

Regione Puglia
Provincia di Brindisi
Comuni di Brindisi e San Pietro Vernotico

PROGETTO DEFINITIVO: IMPIANTO FV-QUERCIA



OGGETTO:
PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
DELLA POTENZA DI 39,000 MW IN AC E 46,627 MW IN DC E DI TUTTE LE OPERE
CONNESSE ED INFRASTRUTTURE

IL COMMITTENTE

SR PROJECT 2 S.R.L.
LARGO DONEGANI GUIDO N. 2 - MILANO (MI)
P.IVA 10707670963

timbro e firma

SR PROJECT 2 S.R.L.
Largo Donegani Guido 2 - Milano (MI)
P.IVA 10707670963

IL PROGETTISTA

Ing. Giuseppe Santaromita Villa

Collaboratori:
Ing. Torrisi Roberta
Ing. Messina Valeria
Ing. Lo Bello Alessia
Ing. Bazan Flavia
Ing. Cavarretta Maria Vincenza
Ing. Conoscenti Rosalia
Ing. Lala Rosa Maria
Ing. Pintaldi Giulia
Ing. Scacciaferro Anna



timbro e firma

COD. ELAB: A29	ELABORATO RELAZIONE CAVI IMPIANTO	SCALA --
REVISIONE rev. 01	CODICE DI RINTRACCIABILITÀ 201800623	DATA 11/01/2023

TIMBRO ENTE AUTORIZZANTE

Sommario

1. Premessa.....	3
2. Cavi solari di stringa BT in DC	5
3. Cavi BT in AC	6
3.1 Calcolo preliminare di dimensionamento e sezione dei cavi.....	6
4. Cavi di potenza MT in AC.....	12
4.1 Dati di progetto.....	14
4.2 Calcolo preliminare di dimensionamento e sezione dei cavi.....	15
4.2.1 Criteri di calcolo.....	18
4.2.2 Risultati	19
4.2.1 Verifica cavi	21
5. Cavi alimentazione trackers	23
6. Cavi Dati	23
7. Rete di terra.....	23
8. Misure di protezione e sicurezza.....	24
8.1 Protezioni elettriche.....	24
8.1.1 Protezione contro il corto circuito.....	24
8.2 Misure di protezione contro i contatti diretti	24
8.3 Misure di protezione contro i contatti indiretti	24
8.4 Misure di protezione dalle scariche atmosferiche	24
9. Misura dell'energia	25
10. Sistemi Ausiliari.....	26
10.1 Sistema di sicurezza e sorveglianza.....	26
10.2 Sistema di monitoraggio e controllo.....	26
10.3 Sistema di illuminazione e forza motrice	27
11. Componenti collegamento in cavo AT	28
11.1 Tipo di cavo	28

11.1.1	Conduttore	28
11.1.2	Isolamento	28
11.1.3	Strati semiconduttivi interno ed esterno	28
11.1.4	Schermo.....	29
11.1.5	Guaina esterna	29
11.2	Profondità e modalità di posa del cavo.....	30
11.3	Camera giunti.....	32
11.4	Terminali cavi.....	33
12.	Conclusioni	35

1. Premessa

Il presente elaborato tecnico riguarda il Progetto per la “*Realizzazione di un Impianto Agro-Fotovoltaico denominato FV-Quercia di potenza pari a 39,00 MW e relative opere di connessione di Brindisi (BR) e San Pietro Vernotico (BR)*” proposto dalla Società SR PROJECT 2 S.r.l. e commissionato allo Studio di Progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa per lo sviluppo di un impianto agro-fotovoltaico localizzato nelle contrade Parisi e Santa Teresa nel comune di Brindisi (BR) e nelle contrade Tramazzone e Finaca, nel comune di San Pietro Vernotico (BR).

Nello specifico, il progetto in esame prevede la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato **FV-Quercia** della potenza in immissione in rete di **39.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **46.627,00 kW** in corrente continua, localizzato all’interno del territorio comunale di Brindisi (BR) e San Pietro Vernotico (BR) e costituito da sei sotto-impianti della potenza in immissione in rete rispettivamente di:

- **FV-Parisi** di potenza **2.400,00 kW** in AC e di **2.769,00 kW** in DC;
- **FV-Santa Teresa** di potenza **4.200,00 kW** in AC e di **4.873,00 kW** in DC;
- **FV-Bardi Vecchi** di potenza **17.000,00 kW** in AC e di **20.591,00 kW** in DC;
- **FV-San Paolo** di potenza **7.000,00 kW** in AC e di **8.369,00 kW** in DC;
- **FV-Aviso** di potenza **5.600,00 kW** in AC e di **6.745,00 kW** in DC.
- **FV-Leanzi** di potenza **2.800,00 kW** in AC e di **3.280,00 kW** in DC.

Il parco agro-fotovoltaico denominato FV-Quercia e meglio rappresentato nelle tavole di progetto sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite il collegamento della dorsale MT interrata alla nuova Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) per la trasformazione della tensione di esercizio in MT a 30 kV alla tensione di consegna a 150 kV lato RTN.

Un sistema di Sbarre AT a 150 kV sarà condiviso tra SR PROJECT 2 S.r.l. e altri 4 Produttori unitamente allo Stallo partenza cavo AT verso la Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi Sud" esistente, di coordinate geografiche latitudine 40°32'48.19"N e longitudine 17°54'24.57"E.

Dal sistema di Sbarre AT condivise partirà l’unico Stallo partenza cavo di collegamento in antenna a 150 kV per il trasporto dell’energia elettrica prodotta dagli impianti di produzione dei

cinque Produttori interessati, il quale andrà ad attestarsi ai terminali dello Stallo in S.E. RTN condiviso. La presente relazione ha lo scopo di descrivere i cavi presenti all'interno del parco agro-fotovoltaico FV-Quercia in BT e MT, i cavidotti MT di parallelo e la Dorsale MT di collegamento alla SSEU FV-Quercia 150/30 kV, oltre che i componenti necessari per la realizzazione del collegamento in cavo AT dalla Sottostazione Elettrica Utente allo stallo condiviso assegnato.

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).

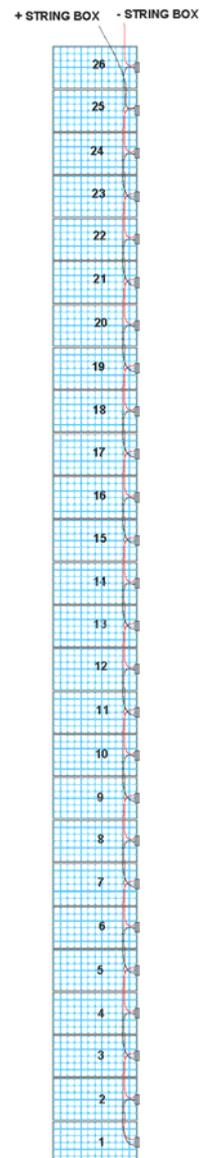
I cavi saranno conformi CPR FG16R16 o equivalenti indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi multipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolamento in gomma e guaina in PVC.

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: 45.414,00 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 90 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-Quercia 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]
Inv01a	TF01	193	2	15	223	3	230	75
Inv01b	TF01	166	2	15	196	3	202	75
Inv01c	TF01	139	2	15	169	3	174	50
Inv01d	TF01	112	2	15	142	3	146	50
Inv01e	TF01	85	2	15	115	3	118	50
Inv01f	TF01	58	2	15	88	3	91	35
Inv01g	TF01	31	2	15	61	3	63	35
Inv01h	TF01	256	2	15	286	3	295	75
Inv02a	TF02	34	2	15	64	3	66	35
Inv02b	TF02	88	2	15	118	3	122	50
Inv02c	TF02	152	2	15	182	3	187	50
Inv02d	TF02	197	2	15	227	3	234	75
Inv03a	TF03	46	2	15	76	3	78	35
Inv03b	TF03	54	2	15	84	3	87	35
Inv03c	TF03	63	2	15	93	3	96	35
Inv03d	TF03	72	2	15	102	3	105	50
Inv03e	TF03	81	2	15	111	3	114	50
Inv03f	TF03	90	2	15	120	3	124	50
Inv03g	TF03	99	2	15	129	3	133	50
Inv03h	TF03	107	2	15	137	3	141	50
Inv04a	TF04	63	2	15	93	3	96	35
Inv04b	TF04	53	2	15	83	3	85	35
Inv04c	TF04	43	2	15	73	3	75	35
Inv04d	TF04	18	2	15	48	3	49	35
Inv04e	TF04	156	2	15	186	3	192	50
Inv05a	TF05	114	2	15	144	3	148	50
Inv05b	TF05	106	2	15	136	3	140	50
Inv05c	TF05	98	2	15	128	3	132	50
Inv05d	TF05	90	2	15	120	3	124	50
Inv05e	TF05	41	2	15	71	3	73	35
Inv05f	TF05	146	2	15	176	3	181	50
Inv05g	TF05	220	2	15	250	3	258	75
Inv05h	TF05	248	2	15	278	3	286	75
Inv06a	TF06	16	2	15	46	3	47	35
Inv06b	TF06	54	2	15	84	3	87	35
Inv06c	TF06	103	2	15	133	3	137	50
Inv06d	TF06	160	2	15	190	3	196	50
Inv06e	TF06	170	2	15	200	3	206	75
Inv06f	TF06	189	2	15	219	3	226	75
Inv06g	TF06	199	2	15	229	3	236	75
Inv06h	TF06	218	2	15	248	3	255	75
Inv06i	TF06	228	2	15	258	3	266	75

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]
Inv07a	TF07	37	2	15	67	3	69	35
Inv07b	TF07	14	2	15	44	3	45	35
Inv07c	TF07	33	2	15	63	3	65	35
Inv07d	TF07	52	2	15	82	3	84	35
Inv07e	TF07	71	2	15	101	3	104	50
Inv07f	TF07	90	2	15	120	3	124	50
Inv07g	TF07	110	2	15	140	3	144	50
Inv07h	TF07	129	2	15	159	3	164	50
Inv07i	TF07	148	2	15	178	3	183	50
Inv07l	TF07	167	2	15	197	3	203	75
Inv08a	TF08	12	2	15	42	3	43	35
Inv08b	TF08	19	2	15	49	3	50	35
Inv08c	TF08	31	2	15	61	3	63	35
Inv08d	TF08	50	2	15	80	3	82	35
Inv08e	TF08	70	2	15	100	3	103	50
Inv08f	TF08	81	2	15	111	3	114	50
Inv08g	TF08	89	2	15	119	3	123	50
Inv08h	TF08	108	2	15	138	3	142	50
Inv08i	TF08	139	2	15	169	3	174	50
Inv09a	TF09	28	2	15	58	3	60	35
Inv09b	TF09	59	2	15	89	3	92	35
Inv09c	TF09	80	2	15	110	3	113	50
Inv09d	TF09	93	2	15	123	3	127	50
Inv09e	TF09	100	2	15	130	3	134	50
Inv09f	TF09	121	2	15	151	3	156	50
Inv10	TF10	50	2	15	80	3	82	35
Inv10a	TF10	97	2	15	127	3	131	50
Inv10b	TF10	91	2	15	121	3	125	50
Inv10c	TF10	71	2	15	101	3	104	50
Inv10d	TF10	56	2	15	86	3	89	35
Inv10f	TF10	35	2	15	65	3	67	35
Inv10g	TF10	14	2	15	44	3	45	35
Inv10h	TF10	55	2	15	85	3	88	35
Inv10i	TF10	40	2	15	70	3	72	35
Inv11a	TF11	49	2	15	79	3	81	35
Inv11b	TF11	61	2	15	91	3	94	35
Inv11c	TF11	81	2	15	111	3	114	50
Inv11d	TF11	90	2	15	120	3	124	50
Inv11e	TF11	123	2	15	153	3	158	50
Inv11f	TF11	132	2	15	162	3	167	50
Inv11g	TF11	143	2	15	173	3	178	50
Inv11h	TF11	161	2	15	191	3	197	50
Inv11i	TF11	173	2	15	203	3	209	75
Inv12a	TF12	26	2	15	56	3	58	35

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]
Inv12b	TF12	46	2	15	76	3	78	35
Inv12c	TF12	56	2	15	86	3	89	35
Inv13a	TF13	13	2	15	43	3	44	35
Inv13b	TF13	27	2	15	57	3	59	35
Inv13c	TF13	28	2	15	58	3	60	35
Inv13d	TF13	48	2	15	78	3	80	35
Inv13e	TF13	58	2	15	88	3	91	35
Inv13f	TF13	78	2	15	108	3	111	50
Inv13g	TF13	98	2	15	128	3	132	50
Inv13h	TF13	108	2	15	138	3	142	50
Inv14a	TF14	21	2	15	51	3	53	35
Inv14b	TF14	63	2	15	93	3	96	35
Inv14c	TF14	104	2	15	134	3	138	50
Inv14d	TF14	145	2	15	175	3	180	50
Inv14e	TF14	170	2	15	200	3	206	75
Inv15a	TF15	189	2	15	219	3	226	75
Inv15b	TF15	179	2	15	209	3	215	75
Inv15c	TF15	150	2	15	180	3	185	50
Inv15d	TF15	140	2	15	170	3	175	50
Inv15e	TF15	110	2	15	140	3	144	50
Inv15f	TF15	100	2	15	130	3	134	50
Inv15g	TF15	71	2	15	101	3	104	50
Inv15h	TF15	61	2	15	91	3	94	35
Inv15i	TF15	31	2	15	61	3	63	35
Inv15l	TF15	21	2	15	51	3	53	35
Inv16a	TF16	249	2	15	279	3	287	75
Inv16b	TF16	239	2	15	269	3	277	75
Inv16c	TF16	219	2	15	249	3	256	75
Inv16d	TF16	209	2	15	239	3	246	75
Inv16e	TF16	189	2	15	219	3	226	75
Inv16f	TF16	179	2	15	209	3	215	75
Inv16g	TF16	160	2	15	190	3	196	50
Inv16h	TF16	150	2	15	180	3	185	50
Inv16i	TF16	130	2	15	160	3	165	50
Inv16l	TF16	121	2	15	151	3	156	50
Inv17a	TF17	17	2	15	47	3	48	35
Inv17b	TF17	20	2	15	50	3	52	35
Inv17c	TF17	30	2	15	60	3	62	35
Inv17d	TF17	36	2	15	66	3	68	35
Inv17e	TF17	40	2	15	70	3	72	35
Inv17f	TF17	50	2	15	80	3	82	35
Inv17g	TF17	66	2	15	96	3	99	35
Inv17h	TF17	76	2	15	106	3	109	50

Tratta		Distanza	N. Risalite	Lunghezza	Lunghezza con risalite	Margine	Lunghezza cavo	Sezione selezionata
da	a	[m]	-	[m]	[m]	[%]	[m]	[mm ²]
Inv17i	TF17	96	2	15	126	3	130	50
Inv17l	TF17	105	2	15	135	3	139	50
Inv18a	TF18	25	2	15	55	3	57	35
Inv18b	TF18	12	2	15	42	3	43	35
Inv18c	TF18	24	2	15	54	3	56	35
Inv18d	TF18	37	2	15	67	3	69	35
Inv18e	TF18	51	2	15	81	3	83	35
Inv18f	TF18	56	2	15	86	3	89	35
Inv18g	TF18	64	2	15	94	3	97	35
Inv18h	TF18	69	2	15	99	3	102	50
Inv18i	TF18	83	2	15	113	3	116	50
Inv19a	TF19	122	2	15	152	3	157	50
Inv19b	TF19	108	2	15	138	3	142	50
Inv19c	TF19	95	2	15	125	3	129	50
Inv19d	TF19	56	2	15	86	3	89	35
Inv19e	TF19	42	2	15	72	3	74	35
Inv19f	TF19	73	2	15	103	3	106	50
Inv19g	TF19	19	2	15	49	3	50	35
Inv19h	TF19	45	2	15	75	3	77	35
Inv19i	TF19	72	2	15	102	3	105	50
Inv19l	TF19	98	2	15	128	3	132	50
Inv20a	TF20	18	2	15	48	3	49	35
Inv20b	TF20	55	2	15	85	3	88	35
Inv20c	TF20	82	2	15	112	3	115	50
Inv20d	TF20	95	2	15	125	3	129	50
Inv20e	TF20	108	2	15	138	4	144	50
Inv20f	TF20	135	2	15	165	5	173	50
Inv20g	TF20	148	2	15	178	6	189	50
Inv20h	TF20	162	2	15	192	7	205	75
Inv21a	TF21	113	2	15	143	8	154	50
Inv21b	TF21	17	2	15	47	9	51	35
Inv21c	TF21	40	2	15	70	10	77	35
Inv21d	TF21	110	2	15	140	11	155	50
Inv21e	TF21	119	2	15	149	12	167	50
Inv21f	TF21	114	2	15	144	13	163	50
Inv21g	TF21	116	2	15	146	14	166	50
Inv21h	TF21	126	2	15	156	15	179	50
Inv21i	TF21	144	2	15	174	16	202	75
Inv21l	TF21	153	2	15	183	17	214	75
Inv22a	TF22	205	2	15	235	18	277	75
Inv22b	TF22	182	2	15	212	19	252	75
Inv22c	TF22	161	2	15	191	20	229	75
Inv22d	TF22	126	2	15	156	21	189	50
Inv22e	TF22	106	2	15	136	22	166	50

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]
Inv22f	TF22	27	2	15	57	23	70	35
Inv23a	TF23	61	2	15	91	24	113	50
Inv23b	TF23	107	2	15	137	25	171	50
Inv23c	TF23	138	2	15	168	26	212	75
Inv24a	TF24	30	2	15	60	27	76	35
Inv24b	TF24	57	2	15	87	28	111	50
Inv24c	TF24	97	2	15	127	29	164	50
Inv24d	TF24	124	2	15	154	30	200	75
Inv25a	TF25	82	2	15	112	31	147	50
Inv25b	TF25	24	2	15	54	32	71	35
Inv25c	TF25	33	2	15	63	33	84	35
Inv25d	TF25	53	2	15	83	34	111	50
Inv25e	TF25	84	2	15	114	35	154	50
Inv26a	TF26	16	2	15	46	36	63	35
Inv26b	TF26	57	2	15	87	37	119	50
Inv26c	TF26	97	2	15	127	38	175	50
Inv26d	TF26	109	2	15	139	39	193	50
Inv26e	TF26	139	2	15	169	40	237	75
Inv26f	TF26	138	2	15	168	41	237	75
Inv26g	TF26	160	2	15	190	42	270	75
Inv26h	TF26	179	2	15	209	43	299	75
Inv26i	TF26	191	2	15	221	44	318	90
							26366	

Totale lunghezza cavi BT in AC: 26.366,00 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 hanno una sezione di 185 mm², e i cavi che collegano le cabine di parallelo tra di loro che presentano invece una sezione variabile tra 185 mm² e 400 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 la Dorsale MT di sezione 400 mm² collegano il parco agro-fotovoltaico FV-Quercia alla nuova Sottostazione Elettrica Utente SSEU FV-Quercia.

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-Quercia a partire dalle rispettive Cabine di Parallelo;
- **Dorsale MT interrata:** da interrare su viabilità esistente e collegherà la Cabina di Parallelo ubicata nel sotto-impianto FV-Parisi con la nuova Sottostazione Elettrica Utente (SSEU FV-Quercia) collegata in AT Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi Sud" esistente.

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 LSOH, qualità M1</i>
Tensione nominale (U₀/U)	<i>18/30 kV</i>
Sezione	<i>185 mm² nei cavi MT interni, variabile tra 185 mm² e 400 mm² nei cavi MT 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 presente nel sotto-impianto FV-Parisi e la linea provenienti dalle cabine di parallelo 01;
- **C. Paral. 02:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF02 presente nel sotto-impianto FV-Parisi e la linea provenienti dalle cabine di parallelo 03;
- **C. Paral. 03:** Mette in parallelo la linea proveniente dal trasformatore TF03, TF04 e TF05 presenti nel sotto-impianto FV-Santa Teresa e la linea provenienti dalle cabine di parallelo 04;
- **C. Paral. 04:** Mette in parallelo la linea proveniente dal trasformatore TF09, TF10 e TF11 presenti nel sotto-impianto FV-San Paolo e la linea provenienti dalle cabine di parallelo 05;
- **C. Paral. 05:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF14, TF15, TF16, TF17 presenti nel sotto-impianto FV-Bardi Vecchi e la linea provenienti dalle cabine di parallelo 06 e 09;
- **C. Paral. 06:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF12 e TF13 presenti nel sotto-impianto FV-San Paolo e la linea provenienti dalle cabine di parallelo 07;
- **C. Paral. 07:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF24 presente nel sotto-impianto FV-Bardi Vecchi e la linea provenienti dalle cabine di parallelo 08;

- **C. Paral. 08:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF06, TF07 e TF08 presente nel sotto-impianto FV-Aviso;
- **C. Paral. 09:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF18, TF19, TF20, TF21, TF22 e TF23 presente nel sotto-impianto FV-Bardi Vecchi e la linea provenienti dalle cabine di parallelo 10;
- **C. Paral. 10:** Mette in parallelo le linee provenienti dai trasformatori TF26, TF25 presenti nel sotto-impianto FV-Leanzi;

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)	39.000,00 kW
Potenza di Impianto (DC)	46.627,00 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 (1/2)

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]	
TF01	C. Paral. 01	308	2	15	338	3	348	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF02	C. Paral. 02	1	2	15	31	3	32	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF03	C. Paral. 03	15	2	15	45	3	46	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF04	C. Paral. 03	51	2	15	81	3	83	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF05	C. Paral. 03	213	2	15	243	3	250	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF06	C. Paral. 08	164	2	15	194	3	200	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF07	C. Paral. 08	152	2	15	182	3	187	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF08	C. Paral. 08	97	2	15	127	3	131	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF09	C. Paral. 04	378	2	15	408	3	420	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF10	C. Paral. 04	173	2	15	203	3	209	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF11	C. Paral. 04	162	2	15	192	3	198	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF12	C. Paral. 06	199	2	15	229	3	236	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF13	C. Paral. 06	22	2	15	52	3	54	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF14	C. Paral. 05	44	2	15	74	3	76	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF15	C. Paral. 05	28	2	15	58	3	60	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF16	C. Paral. 05	37	2	15	67	3	69	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF17	C. Paral. 05	344	2	15	374	3	385	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio

Tabella 4-3 Calcolo lunghezze cavi per ciascuna tratta e dimensionamento preliminare dei cavi MT interni (2/2)

Tratta		Distanza [m]	N. Risalite -	Lunghezza [m]	Lunghezza con risalite [m]	Margine [%]	Lunghezza cavo [m]	Sezione selezionata [mm ²]	Tipologia di cavo
da	a								
TF20	C. Paral. 09	155	2	15	185	3	191	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF21	C. Paral. 09	240	2	15	270	4	281	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF22	C. Paral. 09	354	2	15	384	5	403	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF23	C. Paral. 09	361	2	15	391	6	414	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF24	C. Paral. 07	2	2	15	32	7	34	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF25	C. Paral. 10	200	2	15	230	8	248	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF26	C. Paral. 10	192	2	15	222	9	242	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
							5429		

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

CAVI MT PARALLELO									
Tratta		Distanza [m]	N. Risalite -	Lunghezza [m]	Lunghezza con risalite [m]	Margine [%]	Lunghezza cavo [m]	Sezione selezionata [mm ²]	Tipologia di cavo
da	a								
C. Paral. 02	C. Paral. 01	299	2	15	329	3	339	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 03	C. Paral. 02	810	2	15	840	4	874	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 04	C. Paral. 03	11027	2	15	11057	5	11610	3x3x400	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 05	C. Paral. 04	517	2	15	547	6	580	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 06	C. Paral. 05	84	2	15	114	7	122	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 07	C. Paral. 06	392	2	15	422	8	456	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 08	C. Paral. 07	767	2	15	797	9	869	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 09	C. Paral. 05	596	2	15	626	10	689	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 10	C. Paral. 09	754	2	15	784	11	870	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
							16407		

Tabella 4-5 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.01	SSEU FV-Quercia	1353	2	15	1383	3	1424	3x3x400	Unipolare con posa a trifoglio

Legenda Tabella:

TF0n = Trasformatori

C. Paral. 0n = Cabina di Parallelo

SSEU = Sottostazione Elettrica Utente FV-Quercia

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 una sezione comune di 185 mm², per le connessioni tra le cabine di parallelo una sezione variabile tra 185 mm² e 400 mm², mentre per la connessione, mediante la Dorsale MT interrata, della cabina di parallelo (C. Paral. 01) ubicata nel sotto-impianto FV-Parisi con la SSEU FV-Quercia, una sezione di 400 mm².

Tabella 4-6 Risultati dimensionamento preliminare dei cavi MT interni (1/2)

CAVI MT INTERNI				
Tratta		Lunghezza cavo	Sezione selezionata	Tipologia di cavo
da	a	[m]	[mm ²]	
TF01	C. Paral. 01	348	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF02	C. Paral. 02	32	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF03	C. Paral. 03	46	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF04	C. Paral. 03	83	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF05	C. Paral. 03	250	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF06	C. Paral. 08	200	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF07	C. Paral. 08	187	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF08	C. Paral. 08	131	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF09	C. Paral. 04	420	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF10	C. Paral. 04	209	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF11	C. Paral. 04	198	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF12	C. Paral. 06	236	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF13	C. Paral. 06	54	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF14	C. Paral. 05	76	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF15	C. Paral. 05	28	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF16	C. Paral. 05	37	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF17	C. Paral. 05	344	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF18	C. Paral. 09	388	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio

Tabella 4-7 Risultati dimensionamento preliminare dei cavi MT interni (2/2)

CAVI MT INTERNI				
Tratta		Lunghezza cavo	Sezione selezionata	Tipologia di cavo
da	a	[m]	[mm ²]	
TF19	C. Paral. 09	164	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF20	C. Paral. 09	155	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF21	C. Paral. 09	240	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF22	C. Paral. 09	354	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF23	C. Paral. 09	361	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF24	C. Paral. 07	2	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF25	C. Paral. 10	200	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
TF26	C. Paral. 10	192	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio

Tabella 4-8 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. Paral. 02	C. Paral. 01	339	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 03	C. Paral. 02	874	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 04	C. Paral. 03	11610	3x3x400	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 05	C. Paral. 04	580	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 06	C. Paral. 05	122	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 07	C. Paral. 06	456	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 08	C. Paral. 07	869	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 09	C. Paral. 05	689	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio
C. Paral. 10	C. Paral. 09	870	1x3x185	Unipolare con posa a trifoglio

Tabella 4-9 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.01	SSEU FV- Quercia	1424	3x3x400	Unipolare con posa a trifoglio

4.2.1 Verifica cavi

<i>ID Dorsale</i>	<i>Tratta da - a</i>		<i>Tensione [kV]</i>	<i>P [kW]</i>	<i>I [A]</i>	<i>Circuito</i>	<i>Lungh. [m]</i>	<i>Formazione</i>	<i>Sigla cavo</i>	<i>Cavi/fase</i>	<i>Sez. [mmq]</i>	<i>Portata cavo [A]</i>	<i>DV [%]</i>	<i>DP [%]</i>
Cavi MT interni	TF01	C.Parall.01	30	2.000	42,77	RST	348	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,01141	0,004
	TF02	C.Parall.02	30	1.000	21,38	RST	32	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00052	0,000
	TF03	C.Parall.03	30	2.000	42,77	RST	46	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00151	0,001
	TF04	C.Parall.03	30	1.000	21,38	RST	83	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00136	0,001
	TF05	C.Parall.03	30	2.000	42,77	RST	250	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00820	0,003
	TF06	C.Parall.08	30	2.000	42,77	RST	200	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00656	0,002
	TF07	C.Parall.08	30	2.000	42,77	RST	187	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00613	0,002
	TF08	C.Parall.08	30	2.000	42,77	RST	131	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00430	0,002
	TF09	C.Parall.04	30	1.000	21,38	RST	420	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00689	0,003
	TF10	C.Parall.04	30	2.000	42,77	RST	209	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00686	0,003
	TF11	C.Parall.04	30	2.000	42,77	RST	198	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00649	0,002
	TF12	C.Parall.06	30	500	10,69	RST	236	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00194	0,001
	TF13	C.Parall.06	30	2.000	42,77	RST	54	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00177	0,001
	TF14	C.Parall.05	30	1.000	21,38	RST	76	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00125	0,000
	TF15	C.Parall.05	30	2.000	42,77	RST	60	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00197	0,001
	TF16	C.Parall.05	30	2.000	42,77	RST	69	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00226	0,001

Progetto di un Impianto Agro-Fotovoltaico nei Comuni di Brindisi (BR) e San Pietro Vernotico (BR)

Studio di Progettazione Ing. Giuseppe Santaromita Villa

	TF17	C.Parall.05	30	2.000	42,77	RST	385	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,01263	0,005
	TF18	C.Parall.09	30	2.000	42,77	RST	431	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,01414	0,005
	TF19	C.Parall.09	30	2.000	42,77	RST	200	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00656	0,002
	TF20	C.Parall.09	30	2.000	42,77	RST	191	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00626	0,002
	TF21	C.Parall.09	30	2.000	42,77	RST	281	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00922	0,003
	TF22	C.Parall.09	30	1.000	21,38	RST	403	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00661	0,002
	TF23	C.Parall.09	30	500	10,69	RST	414	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00339	0,001
	TF24	C.Parall.07	30	1.000	21,38	RST	34	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00056	0,000
	TF25	C.Parall.10	30	1.000	21,38	RST	248	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00407	0,002
	TF26	C.Parall.10	30	2.000	42,77	RST	242	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,00794	0,003
Cavi MT di parallelo	C.Parall.02	C.Parall.01	30	42.000	898,10	RST	339	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,23351	0,087
	C.Parall.03	C.Parall.02	30	39.000	833,95	RST	874	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,55902	0,207
	C.Parall.04	C.Parall.03	30	34.000	727,03	RST	11610	3X	RG7H1M1	3	400	732	3,21259	1,191
	C.Parall.05	C.Parall.04	30	29.000	620,12	RST	580	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,27585	0,102
	C.Parall.06	C.Parall.05	30	9.500	203,14	RST	122	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,01901	0,007
	C.Parall.07	C.Parall.06	30	7.000	149,68	RST	456	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,05235	0,019
	C.Parall.08	C.Parall.07	30	6.000	128,30	RST	869	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,08551	0,032
	C.Parall.09	C.Parall.05	30	12.500	267,29	RST	689	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,14125	0,052
	C.Parall.10	C.Parall.09	30	3.000	64,15	RST	870	1X	RG7H1M1	3	185	496	0,04280	0,016
	Dorsale MT	C.Paral.01	SSEU	30	42.000	178,19	RST	1424	3X	RG7H1M1	3	400	732	0,09657

5. Cavi alimentazione trackers

Sono cavi di bassa tensione utilizzati per alimentare elettricamente i motori presenti sulle strutture. Potranno essere installati nei 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.

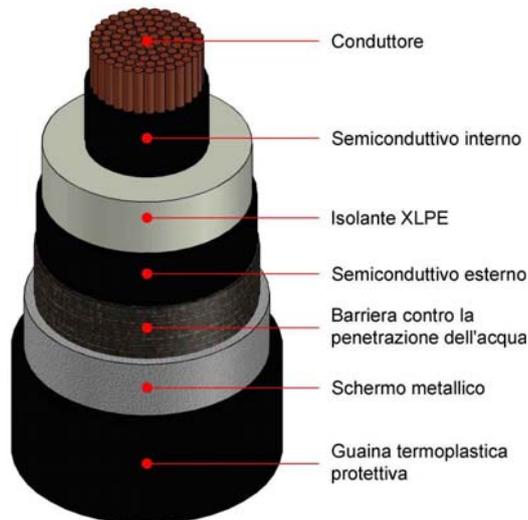


Figura 11-1- Schema costruttivo tipico di un cavo ad isolamento estruso da 1600 mm²

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

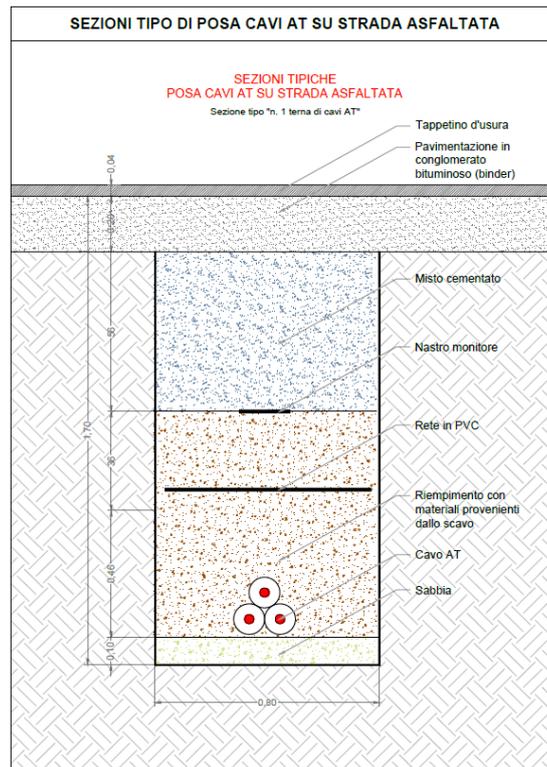


Figura 11-3 - Sezione tipo per posa di cavi a trifoglio su strada asfaltata

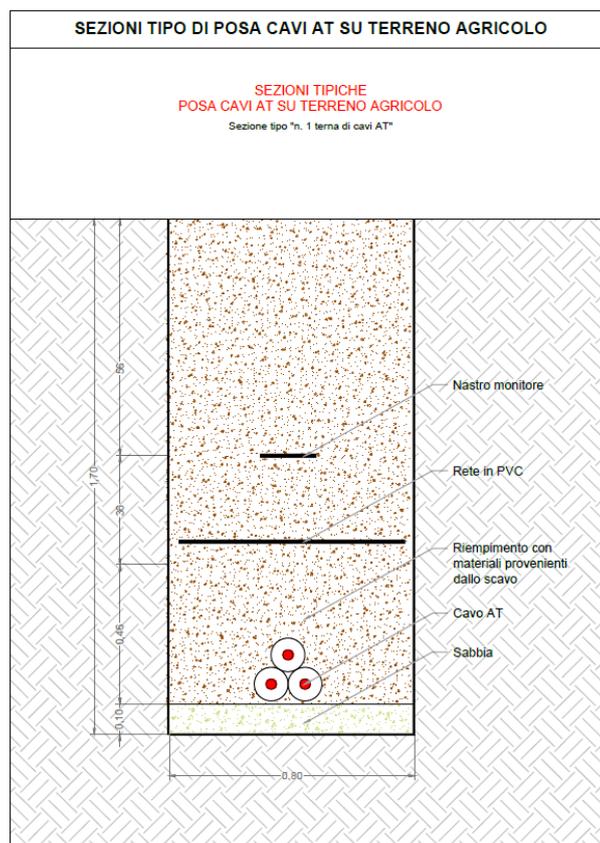


Figura 11-4 - Sezione tipo per posa di cavi in piano in terreno agricolo

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.

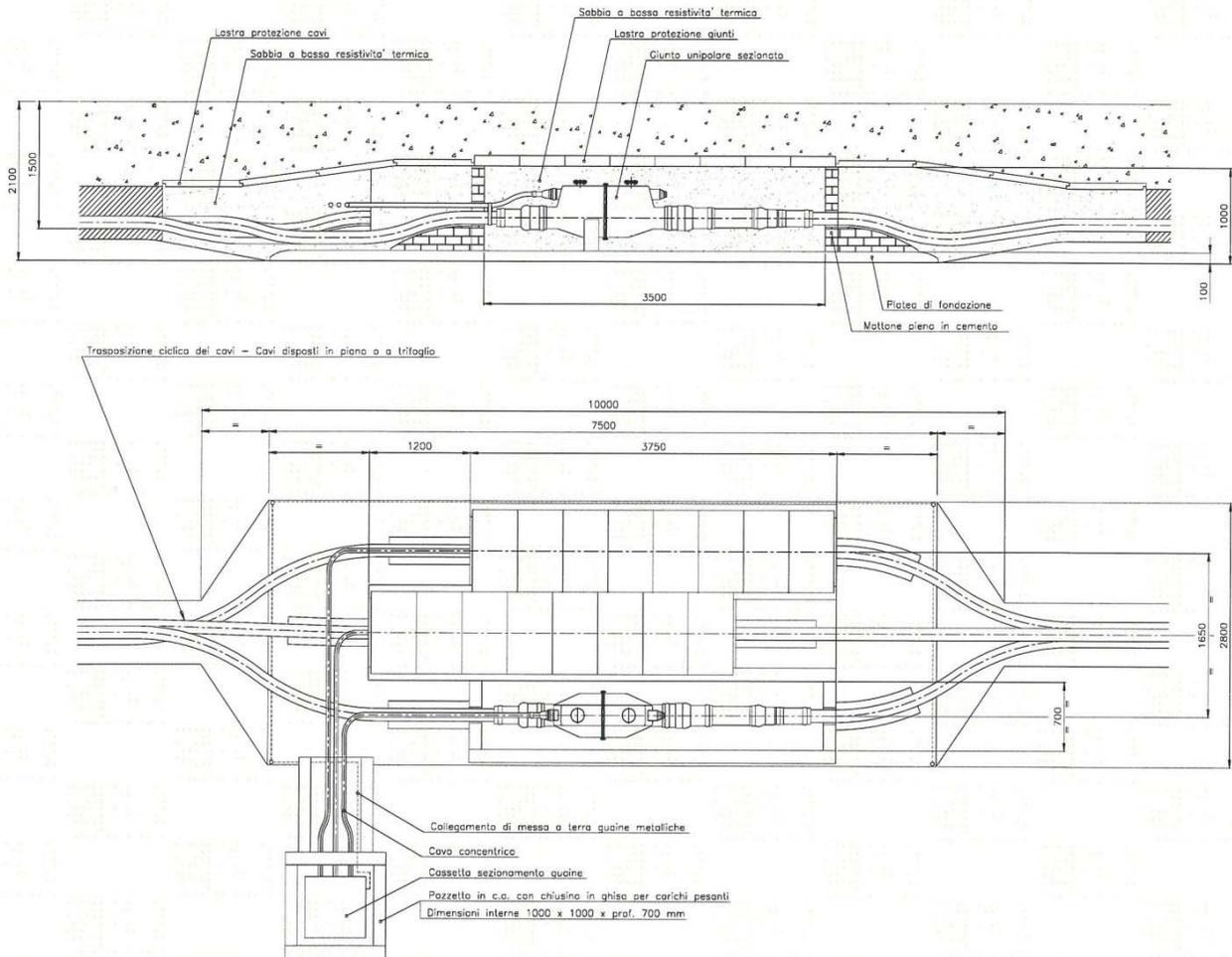


Figura 11-5 - Camera giunti

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.

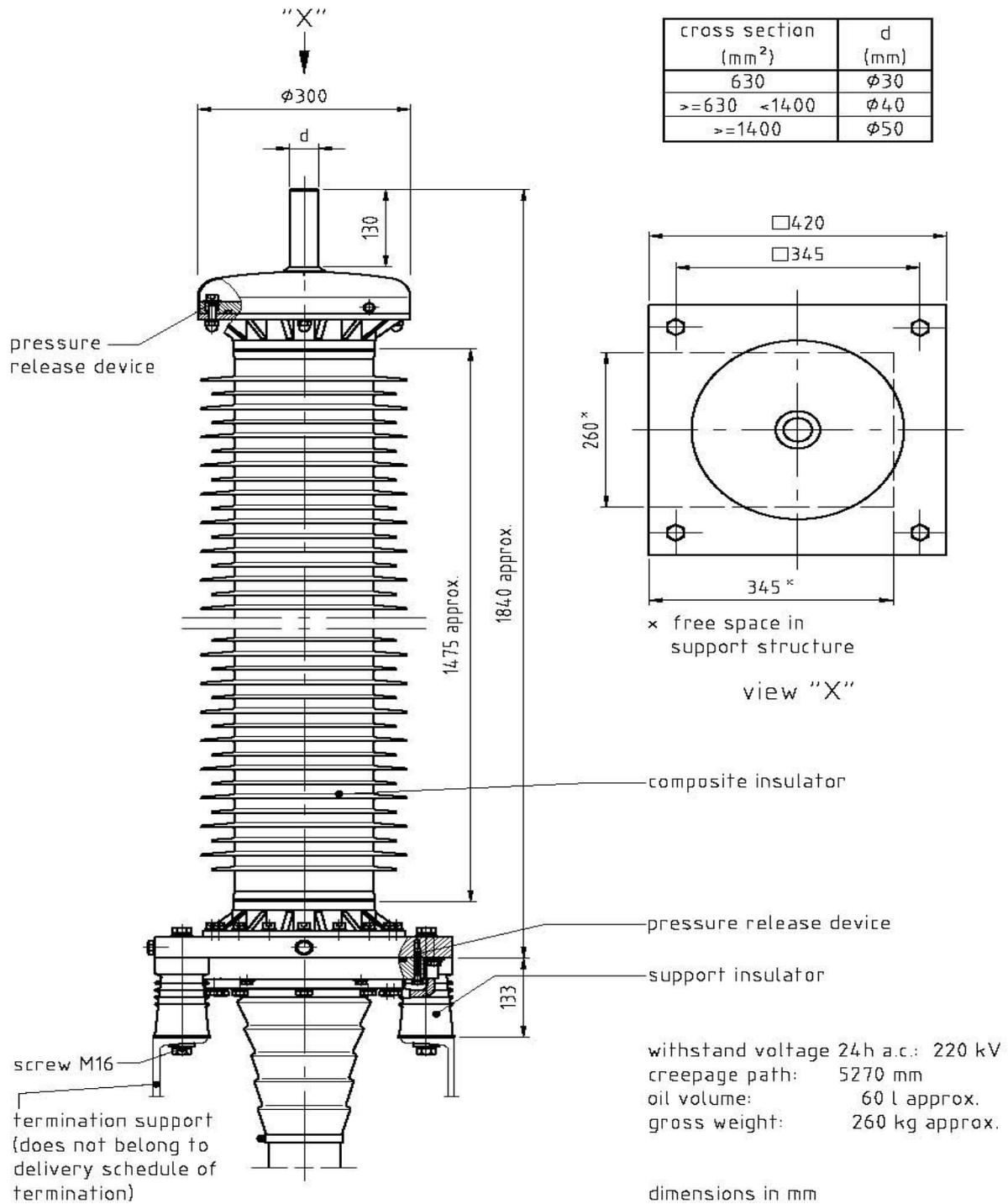


Figura 11-6 - Schema tipico terminali in aria montati su cavo

12. Conclusioni

La presente relazione descrivere i cavi presenti all'interno del parco agro-fotovoltaico FV-Quercia in BT e MT, i cavidotti MT di parallelo e la Dorsale MT di collegamento alla SSEU FV-Quercia 150/30 kV, oltre che i componenti necessari per la realizzazione del collegamento in cavo AT dalla Sottostazione Elettrica Utente allo stallo condiviso assegnato.

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un parco agro-fotovoltaico denominato **FV-Quercia** della potenza in immissione in rete di **39.000,00 kW** in corrente alternata e una potenza di **46.627,00 kW** in corrente continua, localizzato all'interno del territorio comunale di Brindisi (BR) e San Pietro Vernotico (BR) e costituito da sei 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:

- 45.414,00 m di cavi solari BT in DC di collegamento tra le stringhe fotovoltaiche e gli inverter di stringa;
- 26.366,00 m di cavi BT in AC di collegamento tra gli inverter e le cabine trafo;
- 5.429,00 m di cavi MT di collegamento tra le cabine trafo e le cabine di parallelo
- 16.407,00 m di cavi MT di parallelo di collegamento tra le varie cabine di parallelo;
- 1.424,00 m di cavi MT esterni di dorsale di collegamento alla SSEU dell'impianto;
- 136,00 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 Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV "Brindisi Sud" esistente.

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.