nel Comune di Brindisi (BR)
 Studio di Progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa

Tratta		Distanza	N. Risalite	Lunghezza	Lunghezza con risalite	Margine	Lunghezza cavo	Sezione selezionata
<i>da</i>	<i>a</i>	[m]	-	[m]	[m]	[%]	[m]	[mm ²]
Inv11a	TF11	77	2	15	107	3	110	50
Inv11e	TF11	80	2	15	110	3	113	50
Inv09a	TF09	28	2	15	58	3	60	35
Inv15d	TF15	45	2	15	75	3	77	35
Inv15b	TF15	27	2	15	57	3	59	35
Inv14d	TF14	191	2	15	221	3	228	75
Inv14c	TF14	13	2	15	43	3	44	35
Inv13e	TF13	243	2	15	273	3	281	75
Inv13b	TF13	224	2	15	254	3	262	75
Inv13f	TF13	73	2	15	103	3	106	50
Inv12d	TF12	13	2	15	43	3	44	35
Inv12a	TF12	48	2	15	78	3	80	35
Inv06i	TF06	120	2	15	150	3	155	50
Inv06l	TF06	128	2	15	158	3	163	50
Inv07g	TF07	189	2	15	219	3	226	75
Inv07i	TF07	204	2	15	234	3	241	75
Inv02a	TF02	91	2	15	121	3	125	50
Inv02d	TF02	41	2	15	71	3	73	35
Inv13l	TF13	101	2	15	131	3	135	50
Inv13i	TF13	91	2	15	121	3	125	50
Inv14a	TF14	38	2	15	68	3	70	35
Inv20a	TF20	84	2	15	114	3	117	50
Inv20d	TF20	109	2	15	139	3	143	50
Inv18d	TF18	97	2	15	127	3	131	50
Inv18b	TF18	16	2	15	46	3	47	35
Inv18e	TF18	121	2	15	151	3	156	50
Inv18a	TF18	31	2	15	61	3	63	35
Inv16a	TF16	30	2	15	60	3	62	35
Inv16c	TF16	69	2	15	99	3	102	50
Inv16d	TF16	88	2	15	118	3	122	50
Inv17a	TF17	23	2	15	53	3	55	35
Inv17d	TF17	159	2	15	189	3	195	50
Inv17e	TF17	205	2	15	235	3	242	75
Inv01c	TF01	70	2	15	100	3	103	50
Inv19e	TF19	73	2	15	103	3	106	50
Inv19d	TF19	9	2	15	39	3	40	35
Inv19c	TF19	38	2	15	68	3	70	35
Inv19a	TF19	155	2	15	185	3	191	50
Inv20c	TF20	21	2	15	51	3	53	35
Inv18c	TF18	76	2	15	106	3	109	50
Inv17b	TF17	68	2	15	98	3	101	50
Inv17c	TF17	114	2	15	144	3	148	50
Inv16b	TF16	49	2	15	79	3	81	35
Inv16e	TF16	80	2	15	110	3	113	50

Tratta		Distanza	N. Risalite	Lunghezza	Lunghezza con risalite	Margine	Lunghezza cavo	Sezione selezionata
da	a	[m]	-	[m]	[m]	[%]	[m]	[mm ²]
Inv04a	TF04	71	2	15	101	3	104	50
Inv04c	TF04	53	2	15	83	3	85	35
Inv04b	TF04	62	2	15	92	3	95	35
Inv03b	TF03	23	2	15	53	3	55	35
Inv03a	TF03	30	2	15	60	3	62	35
Inv04g	TF04	70	2	15	100	3	103	50
Inv04h	TF04	90	2	15	120	3	124	50
Inv04i	TF04	110	2	15	140	3	144	50
Inv04l	TF04	131	2	15	161	3	166	50
Inv06f	TF06	97	2	15	127	3	131	50
Inv06b	TF06	66	2	15	96	3	99	35
Inv06g	TF06	105	2	15	135	3	139	50
Inv06h	TF06	113	2	15	143	3	147	50
Inv06a	TF06	58	2	15	88	3	91	35
Inv06c	TF06	74	2	15	104	3	107	50
Inv06e	TF06	89	2	15	119	3	123	50
Inv06d	TF06	82	2	15	112	3	115	50
Inv04d	TF04	43	2	15	73	3	75	35
Inv01a	TF01	42	2	15	72	3	74	35
Inv01d	TF01	88	2	15	118	3	122	50
Inv01e	TF01	99	2	15	129	3	133	50
Inv02c	TF02	50	2	15	80	3	82	35
Inv12c	TF12	33	2	15	63	3	65	35
Inv12h	TF12	33	2	15	63	3	65	35
Inv12b	TF12	43	2	15	73	3	75	35
Inv12e	TF12	15	2	15	45	3	46	35
Inv12g	TF12	24	2	15	54	3	56	35
Inv12l	TF12	43	2	15	73	3	75	35
Inv12i	TF12	212	2	15	242	3	249	75
Inv12f	TF12	194	2	15	224	3	231	75
Inv13g	TF13	82	2	15	112	3	115	50
Inv14b	TF14	22	2	15	52	3	54	35
Inv13h	TF13	261	2	15	291	3	300	75
Inv13c	TF13	54	2	15	84	3	87	35
Inv20b	TF20	57	2	15	87	3	90	35
Inv20e	TF20	164	2	15	194	3	200	50
Inv19b	TF19	101	2	15	131	3	135	50
Inv01b	TF01	60	2	15	90	3	93	35
Inv02e	TF02	32	2	15	62	3	64	35
Inv15a	TF15	12	2	15	42	3	43	35
							16241	

Totale lunghezza cavi BT in AC: 16.241,00 m

4. Cavi di potenza MT in AC

Sono definiti cavi di potenza MT in AC, i cavi che collegano i trasformatori alle cabine di parallelo e quest'ultime tra loro e hanno una sezione di 185 mm².

I cavi di potenza MT in AC sono direttamente interrati. I cavi saranno conformi CPR RG7H1M1 - 18/30 kV o equivalenti indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici.

I cavi saranno unipolari, isolati in gomma HEPR di qualità G7 senza piombo, con posa a trifoglio. È ammessa la posa interrata, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

I cavi MT (di progetto 30 kV), oltre a collegare le cabine presenti all'interno dell'impianto, mediante due Dorsali MT di sezione 400 mm² collegano il parco agro-fotovoltaico FV-Pinicelle alla nuova Sottostazione Elettrica Utente SSEU FV-Pinicelle.

Il tracciato dei cavi MT, di fatti, può essere distinto in :

- **Cavo MT interrato (interno ai singoli sotto-impianti):** interessa il collegamento dei Trasformatori dei singoli sotto-impianti alle rispettive Cabine di Parallelo;
- **Cavo MT di parallelo interrato (interno al parco agro-fotovoltaico):** consente il collegamento tra i sotto-impianti del parco agro-fotovoltaico FV-Pinicelle a partire dalle rispettive Cabine di Parallelo ubicate in prossimità degli ingressi;
- **Dorsale MT interrata:** da interrare su viabilità esistente e collegherà le Cabine di Parallelo ubicate nei sotto-impianti FV-Lo Spada e FV-La Gonnella con la nuova Sottostazione Elettrica Utente (SSEU FV-Pinicelle) collegata in AT allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi".

La posa dei cavi è prevista ad una profondità minima di 1,2 m. È prevista la posa di ball marker per individuare il percorso dei cavi, i giunti, le interferenze con altri sottoservizi e i cambi di direzione.

Caratteristiche dei cavi

Tipo	<i>Unipolare con posa a trifoglio</i>
Materiale conduttore	<i>Rame</i>
Isolamento	<i>Gomma, qualità G7 senza piombo</i>
Schermo	<i>Fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale</i>
Guaina	<i>Termoplastica LS0H, qualità M1</i>
Tensione nominale (U₀/U)	<i>18/30 kV</i>
Sezione	<i>185 mm² nei cavi MT interni e di parallelo, 400 mm² per la Dorsale</i>

Il tracciato dei cavi MT interrati, dei cavi MT di parallelo interrati e della Dorsale MT anch'essa interrata è chiaramente identificabile nelle Tavole di progetto allegate.

Le linee elettriche provenienti dai trasformatori vengono messe in parallelo sulle cabine di parallelo MT (*C.Paral.0n*), che in particolare sono così suddivise:

- **C. Paral. 01:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF01 e TF02 presenti nel sotto-impianto FV-Restinco;
- **C. Paral. 02:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF03, TF04, TF05, TF06 e TF07 presenti nel sotto-impianto FV-Casignano;
- **C. Paral. 03:** Mette in parallelo la linea proveniente dal trasformatore TF08 presente nel sotto-impianto FV-Casignano;
- **C. Paral. 04:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF09, TF10 e TF11 presenti nel sotto-impianto FV-Lo Spada e le linee provenienti dalle cabine di parallelo 01, 02, 03 e 05;
- **C. Paral. 05:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF12, TF13, TF14 e TF15 presenti nel sotto-impianto FV-Masciullo;
- **C. Paral. 06:** Mette in parallelo la linea proveniente dal trasformatore TF20 presente nel sotto-impianto FV-La Gonnella e la linea proveniente dalla cabina di parallelo 07;
- **C. Paral. 07:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF16, TF17, TF18 e TF19 presenti nel sotto-impianto FV-La Gonnella.

4.1 Dati di progetto

In Tabella a seguire si riportano i dati di progetto per il dimensionamento dei cavi.

Tabella 4-1 Dati di progetto per il dimensionamento dei cavi a 30 kV

DATI DI PROGETTO	VALORE
Tensione di rete impianto fotovoltaico	30 kV
Materiale conduttore	Rame
Profondità di posa	Min 1,2 m
Temperatura del terreno	20 °C
Resistività del terreno	1 °C m/W
Potenza nominale trasformatore in resina	500 kVA
Potenza nominale trasformatore in resina	1000 kVA
Potenza nominale trasformatore in resina	2000 kVA
Potenza di impianto (AC)	26.000,00 kW
Potenza di Impianto (DC)	29.328,00 kW
Fattore di potenza	0,94
Caduta di tensione massima ammissibile per ogni tratta	2%
Margine sulla lunghezza complessiva dei cavi	3%

4.2 Calcolo preliminare di dimensionamento e sezione dei cavi

La lunghezza di ogni tratta di collegamento in cavo è stata ricavata dalla planimetria generale di impianto in cui è mostrata la posizione dei trasformatori, delle cabine di parallelo e il relativo percorso dei cavi; a questa lunghezza teorica si sono aggiunti 15 m di risalita cavi per ciascun collegamento.

La lunghezza di cavo risultante è stata quindi aumentata del 3% per tenere in considerazione sfridi, variazione di quota del terreno e piccole deviazioni di percorso.

Si riportano nella tabella a seguire le lunghezze risultanti per ciascuna tratta:

Tabella 4-2 Calcolo lunghezze cavi per ciascuna tratta e dimensionamento preliminare dei cavi MT interni

CAVI MT INTERNI									
Tratta		Distanza	N. Risalite	Lunghezza	Lunghezza con risalite	Margine	Lunghezza cavo	Sezione selezionata	Tipologia di cavo
da	a	[m]	-	[m]	[m]	[%]	[m]	[mm ²]	
TF18	C.Parall.07	191	2	15	221	3	228	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF16	C.Parall.07	91	2	15	121	3	125	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF17	C.Parall.07	63	2	15	93	3	96	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF03	C.Parall.02	382	2	15	412	3	424	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF04	C.Parall.02	362	2	15	392	3	404	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF05	C.Parall.02	531	2	15	561	3	578	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF02	C.Parall.01	169	2	15	199	3	205	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF01	C.Parall.01	187	2	15	217	3	224	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF10	C.Parall.04	187	2	15	217	3	224	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF09	C.Parall.04	16	2	15	46	3	47	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF11	C.Parall.04	279	2	15	309	3	318	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF13	C.Parall.05	31	2	15	61	3	63	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF12	C.Parall.05	39	2	15	69	3	71	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF19	C.Parall.07	238	2	15	268	3	276	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF15	C.Parall.05	101	2	15	131	3	135	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF14	C.Parall.05	94	2	15	124	3	128	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF08	C.Parall.03	125	2	15	155	3	160	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF07	C.Parall.02	225	2	15	255	3	263	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF06	C.Parall.02	233	2	15	263	3	271	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF20	C.Parall.06	110	2	15	140	3	144	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio

Tabella 4-3 Calcolo lunghezze cavi per ciascuna tratta e dimensionamento preliminare dei cavi MT di parallelo

CAVI MT PARALLELO									
Tratta		Distanza	N. Risalite	Lunghezza	Lunghezza con risalite	Margine	Lunghezza cavo	Sezione selezionata	Tipologia di cavo
da	a	[m]	-	[m]	[m]	[%]	[m]	[mm ²]	
C.Parall.06	C.Parall.07	502	2	15	532	3	548	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C.Parall.03	C.Parall.04	194	2	15	224	3	231	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C.Parall.05	C.Parall.04	1607	2	15	1637	3	1686	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C.Parall.01	C.Parall.04	1396	2	15	1426	3	1469	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C.Parall.02	C.Parall.04	482	2	15	512	3	527	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio

Tabella 4-4 Calcolo lunghezze cavi per ciascuna tratta e dimensionamento preliminare dei cavi MT di dorsale

DORSALE MT									
Tratta		Distanza	N. Risalite	Lunghezza	Lunghezza con risalite	Margine	Lunghezza cavo	Sezione selezionata	Tipologia di cavo
da	a	[m]	-	[m]	[m]	[%]	[m]	[mm ²]	
C.Paral.04	SSEU FV-Pinicelle	6689	2	15	6719	3	6921	3x3x400	Unipolare con posa a trifoglio
C.Paral.06	SSEU FV-Pinicelle	2240	2	15	2270	3	2338	3x3x400	Unipolare con posa a trifoglio

Legenda Tabella:

TF0n = Trasformatori

C. Paral. 0n = Cabina di Parallelo

SSEU = Sottostazione Elettrica Utente FV-Pinicelle

4.2.1 Criteri di calcolo

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

- Portata nominale
- Massima caduta di tensione ammissibile
- Tenuta al cortocircuito
- Tipologia di posa (trifoglio)
- Condizioni ambientali

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): 1,0
- K2 (temperatura del suolo): 1,0
- K3 (resistività termica del terreno): 1,0
- K4 (vicinanza di due terne nello scavo): 0,814

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:

$$S_{\min} = (I_{cc} \cdot \sqrt{t}) / C$$

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

Calcolo della caduta di tensione

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

$$\Delta V = [k \cdot (R \cdot \cos j + X \cdot \sin j)] \cdot I \cdot L \quad (\text{dove } k \text{ vale } 1.73 \text{ per linee trifasi})$$

4.2.2 Risultati

I risultati del dimensionamento preliminare sono riportati nella tabella a seguire. In particolare, considerazioni economiche portano a scegliere per le connessioni tra i trasformatori e le cabine di

parallelo e di quest'ultime tra loro, una sezione comune di 185 mm² anche per i tratti di rete la cui verifica dà sezioni più piccole, mentre per la connessione, mediante le Dorsali MT interrate, della cabina di parallelo (C. Paral. 04) ubicata nel sotto-impianto FV-Lo Sapada e della cabina di parallelo (C. Paral. 06) ubicata nel sotto-impianto FV-La Gonnella, con la SSEU FV-Pinicelle una sezione di 400 mm².

Tabella 4-5 Risultati dimensionamento preliminare dei cavi MT interni

CAVI MT INTERNI				
Tratta		Lunghezza cavo	Sezione selezionata	Tipologia di cavo
da	a	[m]	[mm ²]	
TF18	C.Parall.07	228	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF16	C.Parall.07	125	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF17	C.Parall.07	96	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF03	C.Parall.02	424	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF04	C.Parall.02	404	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF05	C.Parall.02	578	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF02	C.Parall.01	205	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF01	C.Parall.01	224	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF10	C.Parall.04	224	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF09	C.Parall.04	47	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF11	C.Parall.04	318	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF13	C.Parall.05	63	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF12	C.Parall.05	71	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF19	C.Parall.07	276	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF15	C.Parall.05	135	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF14	C.Parall.05	128	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF08	C.Parall.03	160	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF07	C.Parall.02	263	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF06	C.Parall.02	271	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF20	C.Parall.06	144	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio

Tabella 4-6 Risultati dimensionamento preliminare dei cavi MT di parallelo

CAVIDOTTI MT PARALLELO				
Tratta		Lunghezza cavo	Sezione selezionata	Tipologia di cavo
da	a	[m]	[mm ²]	
C.Parall.06	C.Parall.07	548	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C.Parall.03	C.Parall.04	231	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C.Parall.05	C.Parall.04	1686	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C.Parall.01	C.Parall.04	1469	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C.Parall.02	C.Parall.04	527	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio

Tabella 4-7 Risultati dimensionamento preliminare dei cavi MT di dorsale

DORSALE MT				
Tratta		Lunghezza cavo	Sezione selezionata	Tipologia di cavo
da	a	[m]	[mm ²]	
C.Paral.04	SSEU FV-Pinicelle	6921	3x3x400	Unipolare con posa a trifoglio
C.Paral.06	SSEU FV-Pinicelle	2338	3x3x400	Unipolare con posa a trifoglio

4.2.1 Verifica cavi

ID Dorsale	Tratta da - a		Tensione [kV]	P [kW]	I [A]	Circuito	Lungh. [m]	Formazione	Sigla cavo	Cavi/fase	Sez. [mmq]	Portata cavo [A]	DV [%]	DP [%]	Check If<Iz
Cavi MT interni	TF18	C.Parall.07	30	1.000	21,38	RST	228	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00374	0,001	OK
	TF16	C.Parall.07	30	1.000	21,38	RST	125	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00205	0,001	OK
	TF17	C.Parall.07	30	1.000	21,38	RST	96	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00157	0,001	OK
	TF03	C.Parall.02	30	500	10,69	RST	424	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00348	0,001	OK
	TF04	C.Parall.02	30	2.000	42,77	RST	404	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,01325	0,005	OK
	TF05	C.Parall.02	30	2.000	42,77	RST	578	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,01896	0,007	OK
	TF02	C.Parall.01	30	1.000	21,38	RST	205	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00336	0,001	OK
	TF01	C.Parall.01	30	1.000	21,38	RST	224	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00367	0,001	OK
	TF10	C.Parall.04	30	1.000	21,38	RST	224	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00367	0,001	OK
	TF09	C.Parall.04	30	1.000	21,38	RST	47	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00077	0,000	OK
	TF11	C.Parall.04	30	1.000	21,38	RST	318	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00522	0,002	OK
	TF13	C.Parall.05	30	2.000	42,77	RST	63	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00207	0,001	OK
	TF12	C.Parall.05	30	2.000	42,77	RST	71	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00233	0,001	OK
	TF19	C.Parall.07	30	1.000	21,38	RST	276	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00453	0,002	OK
	TF15	C.Parall.05	30	1.000	21,38	RST	135	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00221	0,001	OK
	TF14	C.Parall.05	30	1.000	21,38	RST	128	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00210	0,001	OK
	TF08	C.Parall.03	30	2.000	42,77	RST	160	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00525	0,002	OK
	TF07	C.Parall.02	30	2.000	42,77	RST	263	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00863	0,003	OK
TF06	C.Parall.02	30	2.000	42,77	RST	271	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00889	0,003	OK	
TF20	C.Parall.06	30	1.000	21,38	RST	144	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00236	0,001	OK	
Cavi MT di parallelo	C.Parall.06	C.Parall.07	30	4.000	85,53	RST	548	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,03595	0,013	OK
	C.Parall.03	C.Parall.04	30	2.000	42,77	RST	231	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00758	0,003	OK
	C.Parall.05	C.Parall.04	30	6.000	128,30	RST	1686	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,16591	0,062	OK
	C.Parall.01	C.Parall.04	30	2.000	42,77	RST	1469	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,04818	0,018	OK
	C.Parall.02	C.Parall.04	30	8.500	181,76	RST	527	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,07347	0,027	OK
Dorsale MT	C.Paral.04	SSEU	30	21.500	178,19	RST	6921	3x	RG7H1M1	3	400	732	0,46937	0,067	OK
	C.Paral.06	SSEU	30	5.000	178,19	RST	2338	3x	RG7H1M1	3	400	732	0,15856	0,098	OK

5. Cavi alimentazione trackers

Sono cavi di bassa tensione utilizzati per alimentare elettricamente i motori presenti sulle strutture. Potranno essere installati dei quadri di distribuzione per alimentare più motori contemporaneamente. Questi cavi sono alloggiati sia sulle strutture (nei profilati metallici della struttura) che interrati. In alternativa i motori potrebbero essere alimentati dalle string box con alimentatori DC/AC, senza modificare né le caratteristiche dei cavi né il tipo di posa.

Si utilizzerà un cavo per energia, isolato con gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi (tipo FG7R).

6. Cavi Dati

Costituiscono i cavi di trasmissione dati riguardanti i vari sistemi (fotovoltaico, trackers, stazioni meteo, antintrusione, videosorveglianza, contatori, apparecchiature elettriche, sistemi di sicurezza, connessione verso l'esterno, ecc.)

Le tipologie di cavo possono essere di due tipi:

- Cavo RS485 per tratte di cavo di lunghezza limitata;
- Cavo in F.O., per i tratti più lunghi.

7. Rete di terra

La rete di terra è realizzata in accordo alla normativa vigente (CEI EN 50522 e CEI 82-25) in modo da assicurare il rispetto dei limiti di tensione di passo e di contatto che la stessa impone. Il dispersore è costituito da una maglia in corda di rame interrata, opportunamente dimensionata e configurata, sulla base della corrente di guasto a terra dell'impianto, delle caratteristiche elettriche del terreno e della disposizione delle apparecchiature. Dopo la realizzazione, saranno eseguite le opportune verifiche e misure previste dalle norme.

8. Misure di protezione e sicurezza

8.1 Protezioni elettriche

8.1.1 Protezione contro il corto circuito

Per la parte di rete in corrente continua, in caso di corto circuito la corrente è limitata a valori di poco superiori alla corrente dei moduli fotovoltaici, a causa della caratteristica corrente/tensione dei moduli stessi. Tali valori sono dichiarati dal costruttore. A protezione dei circuiti sono installati, in ogni cassetta di giunzione dei sottocampi, fusibili opportunamente dimensionati.

Nella parte in corrente alternata la protezione è realizzata da un dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter stesso. L'interruttore posto sul lato AC dell'inverter serve da ricalzo al dispositivo posto nel gruppo di conversione.

8.2 Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione dai contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- Installazione di prodotti con marcatura CE (secondo la direttiva CEE 73/23);
- Utilizzo di componenti con adeguata protezione meccanica (IP);
- Collegamenti elettrici effettuati mediante cavi rivestiti con guaine esterne protettive, con adeguato livello di isolamento e alloggiati in condotti portacavi idonei in modo da renderli non direttamente accessibili (quando non interrati).

8.3 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Le masse delle apparecchiature elettriche situate all'interno delle varie cabine sono collegate all'impianto di terra principale dell'impianto.

Per i generatori fotovoltaici viene adottato il doppio isolamento (apparecchiature di classe II). Tale soluzione consente, secondo la norma CEI 64-8, di non prevedere il collegamento a terra dei moduli e delle strutture che non sono classificabili come masse.

8.4 Misure di protezione dalle scariche atmosferiche

L'installazione dell'impianto fotovoltaico nell'area, prevedendo mediamente strutture di altezza contenuta e omogenee tra loro, non altera il profilo verticale dell'area medesima. Ciò significa che

le probabilità della fulminazione diretta non sono influenzate in modo sensibile. Considerando inoltre che il sito non sarà presidiato, la protezione della fulminazione diretta sarà realizzata soltanto mediante un'adeguata rete di terra che garantirà l'equipotenzialità delle masse.

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, bisogna considerare che l'abbattersi di un fulmine in prossimità dell'impianto può generare disturbi di carattere elettromagnetico e tensioni indotte sulle linee dell'impianto, tali da provocare guasti e danneggiarne i componenti. Per questo motivo gli inverter sono dotati di un proprio sistema di protezione da sovratensioni, sia sul lato in corrente continua, sia su quello in corrente alternata. In aggiunta, considerata l'estensione dei collegamenti elettrici, tale protezione è rafforzata dall'installazione di idonei SPD (Surge Protective Device – scaricatori di sovratensione) posizionati nella sezione DC delle cassette di giunzione (String Box).

9. Misura dell'energia

La misura dell'energia attiva e reattiva è effettuata tramite strumento posto al punto di consegna (contatore per misure fiscali di tipo bidirezionale).

Le apparecchiature di misura sono tali da fornire valori dell'energia su base quart'oraria, e consentire l'interrogazione e l'impostazione da remoto (anche da parte del gestore della rete), in accordo a quanto richiesto dal Codice di Rete.

10. Sistemi Ausiliari

10.1 Sistema di sicurezza e sorveglianza

L'impianto di videosorveglianza è dimensionato per coprire i perimetri recintati delle aree di impianto. Il sistema è di tipo integrato ed utilizza:

- Telecamere per vigilare l'area della recinzione, accoppiate a lampade a luce infrarossa per assicurare una buona visibilità notturna;
- Telecamere tipo DOME nei punti strategici e in corrispondenza delle cabine;
- Cavo microfonico su recinzione o in alternativa barriere a microonde installate lungo il perimetro, per rilevare eventuali effrazioni;
- Rivelatori volumetrici da esterno in corrispondenza degli accessi (cancelli di ingresso) e delle cabine e da interno nelle cabine e/o container;
- Sistema d'illuminazione vicino le cabine a LED o luce alogena ad alta efficienza, da utilizzare come deterrente. Nel caso sia rilevata un'intrusione l'illuminazione relativa a quella cabina viene attivata.

È quindi possibile rilevare le seguenti situazioni:

- Sottrazione di oggetti;
- Passaggio di persone;
- Scavalco o intrusione in aree definite;
- Segnalazione di perdita segnale video, oscuramento, sfocatura e perdita di inquadratura.

L'impianto è dotato di sistema di controllo e monitoraggio centralizzato tale da permettere la visualizzazione in ogni istante delle immagini registrate, eventualmente anche da remoto.

L'archiviazione dei dati avviene mediante salvataggio su Hard Disk o Server.

10.2 Sistema di monitoraggio e controllo

Il sistema di monitoraggio e controllo è costituito da una serie di sensori atti a rilevare, in tempo reale, i parametri ambientali, elettrici, dei tracker e del sistema antintrusione/TVCC dell'impianto e da un sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati centralizzato (SAD – Sistema Acquisizione Dati), in accordo alla norma CEI EN 61724.

I dati raccolti ed elaborati servono a valutare le prestazioni dell'impianto, il corretto funzionamento dei tracker, la sicurezza dell'impianto e a monitorare la rete elettrica.

I sensori sono installati direttamente in campo, nelle stazioni meteorologiche (costituite da termometro, barometro, piranometri/albedometro, anemometro), string box o nelle cabine e

misurano, le seguenti grandezze:

- Irraggiamento solare;
- Temperatura ambiente;
- Temperatura dei moduli;
- Tensione e corrente in uscita all'unità di generazione;
- Potenza attiva e corrente in uscita all'unità di conversione;
- Tensione, potenza attiva ed energia scambiata al punto di consegna;
- Stato interruttori generali MT e BT;
- Funzionamento tracker.

10.3 Sistema di illuminazione e forza motrice

In tutti i gruppi di conversione, nella cabina ausiliaria e nella Cabina Magazzino/sala controllo sono previsti i seguenti servizi minimi:

- illuminazione interna tale da garantire almeno un livello di illuminazione medio di 100 lux;
- illuminazione di emergenza interna mediante lampade con batteria incorporata;
- illuminazione esterna della zona dinanzi alla porta di ingresso, realizzata con proiettore accoppiato con sensore di presenza ad infrarossi;
- impianto di forza motrice costituito da una presa industriale 1P+N+T 16 A - 230 V e una o più prese bivalente 10/16 A Std ITA/TED.

11. Componenti collegamento in cavo AT

11.1 Tipo di cavo

Il cavo impiegato sarà del tipo ad isolamento estruso costituito come nello schema sotto riportato, esso viene fornito tipicamente in pezzature di lunghezza compresa, salvo particolari esigenze, tra i 450 e 600 m.

L'intero collegamento sarà pertanto ottenuto attraverso la giunzione di più tratte mediante la realizzazione di appositi giunti elettrici che saranno alloggiati all'interno delle buche descritte in seguito.

11.1.1 Conduttore

Il conduttore deve essere a corda compatta circolare o Milliken, di rame ricotto non stagnato od alluminio, tamponato e con una superficie esterna priva di tutte le imperfezioni visibili ad occhio nudo (ad esempio dentellature, tacche, rugosità non conformi ad un adeguato processo produttivo).

Le sezioni normalizzate dovranno essere conformi alla norma CEI EN 60228 (conduttori di classe 2).

Non sono ammessi conduttori con fili rivestiti (smaltati o simili).

11.1.2 Isolamento

L'isolamento del cavo deve essere composto da un unico strato di miscela di polietilene reticolato (XLPE) estruso e dovrà avere un basso fattore di perdite dielettriche. Lo strato isolante e gli strati semiconduttivi devono essere estrusi in una sola operazione attraverso una testa di estrusione tripla.

L'isolamento deve soddisfare i requisiti richiesti della Norma IEC 62067 (ed.2.0 2011-11).

11.1.3 Strati semiconduttivi interno ed esterno

Gli strati semiconduttivi interno ed esterno devono essere composti ciascuno da un unico strato di miscela estrusa. Tale strato deve essere continuo, con uno spessore medio costante, non dovrà presentare alcuna irregolarità superficiale e dovrà essere perfettamente aderente all'intera superficie dell'isolamento in qualsiasi condizione di lavoro.

Gli schermi semiconduttivi non devono produrre alcun danno di tipo chimico sugli elementi del cavo con i quali sono a contatto. In particolare, non devono includere alcuna sostanza dannosa incline a diffondere all'interno dell'isolante.

Lo strato di semiconduttivo esterno dovrà essere del tipo non pelabile.

Il Fornitore deve dichiarare la marca e la sigla commerciale delle mescole utilizzate per la realizzazione dei pacchetti isolanti (isolamento e strati semiconduttivi).

11.1.4 Schermo

Lo schermo metallico deve essere realizzato per assolvere alle seguenti funzioni:

- contribuire ad assicurare la protezione meccanica del cavo;
- assicurare la tenuta ermetica radiale;
- consentire il passaggio delle correnti corto circuito;
- contenere il campo elettrico all'interno dell'isolante.

Lo schermo può essere realizzato utilizzando i seguenti elementi costitutivi o una combinazione di essi:

- guaina di piombo;
- fili di rame ricotto non stagnato;
- fili di alluminio o lega di alluminio;
- foglio laminato di rame o alluminio, di tipo liscio o corrugato.

La tenuta ermetica radiale deve essere assicurata mediante processi di estrusione o saldatura (di testa) delle parti metalliche; non è ammesso l'impiego di schermi di tipo incollato.

Non è ammesso l'impiego di saldature trasversali all'interno dello schermo metallico.

Il costruttore deve indicare la natura dei materiali impiegati, le modalità di costruzione, le dimensioni di ciascuna parte dello schermo metallico e le misure adottate per il tamponamento longitudinale.

11.1.5 Guaina esterna

La guaina termoplastica deve impedire l'ingresso di acqua evitando in tal modo possibili corrosioni dello schermo sottostante; pertanto, lo spessore dovrà essere opportuno e tale da prevenire qualsiasi danneggiamento dovuto alle sollecitazioni meccaniche durante le operazioni in fabbrica, di trasporto e posa ed alle condizioni ambientali per tutta la vita utile del cavo.

Il rivestimento protettivo esterno sarà costituito da una guaina di PE nera, grafitata oppure rivestita da una microguaina semiconduttiva in PE; laddove è necessario evitare il propagarsi della fiamma, la guaina sarà in PVC nera non propagante la fiamma o PE opportunamente addizionato (PE-AN)

oppure deve essere prevista una microguaina aggiuntiva in PE opportunamente addizionato.

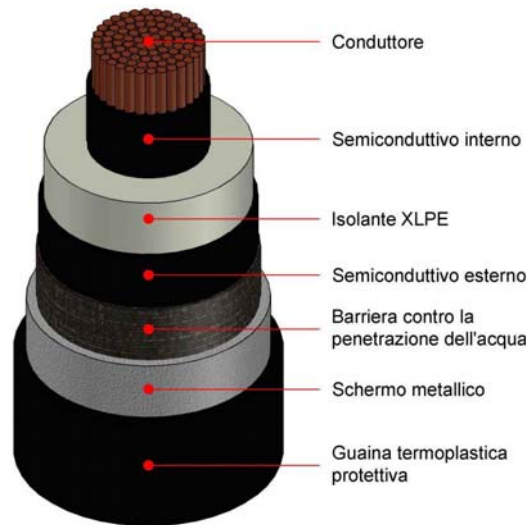


Figura 11-1- Schema costruttivo tipico di un cavo ad isolamento estruso da 1600 mm²

11.2 Profondità e modalità di posa del cavo

I cavi verranno posati normalmente all'interno di trincee profonde circa 1,5 m.

Di seguito sono riportate le tipiche sezioni di posa utilizzate in funzione della diversa natura del terreno esistente lungo il tracciato ipotizzato.

In corrispondenza di attraversamenti critici o di difficile superamento potrà essere prevista la realizzazione di perforazioni teleguidate (directional drilling) di seguito rappresentate.

Le modalità e le profondità di esecuzione di detta perforazione saranno puntualmente definite in fase di progettazione esecutiva, avendo cura di rispettare le eventuali prescrizioni imposte dagli Enti preposti.



Figura 11-2 - Directional drilling

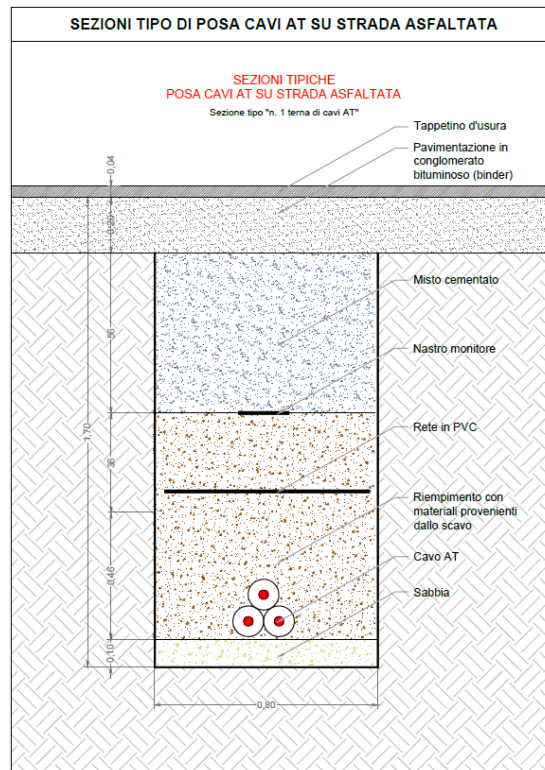


Figura 11-3 - Sezione tipo per posa di cavi a trifoglio su strada asfaltata

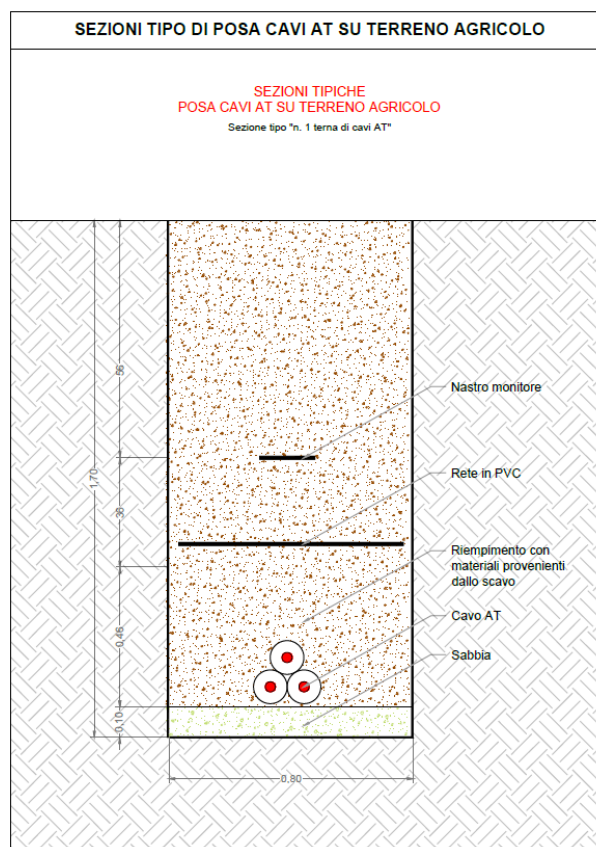


Figura 11-4 - Sezione tipo per posa di cavi in piano in terreno agricolo

11.3 Camera giunti

L'esecuzione dei giunti dei sistemi in cavo ad alta tensione estrusi non richiede la realizzazione di camere o strutture in cemento armato.

Nella figura a seguire è indicata una tipica installazione di giunti per cavi a 150 kV, direttamente in trincea realizzato con dimensioni tali da poter agevolmente operare.

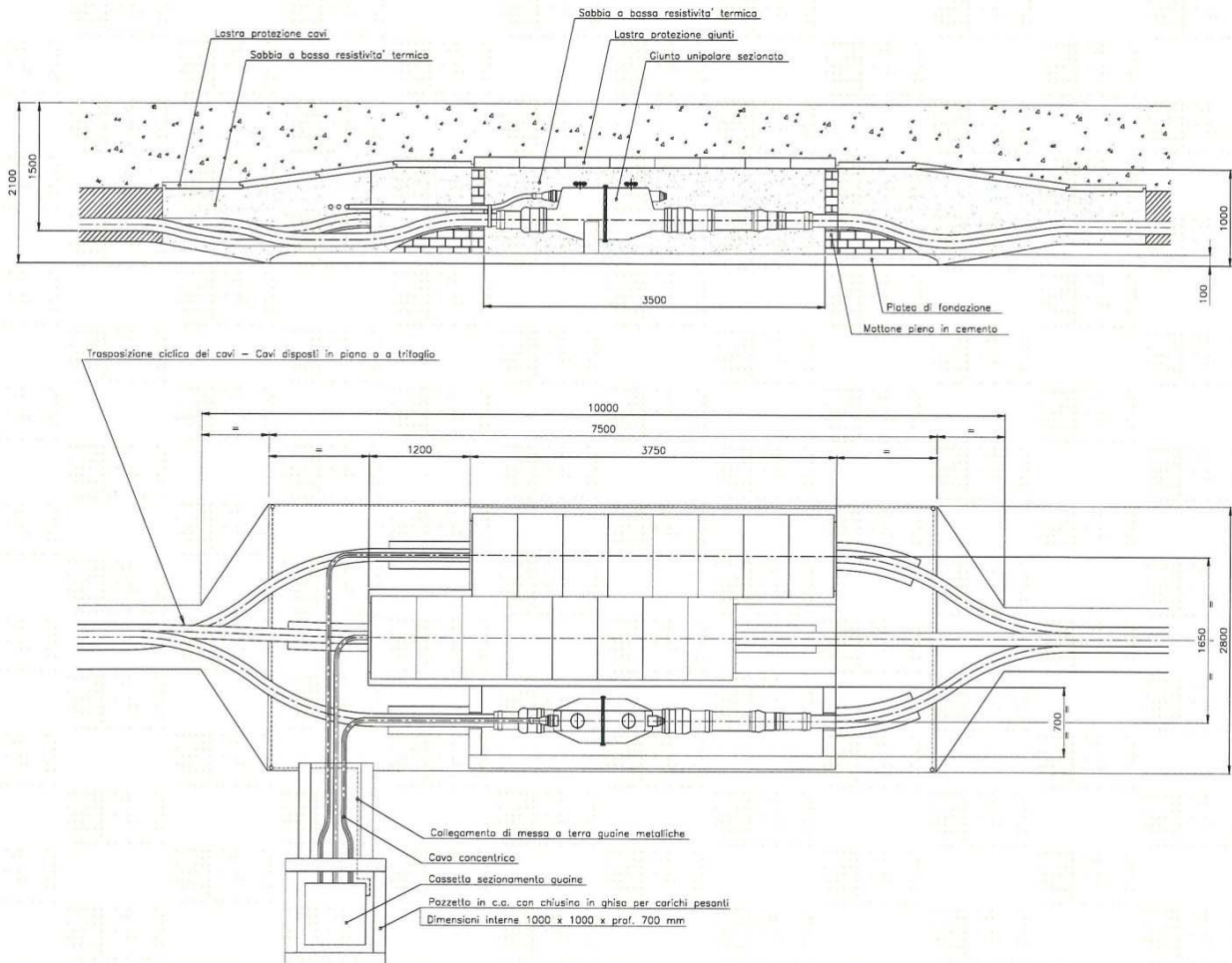


Figura 11-5 - Camera giunti

11.4 Terminali cavi

Il terminale deve essere conforme a quanto prescritto nelle norme della serie CEI EN 50299; in particolare esso deve essere conforme alla CEI EN 50299-1 (2016) se è del tipo riempito con olio mentre deve essere conforme CEI EN 50299-2 (2016) se è del tipo a secco.

Il terminale deve essere costituito dai seguenti elementi:

- Connettore a piastra per il collegamento elettrico al trasformatore;
- Sistema di chiusura, con caratteristiche antieffluvio, idoneo ad assicurare la tenuta, alle vibrazioni meccaniche e alle sollecitazioni elettrodinamiche;
- Isolatore passante con caratteristiche compatibili con l'olio del trasformatore;
- Capocorda in rame per cavi in rame ed in lega di alluminio per cavi in alluminio;
- Cono prefabbricato, a pezzo unico, inglobante un elemento deflettore per il controllo del campo elettrico;
- Eventuale fluido dielettrico posto all'interno dell'isolatore con eventuale apparato di compensazione (solo per terminali del tipo riempiti con olio secondo CEI EN 50299-1);
- Sistema di chiusura alla base dell'isolatore che assicuri la tenuta meccanica, quella elettrica e idraulica. Tale sistema deve inoltre garantire l'isolamento elettrico tra la muffola del trasformatore ed il rivestimento metallico del cavo;
- Bocchettone metallico, per l'ingresso del cavo nell'isolatore, direttamente collegato al rivestimento metallico del cavo e provvisto di capocorda per il collegamento all'impianto di terra adatto per cavo unipolare di rame di sezione 240 mm²;
- Eventuale adattatore (prolunga) per il collegamento dell'interfaccia di connessione del terminale del tipo a secco all'interfaccia di connessione del trasformatore, nel caso quest'ultimo sia stato costruito con interfaccia di connessione per terminale del tipo riempito con fluido.

Di seguito una immagine esemplificativa della tipologia di terminali che saranno utilizzati.

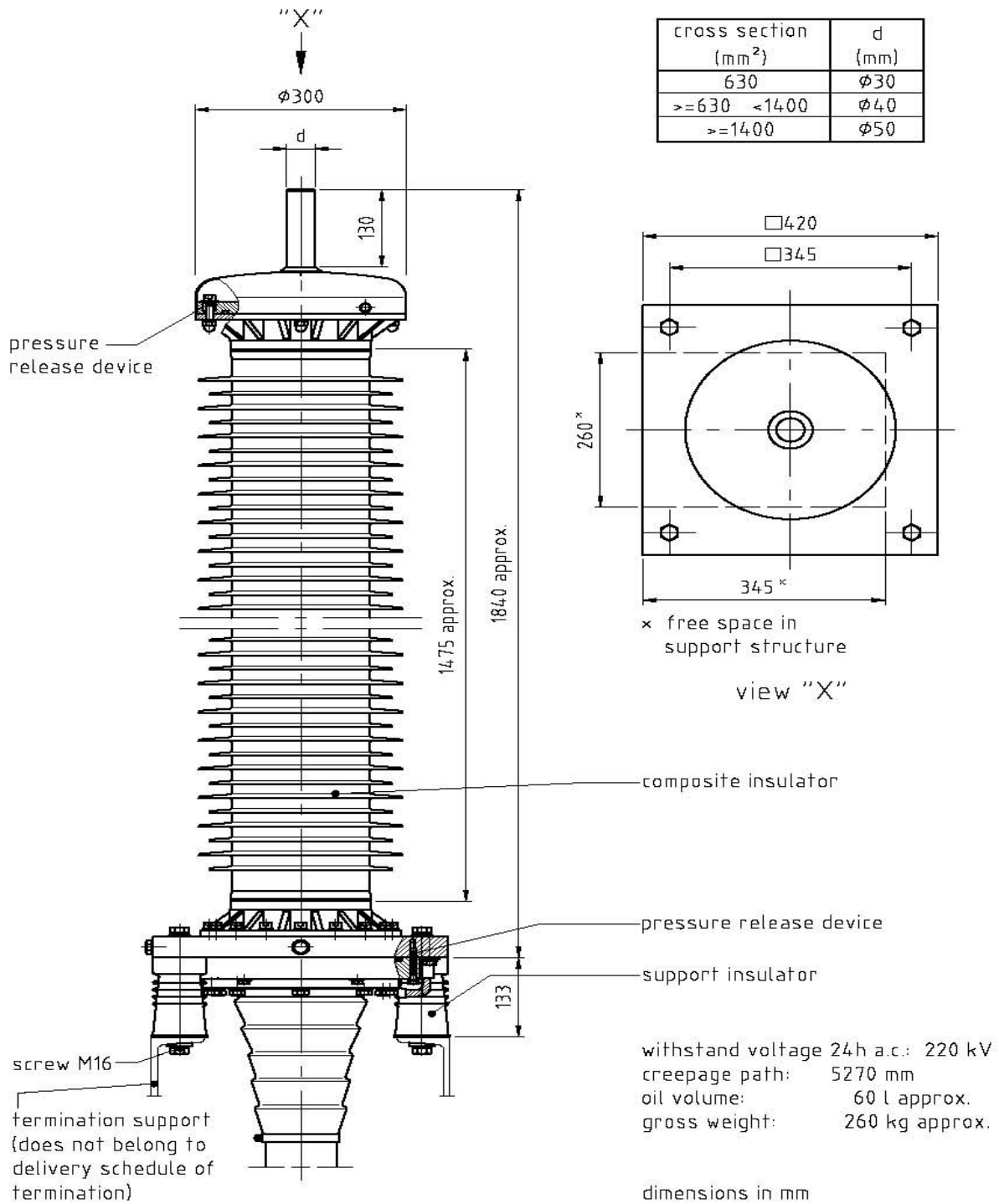


Figura 11-6 - Schema tipico terminali in aria montati su cavo

12. Conclusioni

La presente relazione descrivere i cavi presenti all'interno del parco agro-fotovoltaico FV-Pinicelle in BT e MT, i cavidotti MT di parallelo e la Dorsale MT di collegamento alla SSEU FV-Pinicelle 150/30 kV oltre che i componenti necessari per la realizzazione del collegamento in cavo AT dalla Sottostazione Elettrica Utente allo stallo condiviso assegnato, da realizzare in una futura stazione di smistamento 150 kV da costruire nelle immediate vicinanze della Stazione di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi".

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato **FV-Pinicelle** della potenza in immissione in rete di **26.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **29.328,00 kW** in corrente continua, localizzato all'interno del territorio comunale di Brindisi (BR) e costituito da cinque sotto-impianti.

Per la realizzazione dell'impianto è prevista la posa in opera di diversi tipi di cavi interrati, nello specifico, in via preliminare e da rivedere in fase esecutiva:

- 55.560,00 m di cavi solari BT in DC di collegamento tra le stringhe fotovoltaiche e gli inverter di stringa;
- 16.241,00 m di cavi BT in AC di collegamento tra gli inverter e le cabine trafo;
- 4.382,00 m di cavi MT di collegamento tra le cabine trafo e le cabine di parallelo
- 4.461,00 m di cavi MT di parallelo di collegamento tra le varie cabine di parallelo;
- 9.259,00 m di cavi MT esterni di dorsale di collegamento alla SSEU dell'impianto;
- 1.500,00 m di cavo AT di collegamento tra la SSEU dell'impianto, tramite le sbarre AT condivise, e lo stallo assegnato all'interno della stazione di smistamento di nuova realizzazione.

La posa in opera dei cavi interrati verrà fatta nel rispetto della normativa di settore, e in collaborazioni con eventuali enti gestori di infrastrutture interferenti.