



REGIONE PUGLIA



COMUNE di FOGGIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di MANFREDONIA



<p>Proponente</p>	 <p>OPDENERGY TAVOLIERE 1 S.R.L. Sede: Rotonda Giuseppe Antonio Torri, n. 9 - 40127 Bologna (BO) Pec: opdenergy.tavoliere1@legalmail.it P.IVA: 12206080017</p>				
<p>Progettazione Generale Elettrica e Coordinamento</p>	 <p>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128 71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072 Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net</p>	<p>Studio Agronomico</p>	<p>Studio Tecnico Agrario Dott. Agr. Marcello Martino Viale Europa, 42 - 71122 Foggia Tel./Fax 0881.632008 Cell. 337.938268 E-Mail: marcello.martino@tiscali.it</p>		
<p>Studio Paesaggistico e Ambientale</p>	 <p>VEGA sas LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING <small>Via del Cav. C. 48 - 71121 Foggia - Tel. 0881.756251 - Fax 1784412324 mail: info@studiovega.org - website: www.studiovega.org</small></p> <p>Arch. Antonio Demaio Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com</p>	<p>Studio Geologico e Geotecnico</p>	<p>Dott. Nazario Di Lella Tel./Fax 0882.991704 cell. 328 3250902 E-Mail: geol.dilella@gmail.com</p>		
<p>Studio Acustico</p>	<p>STUDIO FALCONE Ingegneria</p> <p>Ing. Antonio Falcone Tel. 0884.534378 Fax. 0884.534378 E-Mail: antonio.falcone@studiofalcone.eu</p>	<p>Studio Strutturale</p>	 <p>Ing. Tommaso Monaco Tel. 0885.429850 Fax 0885.090485 E-Mail: ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it</p>		
<p>Studio Archeologico</p>	 <p>Dott. Vincenzo Ficco Tel. 0881.750334 E-Mail: info@archeologicasrl.com</p>	<p>Studio Naturalistico</p>	<p>Dott. Forestale Luigi Lupo Corso Roma, 110 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it</p>		
<p>Studio Acustico</p>	 <p>Arch. Marianna Denora Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA) Tel. Fax 080 3147468 Cell. 331 5600322 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it</p>	<p>Studio Idraulico</p>	<p>Studio di Ingegneria Dott.sa Ing. Antonella Laura Giordano Viale degli Aviatori, 73 - 71121 Foggia (Fg) Tel./Fax 0881.070126 Cell. 346.6330966 E-Mail: lauragiordano.ing@gmail.com</p>		
<p>Opera</p>	<p>Progetto definitivo per la realizzazione dell'Impianto agro-fotovoltaico "TAVOLIERE 1" integrato con potenza di picco pari a 43,762MWp e potenza ai fini della connessione pari a 34MW sito nel comune di FOGGIA, alle località "C. Savano - C.se De Martino" nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto nel Comune di Manfredonia (FG).</p>				
<p>Oggetto</p>	<p>Folder: UR76F98_Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti del progetto definitivo</p>	<p>Sez. F</p>			
<p></p>	<p>Nome Elaborato: UR76F98_CalcoliPreImpianti_02.pdf</p>	<p>Codice Elaborato: F02</p>			
<p></p>	<p>Descrizione Elaborato: Relazione di producibilità dell'impianto</p>				
<p>00</p>	<p>Ottobre 2021</p>	<p>Emissione progetto definitivo</p>	<p>P.i. Spada</p>	<p>Ing. Mezzina</p>	<p>OPDE TAVOLIERE 1 s.r.l.</p>
<p>Rev.</p>	<p>Data</p>	<p>Oggetto della revisione</p>	<p>Elaborazione</p>	<p>Verifica</p>	<p>Approvazione</p>
<p>Formato: A4</p>	<p>Scala: /</p>	<p>Codice Pratica UR76F98</p>	<p>Codice Pratica TERNA</p>		<p>201900200</p>



PROPONENTE:

OPDENERGY TAVOLIERE 1 S.R.L.

Sede Legale: Rotonda Giuseppe Antonio Torri, n. 9 – 40127 Bologna (BO)

PEC: opdenergy.tavoliere1@legalmail.it

C.F. e P.IVA 12206080017

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO "TAVOLIERE 1" INTEGRATO CON POTENZA DI PICCO PARI A 43,762MWP E POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE PARI A 34 MW, SITO NEL COMUNE DI FOGGIA, ALLE LOCALITÀ "C. SAVANO - C. SE DE MARTINO", NONCHÉ DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALLA COSTRUZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO NEL COMUNE DI MANFREDONIA (FG).

RELAZIONE TECNICA

Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti del progetto definitivo

CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI ELETTRICI



SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	5
3.1.	<i>Impianto fotovoltaico</i>	<i>5</i>
3.2.	<i>Schema elettrico del generatore fotovoltaico</i>	<i>5</i>
4.	CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI	10
4.1.	<i>Cavi MT.....</i>	<i>10</i>
4.2.	<i>Giunzioni, terminazioni ed attestazioni.....</i>	<i>10</i>
4.3.	<i>Modalità di posa.....</i>	<i>12</i>
4.4.	<i>Linee di bassa tensione impianto fotovoltaico</i>	<i>14</i>
4.5.	<i>Impianto di rivelazione intrusione.....</i>	<i>15</i>
4.6.	<i>Impianto di video-sorveglianza</i>	<i>18</i>
4.7.	<i>Rete di fibra ottica</i>	<i>21</i>
4.8.	<i>Cavi bT impianto di illuminazione</i>	<i>24</i>
4.9.	<i>Cavidotti per linee elettriche interrato.</i>	<i>26</i>
4.10.	<i>Protezione contro i contatti diretti.</i>	<i>26</i>
4.11.	<i>Protezione contro i contatti indiretti.</i>	<i>27</i>
5.	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI	28
5.1.	<i>Protezione contro il sovraccarico</i>	<i>28</i>
5.2.	<i>Protezione contro il cortocircuito</i>	<i>28</i>
5.3.	<i>Cadute di tensione</i>	<i>29</i>
5.4.	<i>Dimensionamento Linee MT</i>	<i>30</i>
5.5.	<i>Dimensionamento Linee bT impianto di illuminazione.....</i>	<i>30</i>
5.6.	<i>Conclusioni.....</i>	<i>31</i>

1. PREMESSA

Lo scopo di questa relazione tecnica è presentare un calcolo preliminare degli impianti elettrici relativi all'impianto **fotovoltaico**, denominato **"TAVOLIERE 1"** che la società **OPDENEGY TAVOLIERE 1 S.R.L.** intende realizzare alle località **"C. SAVANO – C. SE DE MARTINO"**, comune di **FOGGIA (FG)**, della potenza di picco pari a **43,762 MWp** regolata in modo tale che, anche tenendo conto dei rendimenti e perdite di conversione, la potenza attiva disponibile (Pnd) non superi mai la potenza attiva di connessione, pari a **34,00MW** nel punto di consegna, sito nel Comune di Manfredonia (FG), alla Località **"Posta Macchia Rotonda"**, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

La connessione dell'impianto avverrà tramite cavo interrato in MT lungo viabilità pubblica e aree private per una lunghezza di circa 12,5 Km alla sottostazione produttore di trasformazione MT/AT per venire poi ceduta alla RTN tramite un collegamento, del tipo in antenna a 150kV, alla Stazione Elettrica (SE) 380/150 kV RTN denominata *Manfredonia*.

L'area deputata all'installazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

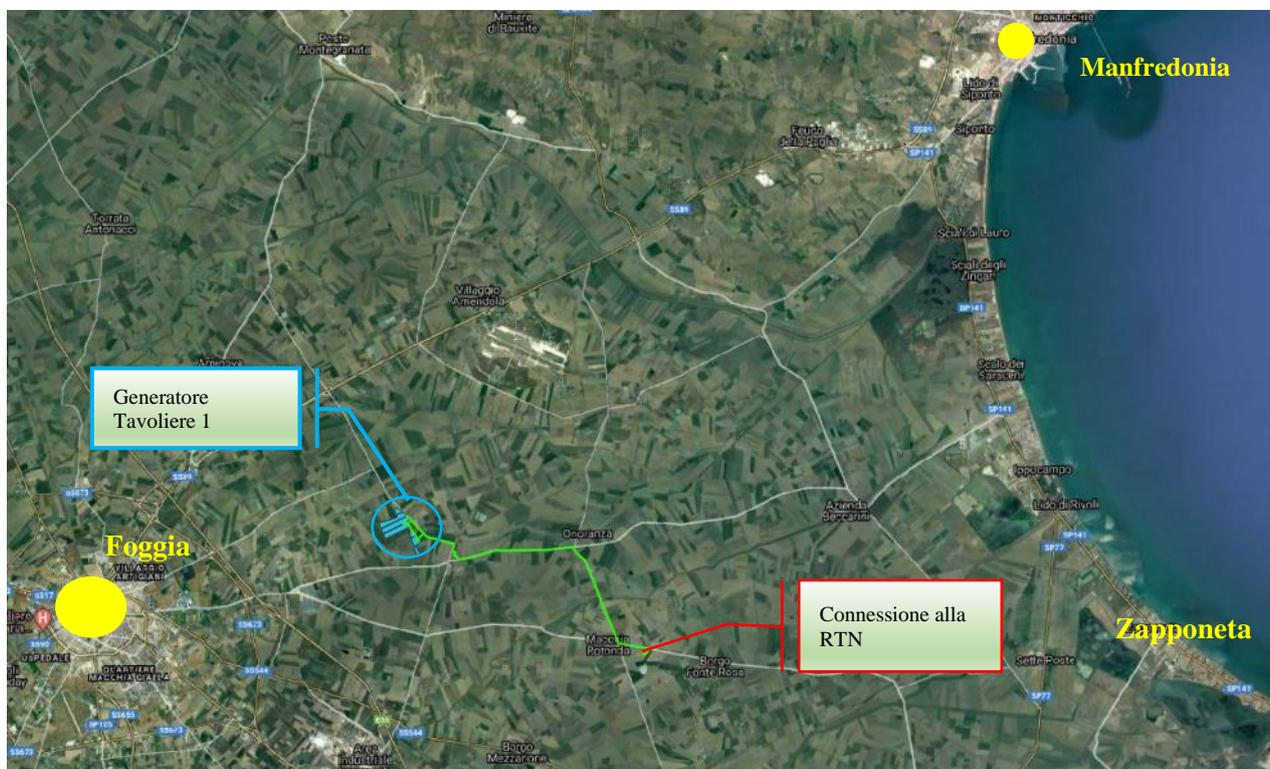


Fig. 1. Inquadramento di ampio raggio su ortofoto dell'area di intervento, situata all'incirca a circa 10km ad Est di Foggia, e circa 22km a SUD-Ovest di Manfredonia: a Nord, in celeste, la centrale fotovoltaica; in verde, il percorso dell'elettrodotto dorsale, che si sviluppa per circa 11km prevalentemente lungo rete esistente ; a SUD la Sottostazione Produttore, nei pressi della esistente Stazione elettrica di Trasformazione SET-TERNA 380/150 kV.



2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I documenti normativi e/o guide di riferimento, congiuntamente alle varianti e/o errata corrige eventualmente intervenute, sono da intendersi applicabili nella loro edizione in vigore al momento di emissione del presente documento.

L'applicazione di eventuali varianti e/o errata corrige che intervengano dopo l'emissione del presente documento ma prima della realizzazione delle opere potrà essere sottoposta all'attenzione del progettista da parte del soggetto responsabile della costruzione.

NRif1. CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";

NRif2. CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione di energia fotovoltaica collegati alle reti elettriche dei sistemi di Media e Bassa Tensione".

NRif3. CEI 11-25 (EN 60909-0): "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti";

NRif4. CEI 99-2 (EN 61936-1) "Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.";

NRif5. CEI 99-3 (EN 50522) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a."

NRif6. CEI 9-17 – 2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo";

NRif7. CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.";

NRif8. CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";

NRif9. CEI EN 50618 "Cavi elettrici per impianti fotovoltaici";

NRif10. EI EN 60076-11 "Trasformatori di potenza – Parte 11: trasformatori di tipo a secco";

NRif11. CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali";

NRif12. CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio dovuto al fulmine";

NRif13. CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";

NRif14. CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";

NRif15. CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale";

NRif16. CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";

NRif17. ENEL "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione", ed. 5.0. Marzo 2015;



3. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il progetto prevede **lavori di costruzione ed esercizio di un impianto fotovoltaico finalizzato alla produzione di energia elettrica per una potenza di picco pari a 43,762 MWp e potenza ai fini della connessione pari a 34 MW.**

In particolare il progetto comprende:

3.1. Impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, costituito dall'insieme dei due Sottopianti NORD e SUD, sarà caratterizzato da:

- 1) 76.776 moduli fotovoltaici della potenza di 570Wp cadauno;
- 2) 384 quadri di stringa;
- 3) 2.742 stringhe da 28 moduli cadauna;
- 4) 16 cabine di conversione DC/AC e trasformazione bT/MT 0,8/30kV, con somma delle potenze nominali degli inverter pari a 40,00 MVA, e somma delle potenze disponibili pari a 34MW;
- 5) 2 Cabine di Raccolta;
- 6) 2 Cabine Locali tecnici bT;
- 7) 1 Locale Magazzino;
- 8) 5 sottocampi di potenza, rispettivamente, 10,980MWp, 10,980Wp, 10,869MWp, 2,665MWp, 8,627MWp per una potenza di picco complessiva del generatore fotovoltaico pari a 43,762 MWp: l'impianto sarà regolato in modo tale che la potenza nel punto di immissione **NON SIA MAI SUPERIORE A 34MW.**
- 9) 1 elettrodotto dorsale interno per la connessione tra la Cabina di Raccolta NORD (CdR_T1N) e la Cabina di Raccolta SUD (CdR_T1S), di lunghezza pari a circa 2220m.
- 10) 1 elettrodotto dorsale esterno per la connessione tra la Cabina di Raccolta SUD (CdR_T1S) e la SSE, di lunghezza pari a circa 10.950m.
- 11) 1 sottostazione Elettrica di trasformazione AT/MT;
- 12) 1 sistema comune ad altri produttori per la condivisione dello stallo di connessione;
- 13) 1 elettrodotto interrato AT;
- 14) 1 nuovo stallo AT in area Terna, per la connessione alla RTN;

3.2. Schema elettrico del generatore fotovoltaico

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli è del tipo "in serie", in maniera tale da formare una stringa di 28 moduli: tale collegamento avverrà mediante i cavi in dotazione ai singoli moduli, ed impiego di cavi "solari", ubicati sul retro della struttura portante e caratterizzati da tensione nominale $U_0 = 1.0\text{kV DC}$, dimensionati

secondo necessità.

La tensione massima di stringa è stata calcolata conservativamente a -5° , anche se i dati meteo storici del sito indicano un valore minimo di -3°C ; il valore teorico calcolato è di

- **Voc a -5°C : 1614 V** per stringhe con 28 moduli da 570 Wp.

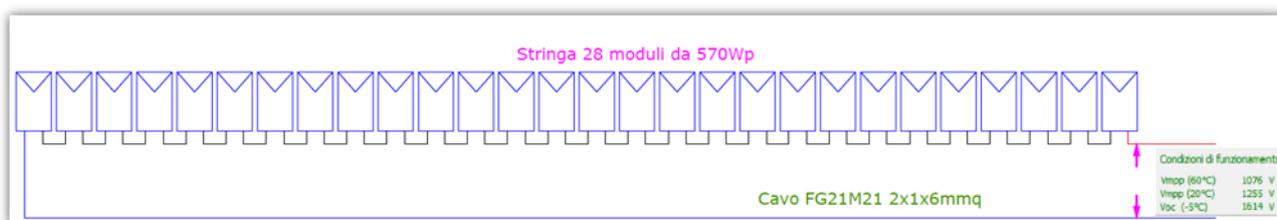


Fig. 2. Particolare serie moduli fotovoltaici

Per il campo fotovoltaico saranno installati **384** raccoglitori di stringa (in questa fase progettuale si fa riferimento ai raccoglitori di stringhe della **SMA Technologie A.G. modello SSM-16-11**), ciascuno avente almeno 8 ingressi DISPONIBILI, il quale svolgerà la funzione di raccogliere e mettere in parallelo un certo numero di stringhe nonché sezionare e proteggere le stesse da sovracorrenti e sovratensioni per mezzo di sezionatore, fusibili di adeguata portata e scaricatori di sovratensione.

Ciascun raccoglitore di stringa accoglierà, in realtà, da 6 a 8 stringhe, secondo il subcampo di cui fa parte.

Le linee elettriche in uscita dai raccoglitori di stringa afferiranno agli ingressi DC dell'inverter centralizzato del relativo subcampo: in particolare è previsto un raccoglitore di stringa per ciascuno degli ingressi disponibili nell'inverter centralizzato di progetto.

La figura successiva mostra il particolare dei Sunny String Monitor e il loro montaggio nella parte posteriore della struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici. Per i dettagli, i particolari costruttivi e il posizionamento dei raccoglitori di stringhe all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico, vedasi le relative tavole grafiche di progetto.

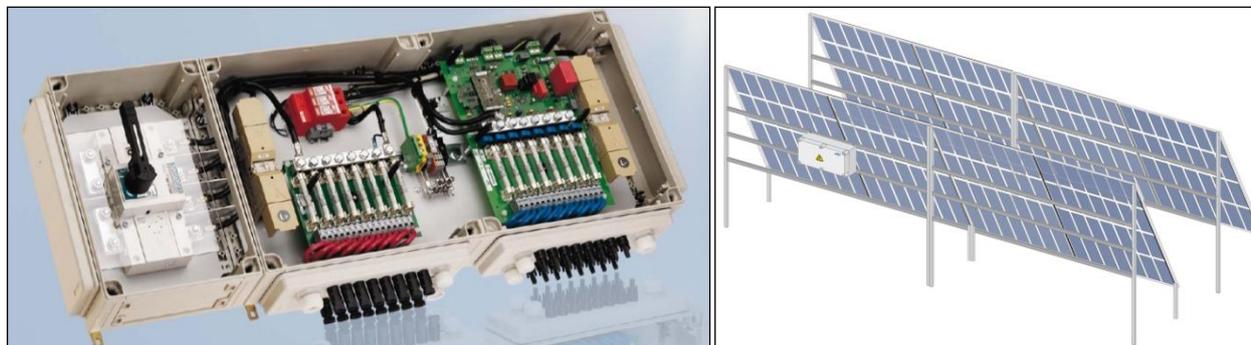


Fig. 3. Particolari Sunny String Monitor

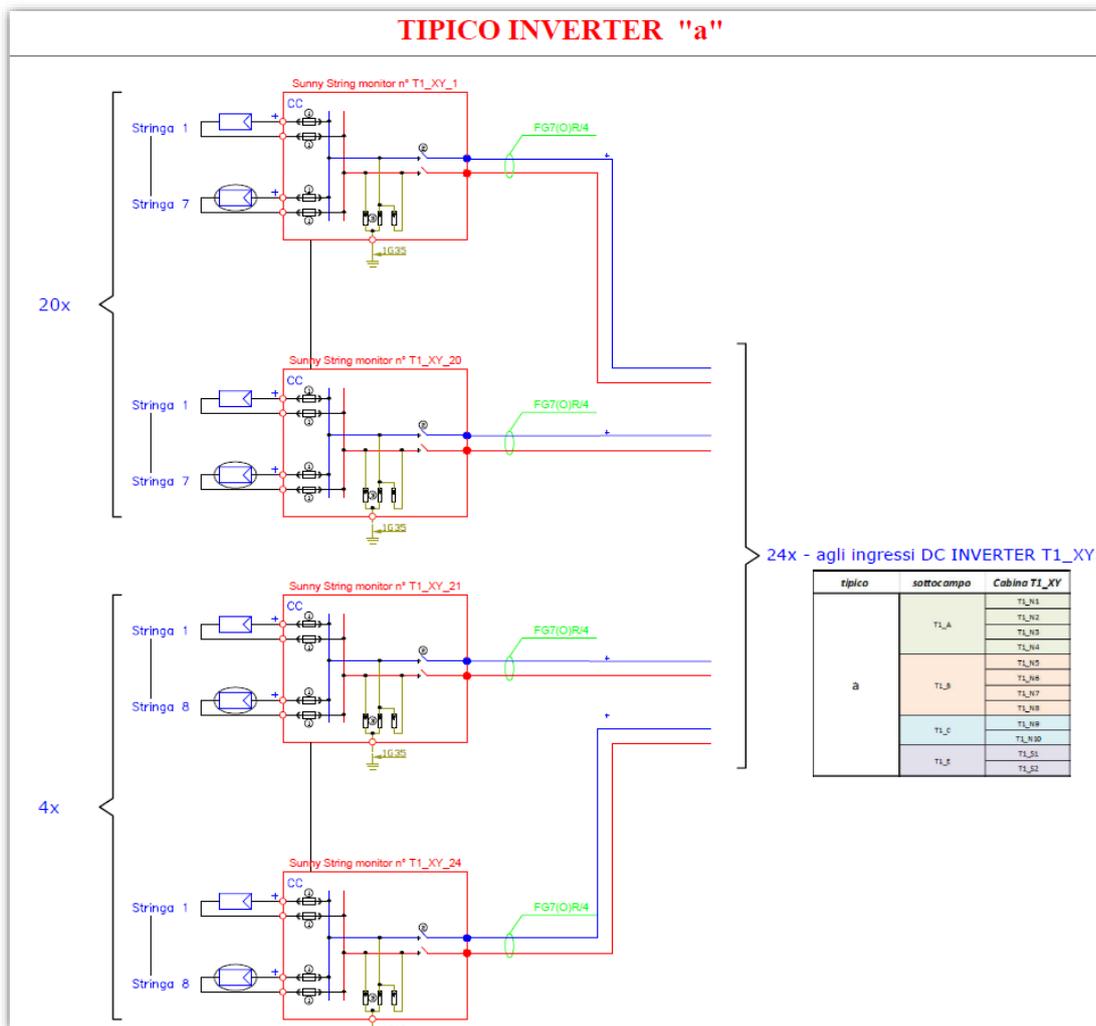


Fig. 4. Schema elettrico del collegamento tra quadri di stringa ed inverter centralizzato.

La configurazione dell'impianto fotovoltaico prevede in definitiva:

- Moduli, quadri di stringa, stringhe, cabine di trasformazione nelle quantità qui sotto riportate per ciascun

Sottoimpianto:

Sottoimpianto	Sottocampo	N. Cabine	N. String Monitor	N. Stringhe	N. Moduli	Potenza di Picco [kWp]	Pot. Inverter [kVA]
NORD	T1_A	4	96	688	19.264	10.980	10.000
	T1_B	4	96	688	19.264	10.980	10.000
	T1_C	4	96	681	19.068	10.869	10.000
	T1_D	1	24	167	4.676	2.665	2.500
Tot. NORD		13	312	2.224	62.272	35.495	32.500

Sottoimpianto	Sottocampo	N. Cabine	N. String Monitor	N. Stringhe	N. Moduli	Potenza di Picco [kWp]	Pot. Inverter [kVA]
SUD	T1_E	3	72	518	14.504	8.267	7.500

- Cabine di trasformazione di tipo: **a, b, c, d, e**, nelle quantità qui sotto riportate per ciascun Sottocampo:

Sottocampo	Cabina MT	Tipico inverter	Moduli	Potenza teorica di picco [MW]	Potenza Nominale Inverter [MVA]	Coeff. Impiego Inverter [max]
T1_A	T1_N1	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_N2	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_N3	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_N4	a	4816	2,75	2,50	110%
T1_B	T1_N5	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_N6	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_N7	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_N8	a	4816	2,75	2,50	110%
T1_C	T1_N9	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_N10	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_N11	b	4760	2,71	2,50	109%
	T1_N12	c	4676	2,67	2,50	107%
T1_D	T1_N13	c	4676	2,67	2,50	107%
T1_E	T1_S1	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_S2	a	4816	2,75	2,50	110%
	T1_S3	d	4872	2,78	2,50	111%
IMPIANTO			76776	43,76	40,00	
POTENZA REGOLATA NEL PUNTO DI IMMISSIONE					34 MW	

- Ciascun tipico di cabina avrà la configurazione stringa/inverter-trafo qui sotto riportata:

Sottocampo	Tipico inverter MT	Cabina MT	N. string monitor	Stringhe per string monitor	Moduli per stringa	Moduli per string monitor	stringhe tot	Potenza per string monitor	Coeff. Impiego ingresso DC	Moduli subtot	Moduli tot	Potenza di picco [kW]	Potenza Inverter [kVA]	Coeff. Impiego Inverter
T1_A	a	T1_N1	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	a	T1_N2	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	a	T1_N3	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	a	T1_N4	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				

Sottocampo	Tipico inverter MT	Cabina MT	N. string monitor	Stringhe per string monitor	Moduli per stringa	Moduli per string monitor	stringhe tot	Potenza per string monitor	Coeff. Impiego ingresso DC	Moduli subtot	Moduli tot	Potenza di picco [kW]	Potenza Inverter [kVA]	Coeff. Impiego Inverter
T1_B	a	T1_N5	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	a	T1_N6	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	a	T1_N7	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	a	T1_N8	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				

Sottocampo	Tipico inverter MT	Cabina MT	N. string monitor	Stringhe per string monitor	Moduli per stringa	Moduli per string monitor	stringhe tot	Potenza per string monitor	Coeff. Impiego ingresso DC	Moduli subtot	Moduli tot	Potenza di picco [kW]	Potenza Inverter [kVA]	Coeff. Impiego Inverter
T1_C	a	T1_N9	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	a	T1_N10	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	b	T1_N11	22	7	28	196	154	111,72	1,07	4312	4760	2713,20	2500	108,53%
			2	8	28	224	16	127,68	1,23	448				
	c	T1_N12	23	7	28	196	161	111,72	1,07	4508	4676	2665,32	2500	106,61%
			1	6	28	168	6	95,76	0,92	168				

Sottocampo	Tipico inverter MT	Cabina MT	N. string monitor	Stringhe per string monitor	Moduli per stringa	Moduli per string monitor	stringhe tot	Potenza per string monitor	Coeff. Impiego ingresso DC	Moduli subtot	Moduli tot	Potenza di picco [kW]	Potenza Inverter [kVA]	Coeff. Impiego Inverter
T1_D	c	T1_N13	23	7	28	196	161	111,72	1,07	4508	4676	2665,32	2500	106,61%
			1	6	28	168	6	95,76	0,92	168				

Sottocampo	Tipico inverter MT	Cabina MT	N. string monitor	Stringhe per string monitor	Moduli per stringa	Moduli per string monitor	stringhe tot	Potenza per string monitor	Coeff. Impiego ingresso DC	Moduli subtot	Moduli tot	Potenza di picco [kW]	Potenza Inverter [kVA]	Coeff. Impiego Inverter
T1_E	a	T1_S1	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	a	T1_S2	20	7	28	196	140	111,72	1,07	3920	4816	2745,12	2500	109,80%
			4	8	28	224	32	127,68	1,23	896				
	d	T1_S3	18	7	28	196	126	111,72	1,07	3528	4872	2777,04	2500	111,08%
			6	8	28	224	48	127,68	1,23	1344				

La configurazione utilizzata per il collegamento tra moduli, stringhe ed inverter, compatibile con le caratteristiche dei componenti indicate in dettaglio nella relazione tecnica generale e negli elaborati di progetto, è riportata nello schema seguente (vedere elaborato grafico specifico **ElaboratoGrafico_08_Schema elettrico collegamenti distribuzione lato DC**).

4. CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI

I conduttori utilizzati nell'impianto in oggetto avranno le seguenti caratteristiche tecniche.

4.1. Cavi MT

I cavi per le linee MT a 30kV avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- *Designazione: ARE4H5E in accordo alla norma IEC 60502/CEI 20-13: conduttore unipolare, in corda rigida compatta a fili di alluminio, in accordo alla norma CEI 20-29, classe 2, con strato semiconduttore in mescola estrusa termoindurente, isolante XLPE, semiconduttore estruso saldato, nastro semiconduttivo antiumidità, schermo a nastro di alluminio laminato, guaina esterna in MDPE, colore rosso*
- *Grado di isolamento: 18/30kV*
- *Tensione nominale: 30kV*
- *Conduttori a corda rigida compatta di alluminio*
- *Formazioni: come da progetto*
- *Sezioni: come da progetto*



Fig. 5. Particolare degli strati costitutivi di un cavo MT ARE4H5E

4.2. Giunzioni, terminazioni ed attestazioni

Giunzione cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Convenzionalmente si definisce “giunzione” la giunzione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo dritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Tutti i materiali occorrenti e le attività di



giunzione sono a carico dell'Appaltatore. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- *prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità*
- *non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale*
- *utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione*

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'Appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

Terminazione ed attestazione cavi MT

Tutti i cavi MT posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità. I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono "terminazioni" e "attestazioni" la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'Appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta a identificare: Appaltatore, Esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).

La maggior parte dei cavi per l'impianto di media tensione a 30kV saranno in alluminio di tipo unipolare schermati armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà messa a terra in uno dei seguenti modi:

- *tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;*
- *tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;*



- *tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).*

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell'armatura che dello schermo deve avere una sezione di 35mm².

4.3. Modalità di posa

Generalità

Tutte le linee elettriche ed in fibra ottica oggetto della presente committenza saranno posate in cavidotti direttamente interrati o, dove indicato, posati all'interno di tubi. Il tracciato dei cavidotti è riportato nel documento di progetto.

I cavi elettrici saranno posati in uno scavo avente profondità dal piano stradale compresa tra 1 e 1,2m circa, con larghezza variabile a seconda della formazione.

Il cavo verrà adagiato su un letto di sabbia di spessore pari a 0,10m e sarà ricoperto da un ulteriore strato di sabbia di spessore minimo pari a 0,30m; tale cassonetto ospiterà anche la fibra ottica direttamente posata in terreno; sul cavo sarà posato un tegolino in plastica per la protezione meccanica.

Infine, ad una distanza di circa 0,20m dal cavo di fibra, verrà posato il nastro segnalatore. Successivamente lo scavo verrà ripristinato secondo le condizioni iniziali.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:

- *scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità indicata nel documento di progetto;*
- *posa dei conduttori e/o fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto; infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento di progetto;*
- *reinterro parziale con sabbia vagliata;*
- *posa dei tegoli protettivi;*
- *reinterro con terreno di scavo;*
- *inserimento nastro per segnalazione tracciato.*

Le ulteriori prescrizioni per le opere di tipo civile sono riportate nel capitolato delle opere civili; comunque la posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.



Modalità di posa dei cavi MT

I cavi MT dell'impianto saranno allettati direttamente nello strato di sabbia vagliata come descritto nel paragrafo precedente. Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

- *Tracciato delle linee: Il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.*
- *Posa diretta in trincea: La posa del cavo può essere effettuato secondo i due metodi seguenti:*
 - A bobina fissa: da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura.
 - La bobina deve essere posta sull'apposito alzabobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso. Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.
 - A bobina mobile: da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro portabobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo. L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.
- *Temperatura di posa: Per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C.*
- *Sforzi di tiro per la posa: Durante le operazioni di posa, gli sforzi di tiro che devono essere applicati ai cavi non devono superare i 60 N/mm² di sezione totale per i conduttori in rame e i 50 N/mm² di sezione totale per i conduttori in alluminio.*
- *Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a quanto descritto nella seguente tabella:*

Sezione del cavo	3x1x50	3x1x70	3x1x95	3x1x120	3x1x150	3x1x185	3x1x240	
Cavo avvolto ad elica	81	87	91	94	98	102	108	
Sezione del cavo	1x120	1x150	1x185	1x240	1x300	1x400	1x500	1x630
Cavo unipolare	63	65	68	72	75	80	85	91

- *Messa a terra degli schermi metallici: Lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea. è vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.*

4.4. Linee di bassa tensione impianto fotovoltaico

Tutte le condutture elettriche interrate saranno realizzate con cavi tipo ARG16OR16 0,6/1kV direttamente posati in trincea, su strato di allettamento in sabbia. Tali elettrodotti saranno posati ad una profondità di circa 1m rispetto al piano di campagna. Per la posa degli elettrodotti sarà quindi realizzato uno scavo di profondità 110cm e larghezza variabile secondo la formazione delle linee provenienti dagli inverter di stringa.

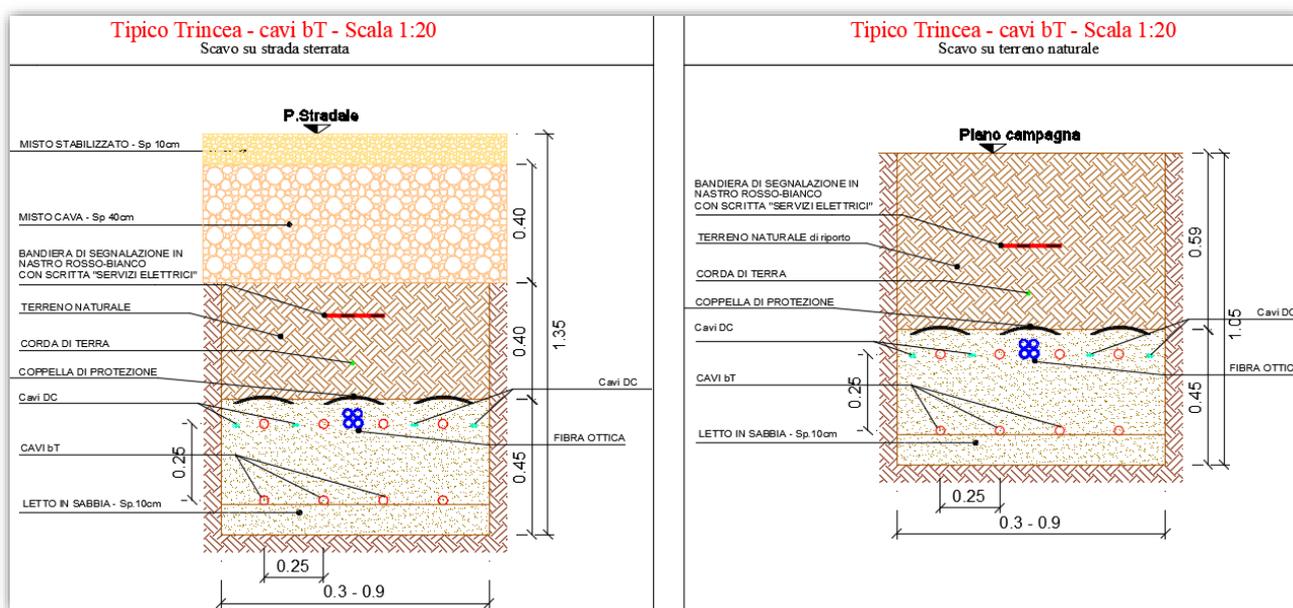


Fig. 6. Particolari tipici trincee per cavidotti bT, in formazione variabile, rispettivamente su strada sterrata e su terreno naturale.

Eseguito lo scavo, prima della posa dei cavidotti sarà realizzato un letto di sabbia dello spessore di circa 10cm; inoltre dopo la posa dei cavi essi saranno ricoperti con uno strato superiore di sabbia di spessore pari a 20cm. La parte rimanente dello scavo sarà riempito con terreno risultante dallo scavo, ovvero completando la richiusura con un pacchetto di tipo stradale carrabile in misto stabilizzato, secondo necessità. Il terreno di risulta, privo di scorie, sarà distribuito in loco, ovvero trasportato a discarica autorizzata qualora contaminato da scorie di lavorazione.

Lungo il percorso degli elettrodotti saranno realizzati dei pozzetti elettrici con funzione di rompitratta e/o derivazione rispettivamente per i tratti lineari più lunghi e per i punti di cambiamento di direzione. I pozzetti saranno con corpo in cls prefabbricato e chiusura superiore di chiusura in cls. Il fondo del pozzetto dovrà essere di tipo drenante per consentire il facile deflusso delle acque che in esso si raccolgono. Tutti i collegamenti dei cavi dovranno essere realizzati in apposite scatole o pozzetti di derivazione e/o rompitratta; non sono ammessi



collegamenti direttamente all'interno delle tubazioni e cavidotti. Nelle scatole di derivazione i collegamenti saranno eseguiti mediante appositi morsetti a cappello IPXD di sezione adeguata al numero e sezione dei conduttori da collegare. Nei pozzetti interrati invece i collegamenti di cavi saranno eseguiti esclusivamente mediante giunti a resina colata di dimensioni e numero di vie adeguate al numero e formazione dei cavi da giuntare. Tutti i cavi si attesteranno ai morsetti delle apparecchiature mediante appositi terminali a capocorda a crimpare. Si rimanda alle tavole grafiche di progetto per lo schema di dettaglio della posa di detti cavi.

4.5. Impianto di rivelazione intrusione

Il parco fotovoltaico sarà equipaggiato con un impianto di allarme antintrusione costituito fondamentalmente da:

1. protezione perimetrale, realizzata con barriere continue a raggi infrarossi e microonde;
2. protezione localizzata dei cancelli, realizzata mediante contatto magnetico perimetrale installato direttamente a bordo dei due cancelli;
3. protezione localizzata delle cabine elettriche, realizzata mediante contatti magnetici perimetrali sulle porte nonché sensore volumetrico a doppia tecnologia posto direttamente all'interno della cabina stessa.

Per la protezione perimetrale, poiché ogni barriera standard ha una portata massima di circa 200m, saranno installate più barriere singole poste una in fila alla successiva in modo da coprire integralmente tutta la lunghezza del perimetro del parco fotovoltaico per un totale di 64 barriere.

La centrale di allarme antintrusione sarà installata insieme alle altre apparecchiature elettroniche nel locale guardiania.

Saranno inoltre installati:

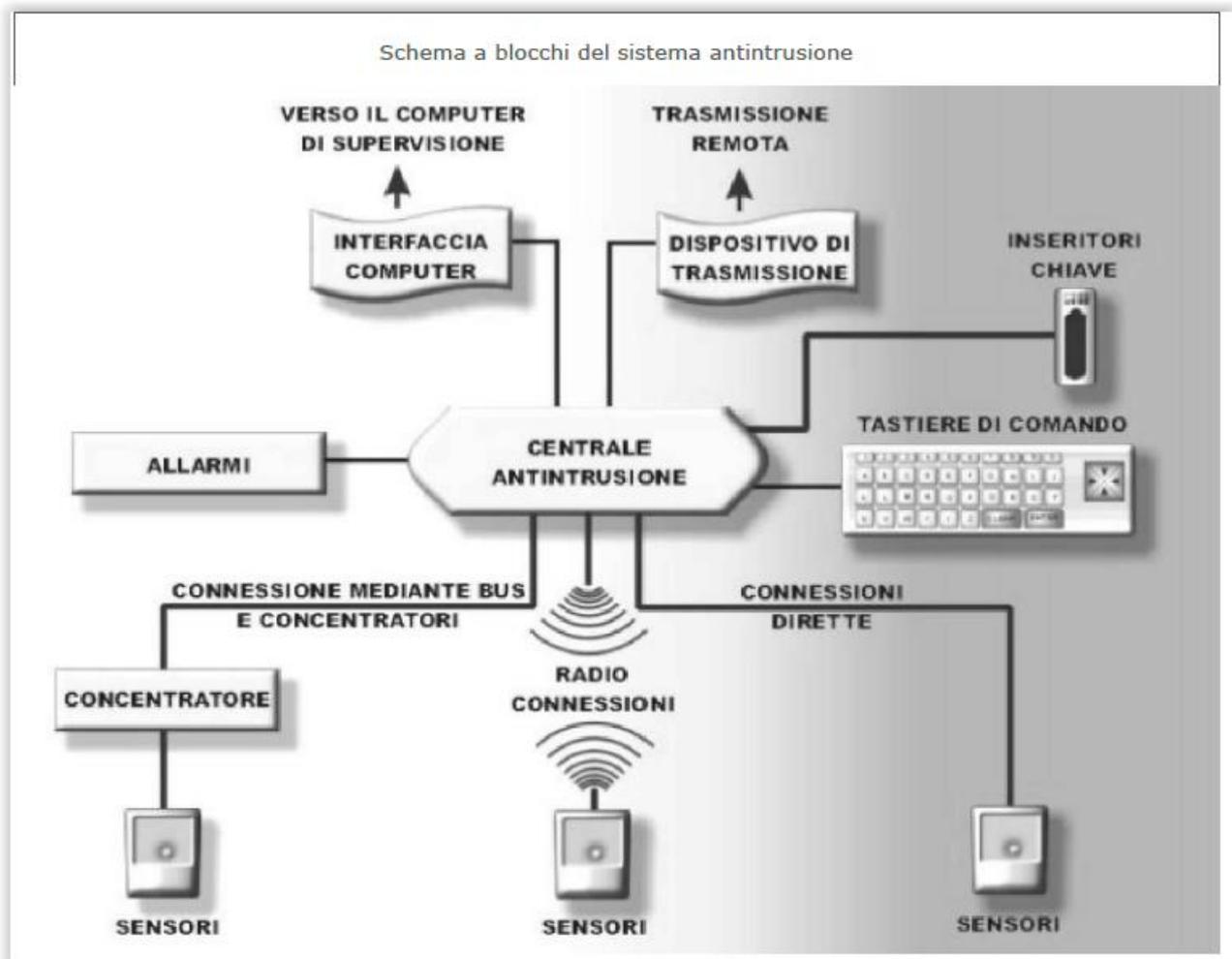
1. una tastiera elettronica a combinazione numerica per l'inserimento e disinserimento dell'impianto di allarme antintrusione;
2. una sirena esterna di alta potenza e comunque sufficiente ad allarmare tutta la zona;

La centrale di allarme antintrusione sarà inoltre equipaggiata con:

1. combinatore telefonico per la trasmissione a distanza su numeri fissi e/o mobili del segnale di allarme nonché per consentire certe operazioni di controllo e operatività a distanza;
2. una scheda per la trasmissione del segnale all'ente di Vigilanza Locale.

Per il collegamento delle barriere poste perimetralmente si utilizzeranno cavi twistati e schermati e con grado di isolamento 4, quindi adatti sia per la posa interrata sia per la posa insieme con i cavi di energia. Tali cavi saranno posati in una canalizzazione interrata corrente perimetralmente all'interno della recinzione esclusivamente dedicata per la posa dei cavi dell'impianto di allarme antintrusione nonché dei cavi dell'impianto di TVCC. Questa

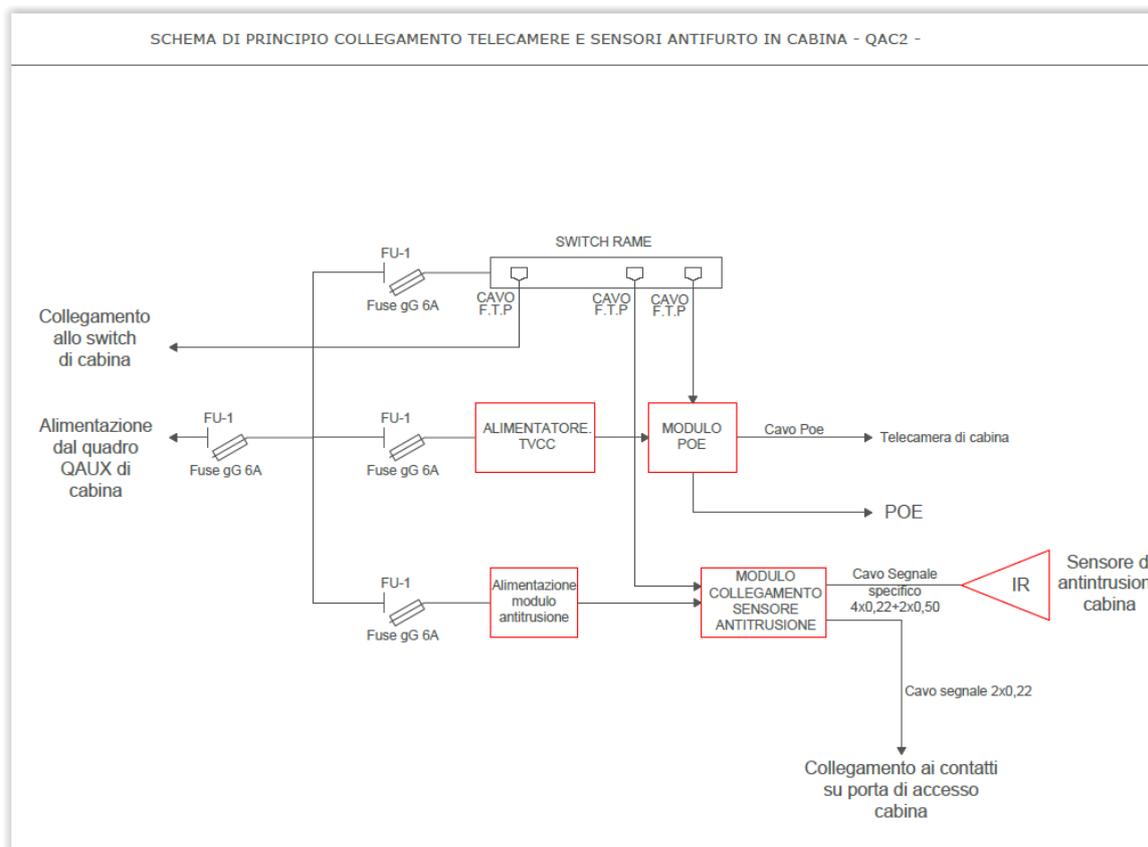
canalizzazione sarà dello stesso tipo e realizzata con le stesse modalità della canalizzazione interrata per gli impianti di energia. Quindi si utilizzeranno cavidotti flessibili corrugati in PVC a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente. Tali cavidotti saranno posati ad una profondità di almeno 70cm rispetto al piano di campagna. Per la posa dei cavidotti sarà quindi realizzato uno scavo di profondità 80cm e larghezza pari a 50cm. Eseguito lo scavo, prima della posa dei cavidotti sarà realizzato un letto di sabbia dello spessore di circa 10cm; inoltre dopo la posa dei cavidotti questi saranno ricoperti con uno strato ulteriore superiore di sabbia di spessore pari a 15cm. La parte rimanente dello scavo sarà riempito con terreno risultante dallo scavo. Il materiale di risulta avanzante sarà trasportato a discarica autorizzata. Lungo il percorso dei cavidotti saranno realizzati dei pozzetti elettrici con funzione di rompitratta e/o derivazione rispettivamente per i tratti lineari più lunghi e per i punti di cambiamento di direzione. In particolare i pozzetti saranno realizzati in corrispondenza del punto di installazione dell'organo emettitore o ricevitore di una barriera perimetrale. I pozzetti saranno con corpo in cls prefabbricato e chiusino superiore di chiusura in cls. Il fondo del pozzetto dovrà essere di tipo drenante per consentire il facile deflusso delle acque che in esso si raccolgono.



Tutti i cavi dell'impianto di allarme antintrusione dovranno essere preferibilmente attestati direttamente ai morsetti delle apparecchiature da collegare; qualora siano necessarie giunzioni di cavi queste devono essere eseguite esclusivamente all'interno di cassette di derivazione e nei pozzetti interrati. Nel primo caso si utilizzeranno cassette in PVC IP55 e i collegamenti saranno realizzati con appositi morsetti a cappello di dimensioni adeguate al numero e sezione dei cavi da collegare; nel caso di pozzetti si utilizzeranno esclusivamente giunti a resina colata. La centrale di allarme antintrusione sarà alimentata direttamente dal quadro bT posto nel locale guardiania; conseguentemente sarà alimentata anche da un gruppo di continuità. Lo stesso quadro alimenterà i quadri di alimentazione barriere antifurto QAC posti lungo tutto il perimetro del parco in corrispondenza delle barriere. Tutti i quadri QAC verranno installati in appositi armadietti in vetroresina di dimensioni 1.39x0.72x0.45m posizionati nelle vicinanze.

E' prevista un'unità centrale installata all'interno del locale tecnico (guardiania) dalla quale è possibile monitorare lo stato dell'impianto ed analizzare eventi. L'unità centrale può essere collegata ad una o più unità remote.

Il sistema è altresì dotato di modulo ETHERNET in modo che sia possibile accedere da remoto alle informazioni del sistema.



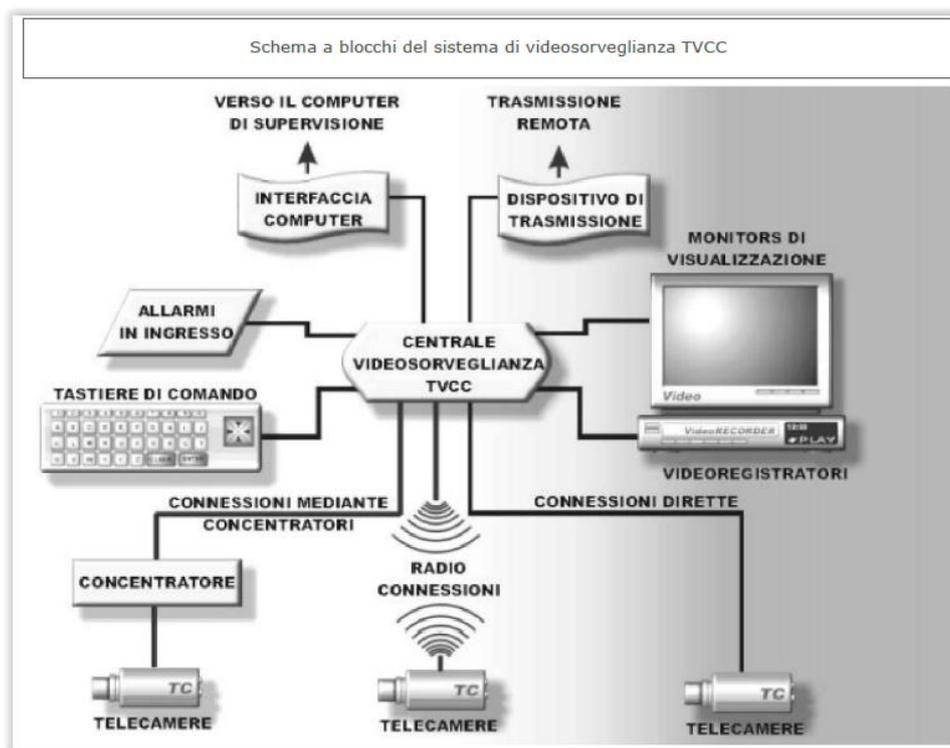
L'intero impianto di rivelazione intrusione dovrà essere realizzato in Classe II o con isolamento equivalente; a tal fine, i dispositivi di alimentazione/ripetizione del segnale sono apparecchiature in Classe II, le condutture di

alimentazione sono realizzate mediante impiego di conduttori in classe 0.6kV/1kV e le derivazioni sono effettuate entro cassette in materiale isolante e con ripristino dell'isolante stesso.

4.6. Impianto di video-sorveglianza

L'impianto FV è dotato di un impianto di videosorveglianza con telecamere collegate ad una postazione centrale di videoregistrazione ed archiviazione delle immagini posto all'interno del gabbietto di guardiania.

Le telecamere saranno installate su pali di illuminazione ad altezza di 3m (Figura 7) in modo da avere la visione completa del perimetro dell'impianto e la visione completa di tutto l'interno dell'impianto (visione dei pannelli); una o più telecamere sono del tipo Speed Dome con zoom minimo 35 x in modo da vedere qualsiasi punto del campo e gestibile mediante il video registratore sia in loco che da remoto. Verranno pertanto installate lungo tutto il perimetro n.66 telecamere.



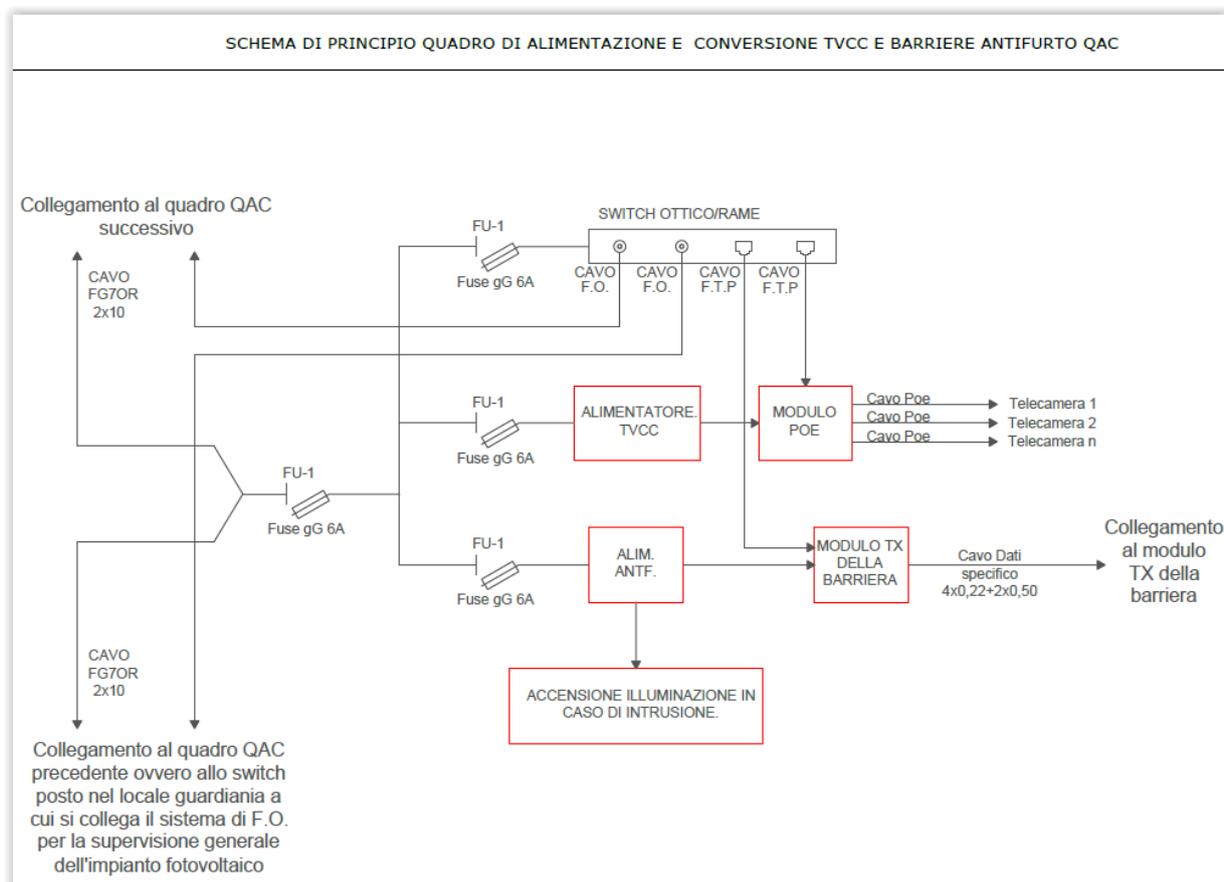
A segnale di allarme l'operatore da remoto può comandare la telecamera ed ingrandire l'immagine sul punto allertato e prendere le decisioni opportune.

Le telecamere saranno dotate di alimentatore indipendente in grado di dare energia alle stesse ed alle custodie per almeno 10 ore.

Il complesso di video registrazione sarà dotato di gruppo di continuità da 10 kVA in grado di alimentare il videoregistratore, lo switch ed il trasmettitore satellitare per almeno 2 ore ed all'interno è dotato di Hard disk (almeno n.2 da 360 GByte) in modo da poter archiviare le immagini in continua per almeno 7 giorni.

Ciascun dispositivo di ripresa è posto in custodia termostata al fine di evitare fenomeni di condensazione e è ad alta sensibilità (0,05 lux minima illuminazione per immagini a colore e 0,0001 lux minima illuminazione per immagini in bianco e nero).

L'intero impianto di TVCC sarà realizzato in Classe II o con isolamento equivalente; a tal fine, le telecamere sono apparecchiature in Classe II, le condutture di alimentazione sono realizzate mediante impiego di conduttori in classe 0.6kV/1kV e le derivazioni sono effettuate entro cassette in materiale isolante e con ripristino dell'isolante stesso.



La registrazione delle immagini è a ciclo continuo, ed il sistema deve permettere l'archiviazione di immagini relative a due settimane solari.

Il software di gestione della videosorveglianza da remoto è in grado di:

- Gestire diversi monitor per diversi impianti;
- Condividere il monitor per la visione contemporanea di diverse telecamere di un singolo impianto;

- Consentire la visione delle immagini registrate;
- Associare un suono di allarme diverso per ogni impianto.
- Gestire allarmi perdita video, motion detection;
- Inviare le immagini di un allarme ad un numero telefonico;
- Far gestire la Speed Dome all'operatore remoto (rotazione, zoom, messa a fuoco);
- Programmare il motion detector a zone ed orari;
- Gestire la registrazione sia manuale che su evento.

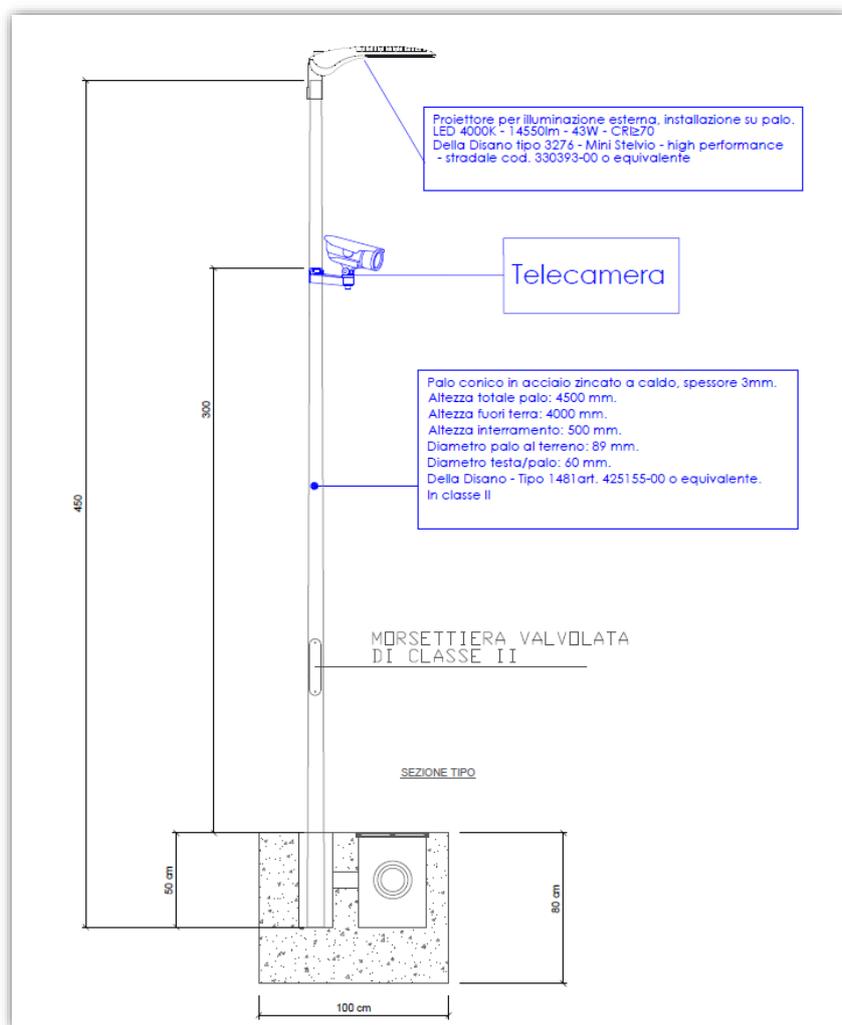


Fig. 7. – Installazione telecamera su palo di illuminazione



4.7. Rete di fibra ottica

La rete di fibra ottica sarà realizzata nel medesimo scavo in cui troveranno posto i cavi per il trasporto dell'energia elettrica.

I cavi in fibra ottica saranno direttamente posati in terreno e giuntati (lunghezza dipendente dalla pezzatura commerciale) mediante idonee giunzioni ottiche entro scatola di contenimento e protezione del tipo con chiusura a cerniera complete di schede, vassoietti portagiunti e giunzioni di fibra. Per la realizzazione delle giunzioni dei conduttori in fibra saranno realizzati pozzetti rompitratta in cls con chiusino posati all'interno delle nicchie. Il cavo sarà a 12 e/o 24 fibre monomodali 9/125 μm , tipo **TOL5 24 6 (6 50/125) T/KE**.

CAVO IN FIBRA OTTICA MONOTUBETTO PER ESTERNO

CAVO IN FIBRA OTTICA MONOTUBETTO PER ESTERNO CON PROTEZIONE ANTIRIDITTORE SUPER-RINFORZATA, MAX. 24 FIBRE

APPLICAZIONI
 Per uso esterno in impianti di cablaggio strutturato (dorsale di campus).
 Per uso esterno in reti di telecomunicazione: TV via cavo.
 Facile da installare in cavedi, tunnel, trincee o tubazioni, anche adatto **all'interro diretto**.

Una semplice struttura del cavo completamente dielettrica con una protezione antiriduttore maggiorata.
 Durata prevista maggiore di 30 anni.

GUIDA ALLA INSTALLAZIONE E ALLA MANIPOLAZIONE
 Quando si stendono e si installano i cavi in fibra ottica è vitale non eccedere i valori specifici della forza di tiro, del raggio di curvatura e della temperatura. I metodi di installazione devono essere in accordo con gli standard comuni.
 Per facilitare l'inserimento in tubature per mezzo di aria compressa o cavo pilota possono essere usati lubrificanti certificati (esempio paraffina). È sconsigliato l'uso di sapone o di lubrificanti comuni.
 Se un cavo ha bisogno di essere fissato, devono essere evitate riduzioni > 3 mm.
 Il gel all'interno del tubetto può essere rimosso usando tessuto impregnato di trementina.
 È consigliabile proteggere le teste del cavo durante lo stoccaggio.



CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Specifiche del cavo (Costruzione in accordo con la norma IEC 60794)

- Rivestimento primario della fibra ottica: $\varnothing 250 \pm 15 \mu\text{m}$
- Tubetto centrale tamponato in gel (privo di silicone) contenente fino a 24 fibre
 Codice colore delle fibre:
 1-12: rosso-naturale-giallo-blu-verde-viola-marrone-nero-arancio-turchese-rosa-bianco
 13-24: rosso-naturale-giallo-blu-verde-viola-marrone-grigio-arancio-turchese-rosa-bianco
anellate in nero
- Fibra di vetro come elemento di tiro e protezione antiriduttore incrementata fino a **52800 TEX**
- Guaina esterna in polietilene nero resistente ai raggi UV
 Identificazione COM-CAVI MULTIMEDIA - tipo di cavo-numero x tipo di fibre + data-marcatura metrica- P/N

Dati meccanici - Protezione antiriduttore extra rinforzata

- n° fibre	max.	24
- \varnothing tubetto centrale	mm	4,2
- \varnothing nominale/max.	mm	10,2/10,5
- Peso	kg/km	106,2
- Energia di fiamma	kJ/m	2200

Fig. 8.scheda tecnica cavo in fibra ottica

Sia il tracciato dei cavidotti interno dell'area del parco eolico che il tracciato dell'elettrodotto dorsale interseca diverse infrastrutture, in particolare condotte irrigue, canali, aree allagabili, ecc. Per tali attraversamenti è previsto l'utilizzo della tecnica T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata).

Nella seguente figura n. 9, viene rappresentato lo schema di principio della perforazione controllata teleguidata nel caso generale di attraversamento stradale e ferroviario nella sua fase iniziale, utile per realizzare il “foro pilota”.

All’interno del tubo principale verrà effettuato l’infilaggio della fibra ottica.



Fig. 9. Schema di principio dell’attraversamento in T.O.C.

I segnali saranno convogliati mediante fiber-switch presenti nei locali di conversione, nei locali BT di campo e nei locali tecnici di Utenza, situati in prossimità del punto di consegna dell’energia alla RTN.

All’interno di ciascuno dei locali sarà presente un apparato, del tipo indicato in figura, ovvero un **Fiber Switch RS2-3TX/2FX**, mentre in Locale utente sarà presente un **Fiber Switch RS2-FX/FX**.

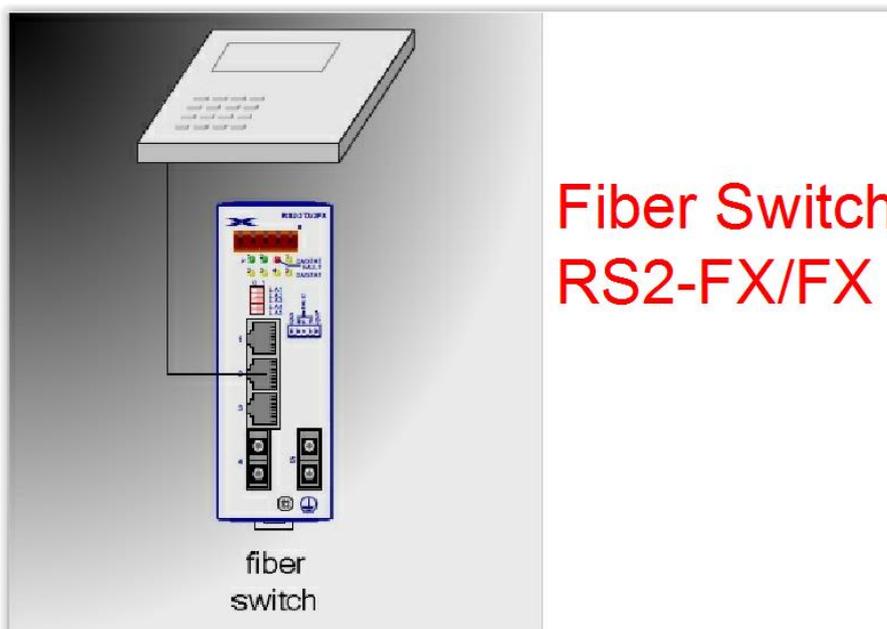


Fig. 10. Fiber Switch presente nei locali BT.

I segnali in arrivo ed in partenza dai locali tecnici saranno convogliati nella rete di fibra ottica, ed instradati verso gli apparati presenti nel vano SCADA in cabina Utente, secondo lo schema di principio riportato nell'elaborato progettuale e qui proposto nella miniatura seguente:

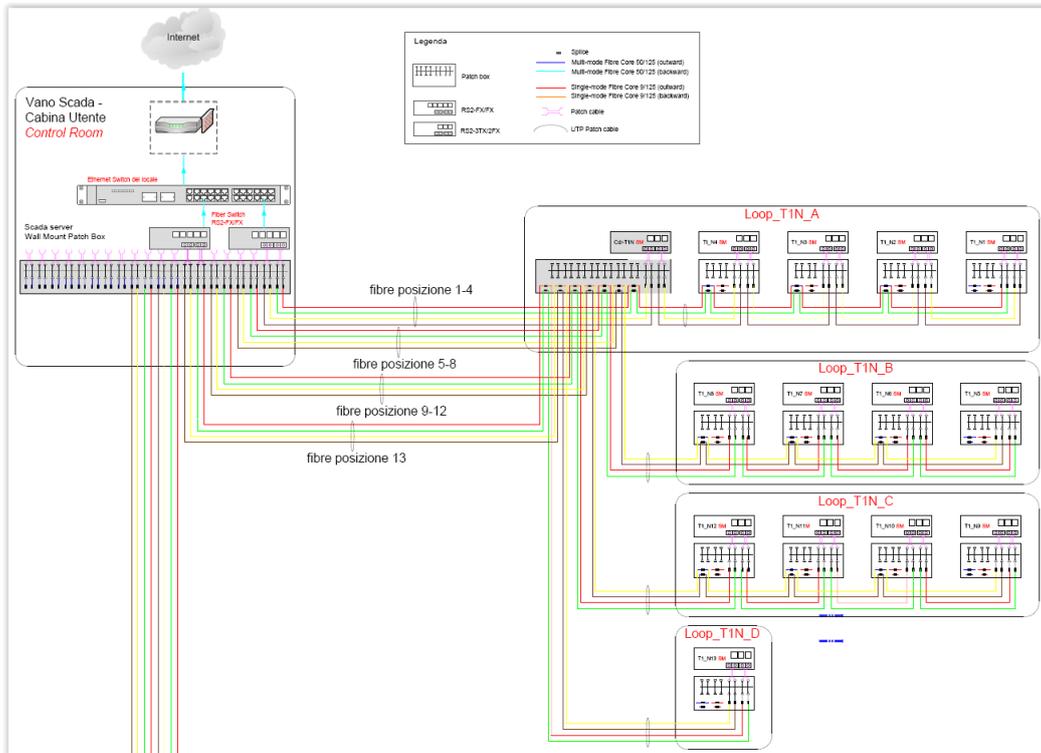


Fig. 11. Schema a blocchi per l'interconnessione degli impianti, con il blocco dei Loop del Sottopianto NORD.

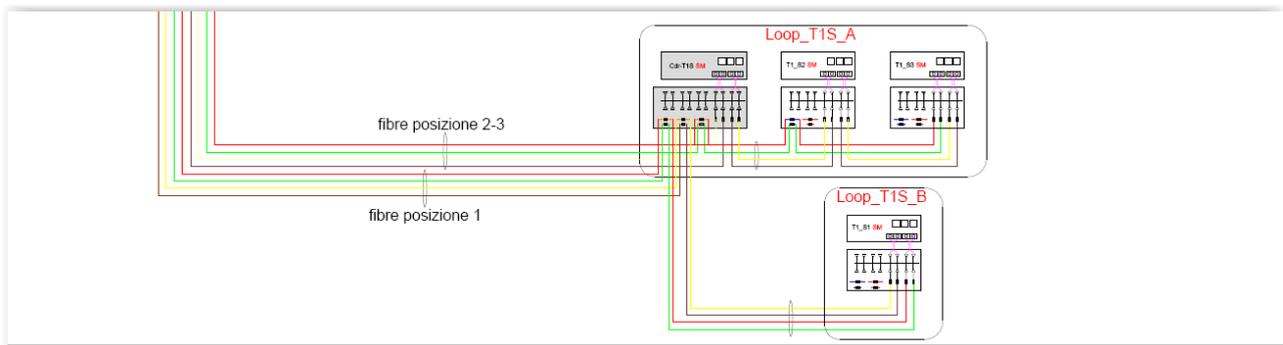


Fig. 12. Schema a blocchi per l'interconnessione degli impianti, con il blocco dei Loop del Sottopianto SUD.

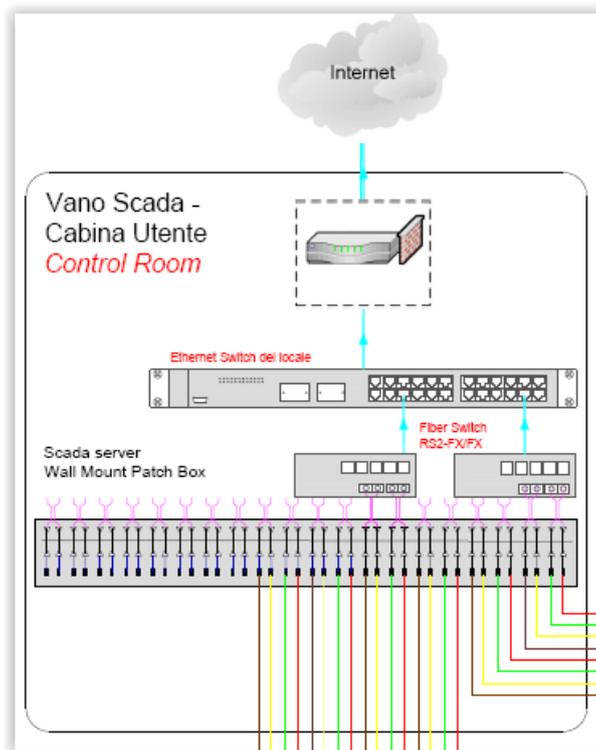


Fig. 13. Schema a blocchi in Locale SCADA di Sottostazione.

4.8. Cavi bT impianto di illuminazione

Nell'area dell'impianto fotovoltaico si prevede l'installazione di un sistema di illuminazione, costituito da due diversi fonti luminose:

- su palo alto ad altezza 4,00m, per l'illuminazione perimetrale lungo la recinzione dell'impianto;
- su palo basso di altezza circa pari ad 1m, per l'illuminazione della viabilità interna.

L'altezza dei pali alti è calcolata in modo da ridurre al minimo l'ombreggiamento degli stessi ai moduli, ed impedire fenomeni di riflessione aerodispersa durante l'accensione notturna.

Ogni palo alto sarà dotato di una sola sorgente luminosa con ottica parallela al terreno, con emissione luminosa pari a circa 6000lm alla temperatura di colore di 4000k ed alla corrente d'impiego di 350mA.

Ogni palo basso sarà dotato di una sorgente caratterizzata da una potenza massima assorbita di 8W, caratterizzata da ridotta emissione luminosa, pari a soli circa 400lm a 4000k:

L'impianto di illuminazione sarà realizzato con due circuiti trifase indipendenti, uno per l'illuminazione perimetrale, l'altro per l'illuminazione interna.

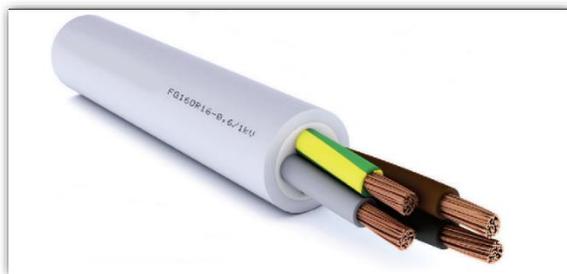
L'impianto sarà indipendente per ciascuno dei due sottoimpianti NORD e SUD, singolarmente protetti e comandati dal quadro di alimentazione dell'impianto di illuminazione posto nei locali tecnici bT situati nel

rispettivo sottoimpianto.

Dai locali tecnici bT partiranno quattro linee trifase in cavo, due destinate verso la parte sinistra d'impianto rispetto al locale stesso e l'altra verso la parte destra d'impianto.

Per i tratti di cui sopra è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

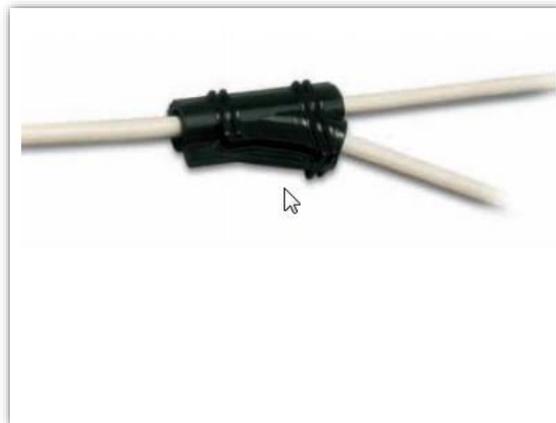
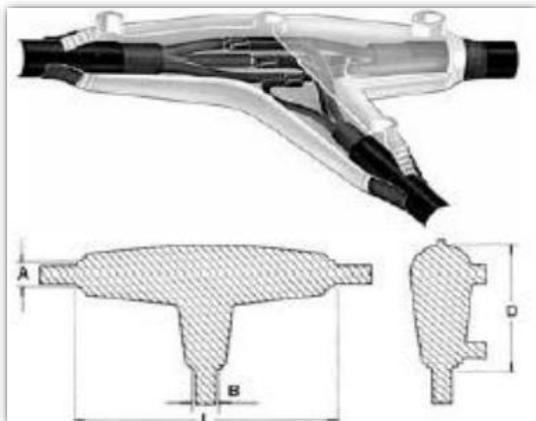
- Elettrodotti interrati costituiti da cavo FG16OR16 posato in cavidotto interrato entro scavo realizzato sul margine della sede stradale, per una larghezza di 25cm; deposizione di un primo strato di sabbia di cava di altezza di circa 10cm, posa del cavidotto PVC serie pesante, ricoprimento con ulteriore sabbia di cava per una altezza di cm.30; compattazione con mezzi meccanici vibranti; rinterro con terreno di scavo in strati successivamente posati e compattati con mezzi meccanici fino a richiusura dello scavo, il tutto secondo le tavole di dettaglio esecutive.



- Plinti per pali di tipo prefabbricato dotati di foro per alloggiamento palo con asole per inserimento cavidotti nella maggior parte dei casi in cui è possibile tale soluzione progettuale, dotati di pozzetto ispezionabile di cablaggio delle dimensioni interne di cm 40x40 ed altezza variabile, completo di telaio e chiusino in ghisa carrabile, di dimensioni adeguate al tipo di palo.;



- Pali tronco conici dritti di altezza fuori terra da 4m con testa di diametro calibrato \varnothing 60mm e dotati di morsettiera valvolata in classe II;
- Giunzione dei cavi eseguiti nei pozzetti mediante giunti a resina colata;



- Quadri elettrici posti in cabine Locali tecnici bT.

4.9. Cavidotti per linee elettriche interrante.

Il cavidotto utilizzato per l'interramento delle linee in cavo tipo FG16OR16 sarà di tipo flessibile in PEAD, serie pesante, a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente, di diametro pari a 63mm; esso sarà posato in uno scavo principalmente a margine della sede stradale, dove possibile, o direttamente in terreno agricolo, ad una profondità non inferiore a 100 cm.



Lungo il percorso del cavidotto saranno realizzati dei pozzetti di derivazione e rompitratta di tipo in cls con coperchio in ghisa carrabile e di dimensioni interne di cm 40x40 ed altezza variabile, in cui il cavidotto effettuerà l'entra esce.

4.10. Protezione contro i contatti diretti.

Nell'impianto elettrico saranno adottate misure di protezione atte ad evitare il contatto delle persone con parti che normalmente sono in tensione. Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette



mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti. Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate. Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m

Tra i sistemi di protezione indicati nella sez. 412 della norma CEI 64-8, saranno adottati a seconda dei casi solamente quelli a protezione totale e tra questi quelli che prevedono l'impiego dell'isolamento totale delle parti attive e/o mediante l'impiego di involucri di protezione con grado di protezione non inferiore ad IP2X.

4.11. Protezione contro i contatti indiretti.

Il sistema adottato per la protezione contro i contatti indiretti è quello del doppio isolamento o isolamento rinforzato di cui alla norma CEI 64-8. Per le linee elettriche aeree valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Pertanto tutti i componenti elettrici saranno di classe II, in particolare saranno di classe II:

1. tutte le armature di illuminazione;
2. tutte le morsettiere valvolate d'ingresso poste all'interno dell'armatura di illuminazione;
3. i cavi multipolari da posarsi all'interno della cavità dei pali per il collegamento di una data armatura alla linea elettrica transitante nel pozzetto posto alla base del palo stesso; a tal fine questi cavi per essere equiparabili al doppio isolamento dovranno tutti essere dotati di guaina e avere una tensione nominale di almeno un gradino superiore alla tensione nominale del sistema elettrico in cui sono utilizzati (il sistema è 300/500V, i cavi dovranno avere tensione nominale almeno 450/750V). I cavo FG16OR16 avendo guaina e tensione nominale 0.6/1kV sono equiparabili al doppio isolamento e quindi sono idonei allo scopo.



5. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il dimensionamento dei conduttori è stato eseguito tenendo presente la corrente di impiego I_b ed imponendo una caduta di tensione totale massima del 2%, per ciascuna linea

Tale dimensionamento tiene inoltre conto del coordinamento tra caratteristiche della linea e degli interruttori per la protezione delle condutture contro il sovraccarico e il cortocircuito; a tale scopo occorre pertanto considerare anche la I_n e la caratteristica I^2t dell'interruttore posto a monte per la protezione di ogni linea.

Per ciascuna delle linee si è verificato quanto descritto nei due punti seguenti.

5.1. Protezione contro il sovraccarico

Per ogni linea sono state verificate le seguenti relazioni:

$$I_{b(F)} \leq I_{r(F)} \leq I_{z(F)}$$

$$I_{r(F)} \cdot (I_f/I_n) \leq 1,45 \cdot I_{z(F)}$$

$$I_{b(N)} \leq I_{r(N)} \leq I_{z(N)}$$

$$I_{r(N)} \cdot (I_f/I_n) \leq 1,45 \cdot I_{z(N)}$$

essendo:

- I_b la corrente di servizio per conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- I_n la corrente nominale dell'interruttore di protezione della linea;
- I_r la corrente di regolazione termica per lo sganciatore su polo di fase (F) o neutro (N)
- I_z la portata del conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- I_f/I_n il rapporto tra la corrente minima di funzionamento dell'interruttore e la sua corrente nominale.

5.2. Protezione contro il cortocircuito

$$I^2t^{(1)} \leq K_f^2 S_f^2$$

$$I^2t^{(2)} \leq K_n^2 S_n^2$$

$$I_{cn} \geq I_{cc,max}$$

Punto di installazione del dispositivo di protezione

\Rightarrow

In partenza alla linea

essendo:

- I^2t l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore per:
 - (1) su sganciatore di fase alla corrente di c.to c.to massima (trifase) ai morsetti;
 - (2) su sganciatore adibito a protezione del neutro alla c.te di c.to c.to fase-neutro ai morsetti.
- K coefficiente che tiene conto del tipo di materiale del conduttore e del tipo del suo isolante, per il conduttore di fase (f) o di neutro (n);
- S la sezione del conduttore di fase (f), neutro (n);
- I_{cn} il potere di interruzione nominale del dispositivo di protezione;
- $I_{cc,max}$ la corrente di corto circuito massima sulla linea (trifase ai morsetti per sistemi trifase e fase neutro ai morsetti per i sistemi monofase).

Per quanto indicato nei due punti precedenti, visto le sez. 433, 434 e l'art. 533.3 della norma CEI 64-8, tutte le linee risultano adeguatamente protette contro le sovracorrenti.



5.3. Cadute di tensione

Il dimensionamento delle sezioni dei conduttori principali è stato effettuato in base al criterio della portata di corrente, procedendo poi al calcolo di verifica della massima caduta di tensione ammissibile, considerando condizioni di posa sfavorevoli ed utilizzando le formule sotto riportate per il calcolo:

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

$$\Delta V \% = \frac{\Delta V}{U} \cdot 100$$

dove:

I corrente di impiego (espressa in Ampere)

L lunghezza della linea

R resistenza della linea

X reattanza della linea

$\cos \varphi$ fattore di potenza del carico

V tensione concatenata per linea trifase

Queste verifiche sono state condotte su ciascuna linea, per ciascuna tratta.

5.4. Dimensionamento Linee MT

Il dimensionamento è stato effettuato in modo tale che nelle peggiori condizioni di esercizio la caduta di tensione complessiva tra gli estremi della serie MT, ovvero tra le sbarre MT della cabina Slave più lontana, e le sbarre MT degli scomparti di partenza MT nei locali tecnici della SSE non superi in ogni caso il 2% della tensione nominale di impianto, come analiticamente dimostrato nelle tabelle che seguono.

SOTTOCAMPO	Subcampo	CARATTERISTICHE LINEE					CARATTERISTICHE SUBCAMPI			FERISTICHE DE		CADUTA DI TENSIONE max ΔU% (max)
		Tipo TRATTA	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA [m]	SEZIONE [mm ²]	NUMERO TERNE	Pot. Nominale Subcampo kWp	Pot. Reale massima Subcampo kWp	Potenza reale max nel tratto [kWp]	CORRENTE LINEA	PORTATA	
										I _L [A]	I _Z [A]	
T1_A	T1_N1	serie	T1_N1-T1_N2	230	185	1	2745	2525,4	2525,4	50,69	251,96	0,02%
	T1_N2	serie	T1_N2-T1_N3	230	185	1	2745	2525,4	5050,8	101,37	251,96	0,03%
	T1_N3	serie	T1_N3-T1_N4	205	185	1	2745	2525,4	7576,2	152,06	251,96	0,04%
	T1_N4	serie	T1_N4-CdR_T1N	360	185	1	2745	2525,4	10101,6	202,75	251,96	0,10%
	CdR_T1N						10980		10101,6 A LINEA DEL SOTTOCAMPO			0,20%
T1_B	T1_N5	serie	T1_N5-T1_N6	210	185	1	2745	2525,4	2525,4	50,69	251,96	0,02%
	T1_N6	serie	T1_N6-T1_N7	200	185	1	2745	2525,4	5050,8	101,37	251,96	0,03%
	T1_N7	serie	T1_N7-T1_N8	200	185	1	2745	2525,4	7576,2	152,06	251,96	0,04%
	T1_N8	serie	T1_N8-CdR_T1N	225	185	1	2745	2525,4	10101,6	202,75	251,96	0,06%
	CdR_T1N						10980		10101,6 A LINEA DEL SOTTOCAMPO			0,09%
T1_C	T1_N9	serie	T1_N9-T1_N10	280	185	1	2745	2525,4	2525,4	50,69	251,96	0,02%
	T1_N10	serie	T1_N10-T1_N11	255	185	1	2745	2525,4	5050,8	101,37	251,96	0,04%
	T1_N11	serie	T1_N11-T1_N12	330	185	1	2713	2496,0	7546,8	151,47	251,96	0,07%
	T1_N12	serie	T1_N12-CdR_T1N	160	185	1	2665	2451,8	9998,6	200,68	251,96	0,05%
	CdR_T1N						10868		9998,6 A LINEA DEL SOTTOCAMPO			0,12%
T1_D	T1_N13	serie	T1_N13-CdR_T1N	100	185	1	2665	2451,8	2451,8	49,21	251,96	0,02%
	CdR_T1N						2665		2451,8 A LINEA DEL SOTTOCAMPO			0,02%
Linea CdR_T1N-CdR			CdR BA-CdR BB	1220	500	2	35493,0		32.654	327,69	422,69	0,24%
SOTTOCAMPO	Subcampo	CARATTERISTICHE LINEE					CARATTERISTICHE SUBCAMPI			FERISTICHE DE		CADUTA DI TENSIONE max ΔU% (max)
		Tipo TRATTA	Denominazione TRATTA	LUNGHEZZA GEOMETRICA [m]	SEZIONE [mm ²]	NUMERO TERNE	Pot. Nominale Subcampo kWp	Pot. Reale massima Subcampo kWp	Potenza reale max nel tratto [kWp]	CORRENTE LINEA	PORTATA	
										I _L [A]	I _Z [A]	
T1_E	T1_S3	serie	T1_S3-T1_S2	205	185	1	2777	2554,8	2554,8	51,28	251,96	0,02%
	T1_S2	serie	T1_S2-CdR_T1S	160	185	1	2745	2525,4	5080,2	101,96	251,96	0,02%
	T1_S1	serie	T1_S1-CdR_T1S	125	185	1	2745	2525,4	7605,6	152,65	251,96	0,03%
	CdR_T1S						8267		7605,6 A LINEA DEL SOTTOCAMPO			0,04%
Linea CdR_T1S-SSE			CdR_T1S-SSE	10940	630	4	43760,0		40.259	202,01	416,30	1,12%

5.5. Dimensionamento Linee bT impianto di illuminazione

Il dimensionamento è stato effettuato in modo tale che nelle peggiori condizioni di esercizio la caduta di tensione complessiva tra gli estremi della serie bT, ovvero tra l'armatura più distante ed il quadro bT nei locali tecnici non superi in ogni caso il 4% della tensione nominale di impianto.



5.6. Conclusioni

Per quanto indicato nel paragrafo precedenti, visto le sez. 433, 434 e l'art. 533.3 della norma CEI 64-8, tutte le linee risultano adeguatamente protette contro le sovracorrenti.

Le verifiche di caduta di tensione, condotte su ciascuna linea, sono risultate positive: la caduta di tensione complessiva tra i punti estremi delle linee non supera in ogni caso il 4%, valore imposto.

San Severo, Ottobre 2021

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

DOTT. ING.
Ing. MEZZINA Antonio

