



REGIONE PUGLIA



REGIONE BASILICATA



COMUNE DI ASCOLI S.



COMUNE DI MELFI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA P=69,45MWp CIRCA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Nome impianto ASC04

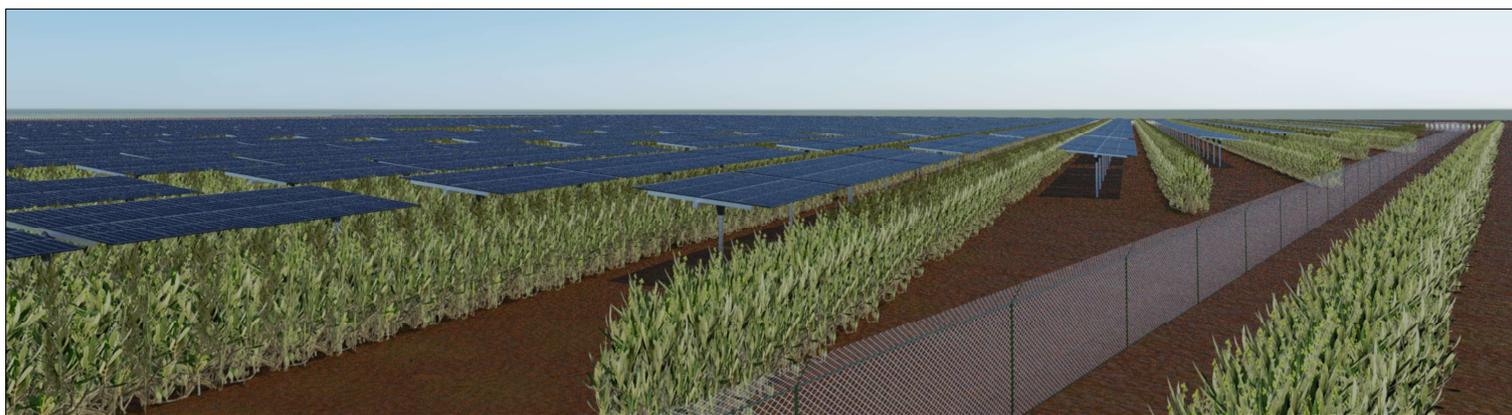
Comune di Ascoli Satriano, Provincia di Foggia, Regione Puglia
Comune di Melfi, Provincia di Potenza, Regione Basilicata

PROGETTO DEFINITIVO

Codice pratica: **19PR5X7**

N° Elaborato:

RT13



ELABORATO:

RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI

COMMITTENTE:

LT 02 s.r.l.
via Leonardo da Vinci n°12
39100 Bolzano (BZ)
p.iva: 08407850729

PROGETTISTI:

Ing. Alessandro la Grasta

Ing. Luigi Tattoli



PROGETTAZIONE:



LT SERVICE s.r.l.
via Trieste n°30, 70056 Molfetta (BA)
tel: 0803346537
pec: studiotecnico.lt@pec.it

File: 19PR5X7_CalcoliPrelImpianti.pdf

Folder: 19PR5X7_CalcoliPreliminari.zip

REV.	DATA	SCALA	FORMATO	NOME FILE	DESCRIZIONE REVISIONE
00	20/07/2021				PRIMA EMISSIONE

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1. OGGETTO DEL DOCUMENTO	2
1.2. DESCRIZIONE IMPIANTO.....	6
1.3. UBICAZIONE IMPIANTO E SOTTOSTAZIONE UTENTE.....	12
1.4. INFO E CONTATTI	22
2. CARATTERISTICHE COMPONENTI D'IMPIANTO.....	23
2.1. MODULI FOTOVOLTAICI.....	23
2.2. CASSETTE DI PARALLELO STRINGHE	25
2.3. SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC E TRASFORMAZIONE BT/MT.....	27
2.4. CABINE DI SMISTAMENTO MT E CABINE DI SERVIZIO.....	34
2.5. SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE	42
2.6. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	46
2.7. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO E IL CORTOCIRCUITO	47
2.8. DESCRIZIONE DELLE MISURE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	50
2.9. PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	51
2.10. DISPOSITIVO DI GENERATORE (DDG).....	51
2.11. VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE	52
3. CAVI	53
3.1. CAVI BT	53
3.2. CAVI MT	55
3.3. CAVI AT	57
3.4. INSTALLAZIONE DEI CAVI	63
4. ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE.....	66
5. IMPIANTO DI MESSA A TERRA	67
6. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE	69
6.1. CAVO INTERRATO 30 KV	69
6.2. SOTTOSTAZIONE UTENTE MT/AT	71
6.3. SEZIONE AT	72
6.4. SEZIONE MT E BT.....	73
6.5. SERVIZI AUSILIARI	79
6.6. RETE DI TERRA	79
7. NORMATIVA.....	81

1. PREMESSA

1.1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

Il presente documento illustra le specifiche tecniche dei materiali e dei componenti utilizzati per la **realizzazione e gestione di un impianto Agro-Fotovoltaico, denominato “ASC04”** che si pone **l’obiettivo di combinare sulla medesima superficie agricola la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con l’attività agronomica consistente nella realizzazione di un oliveto super intensivo.**

L’impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di **69,456 MWp** e sarà ubicato nell’agro del **Comune di Ascoli Satriano (FG)** in località San Carlo/Perillo/Spavento su una superficie recintata complessiva di circa 88,44 ha.

L’abbinamento dell’attività agricola e della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile nel medesimo luogo presenta un duplice beneficio in quanto, da un lato consentirà la produzione di energia rinnovabile in linea con

- a) la Strategia Energetica Nazionale (SEN)**, che ambisce a raggiungere il 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015 e rinnovabili elettriche al 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015,
- b) il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** che alla “Missione 2 – Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica” e più in dettaglio alla **componente M2C2 “Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità”** riporta: *“...Per raggiungere la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori, nella Componente 2 sono stati previsti interventi – investimenti e riforme – per incrementare*

decisamente la penetrazione di rinnovabili, tramite soluzioni decentralizzate e utility scale (incluse quelle innovative ed offshore) e rafforzamento delle reti (più smart e resilienti)” , “.....Il settore agricolo è responsabile del 10 per cento delle emissioni di gas serra in Europa. Con questa iniziativa le tematiche di produzione agricola sostenibile e produzione energetica da fonti rinnovabili vengono affrontate in maniera coordinata con l’obiettivo di diffondere impianti agro-voltaici di medie e grandi dimensioni. La misura di investimento nello specifico prevede: i) l’implementazione di sistemi ibridi agricoltura produzione di energia che non compromettano l’utilizzo dei terreni dedicati all’agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte, anche potenzialmente valorizzando i bacini idrici tramite soluzioni galleggianti; ii) il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione...”

dall’altro

- c) ostacolerà il consumo e la sottrazione di suolo agricolo in quanto verranno concesse a titolo gratuito, ad un’azienda agricola specializzata, tutte le superficie non occupate da impianti e relativi servizi per l’esercizio dell’attività agricola individuata.**
- d) migliorerà nettamente la produttività agricola dei terreni coinvolti sia in termini di reddito netto derivante dall’attività agricola sia in termini di manodopera necessaria.**

In termini pratici la superficie destinata all'agricoltura sarà pari a 47,07 ha su una superficie riflettente di 32,53 ha pertanto, al netto di superfici destinate alla viabilità interna, la superficie destinata all'agricoltura sarà nettamente superiore a quella destinata a produzione di energia da fonte rinnovabile.

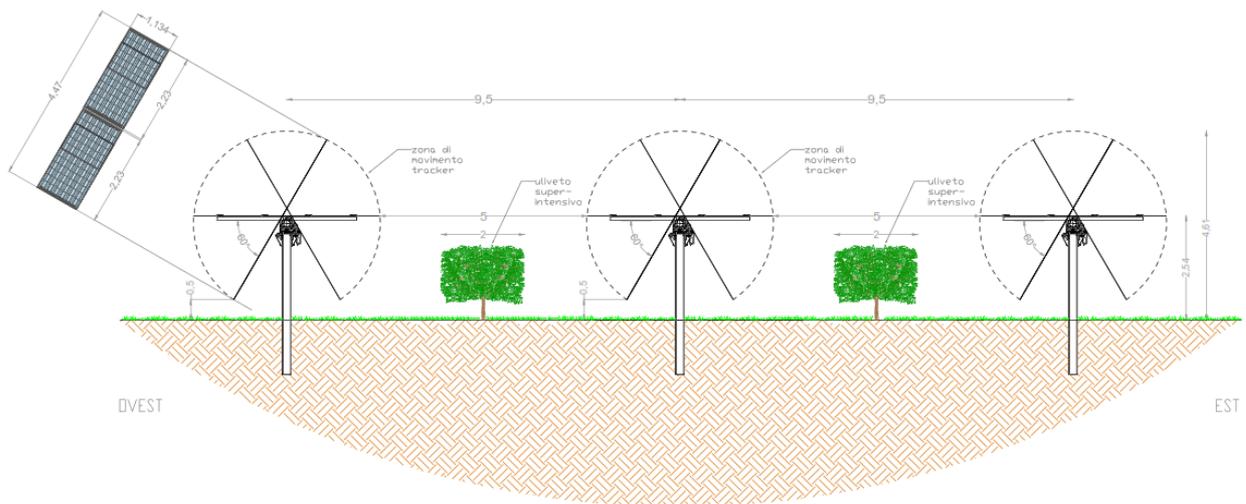


Fig. n°1 Sistema Agro-fotovoltaico

L'impianto in oggetto ricade nell'ambito di intervento previsto nel:

- **Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387** "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (G.U. n. 25 del 31 gennaio 2004 - s.o. n. 17)" **e più in dettaglio ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003** laddove si asserisce che **le opere** per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, **sono di pubblica utilità ed**

indifferibili ed urgenti nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come specificato nel medesimo art. 12 del D. LGS. 387/2003 al comma 7.

- L. 29 luglio 2021 n°108 Conversione in Legge del, Decreto Legge 31 maggio 2021 n° 77 “Governance del Piano Nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure” e più in dettaglio all’art.18 che recita “Al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, sono apportate le seguenti modificazioni:

a) all'articolo 7-bis

1) il comma 2-bis e' sostituito dal seguente: "2-bis. **Le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti.**";

Sotto il profilo della tutela ambientale, il progetto ricade tra gli **“impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW.”** dell’Allegato II alla Parte Seconda del del D.Lgs. 152/2006 così come sostituito dall’art.31 comma 6 del Decreto Legge n°77/2021.

L’elenco dei componenti e materiali utilizzati nel progetto definitivo dell’impianto fotovoltaico in oggetto sono tra i prodotti più efficienti e performanti attualmente disponibili nel mercato tuttavia, la rapida evoluzione del settore e della tecnologia potrebbe prospettare in sede di progettazione esecutiva nuove tecnologie che potrebbero essere utilizzate in sostituzione di quelle ivi elencate senza che questo però comporti alcuna variazione (maggiorazione) in termini

di potenza installata, superficie occupata da moduli fotovoltaici, vani tecnici e/o di conversione comunicati.

1.2. DESCRIZIONE IMPIANTO

L'impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di **69,456 MWp** e sarà ubicato nell'agro del **Comune di Ascoli Satriano (FG)** in località San Carlo/Perillo su una superficie recintata complessiva di circa 88,44 ha.

Più in dettaglio l'impianto si svilupperà su cinque blocchi "A", "B", "C", "D" ed "E" racchiusi in cerchio avente un raggio di circa 2,8 km, le cui caratteristiche dimensionali sono di seguito riepilogate:

ASC04						
	TOTALE	BLOCCO "A"	BLOCCO "B"	BLOCCO "C"	BLOCCO "D"	BLOCCO "E"
POTENZA TOTALE [kWp]	69.456	9.449	12.341	11.583	14.531	21.551
NUMERO DI MODULI	128.622	17.498	22.854	21.450	26.910	39.910
POTENZA MODULO FOTOVOLTAICO [Wp]	540	540	540	540	540	540
NUMERO DI TRACKER DA 52 MODULI	2.325	322	402	387	475	739
NUMERO DI TRACKER DA 26 MODULI	297	29	75	51	85	57
NUMERO DI SUNWAY UNIT CONVERSION	13	2	2	2	3	4

NUMERO DI INVERTER	43	6	8	8	9	12
NUMERO SMART STRING BOX	353	48	65	60	74	106

Tab. n°1 Caratteristiche dimensionali impianto fotovoltaico

Gli elementi tecnici inclusi nella presente relazione riguardano l'impianto fotovoltaico e la sottostazione elettrica ovvero:

Impianto fotovoltaico

- Moduli fotovoltaici;
- Quadri di parallelo stringhe;
- Inverter centralizzati su Power Skid;
- Strutture di sostegno dei moduli (Tracker monoassiali);
- Cabine di Smistamento MT;
- Cabine di Servizio;
- Trasformatore MT/BT;
- Cavidotti BT;
- Cavidotti MT di collegamento alla Cabina di Smistamento e alla SSE;
- Quadro MT;
- Quadri BT;

Sottostazione Elettrica:

- Piazzali e vie di transito;
- Edificio servizi;
- Quadro MT;
- Trasformatore MT/AT;
- Apparecchiature AT;
- Cavo AT sino allo stallo di consegna alla RTN
- Carpenteria metallica;

e più in dettaglio l'impianto si comporrà di:

- ✓ **128.622 moduli fotovoltaici** in silicio monocristallino di potenza massima unitaria pari a 540 Wp, installati su tracker monoassiali da 2x26 e 1x26 moduli installati in modalità portrait;
- ✓ **4.947 stringhe** composte da 26 moduli da 540 Wp aventi tensione di stringa 1.145V @20°C, corrente di stringa 12,97A;
- ✓ **353 cassette di parallelo stringhe;**
- ✓ **43 inverter centralizzati**, su power-skid, di cui rispettivamente:
 - ✓ -n°4 aventi potenza di 1690 kW @ 610V
 - ✓ -n°2 aventi potenza di 846 kW @610V
 - ✓ -n°10 aventi potenza di 1718 kW @ 620V
 - ✓ -n°7 aventi potenza di 860 kW @ 620V
 - ✓ -n°4 aventi potenza di 1830 kW @ 660V
 - ✓ -n°4 aventi potenza di 915 kW @ 660V
 - ✓ -n°8 aventi potenza di 1912 kW @ 690V
 - ✓ -n°4 aventi potenza di 957 kW @ 690V
- ✓ **13 power-skid (conversion unit)** dotate di sistema di trasformazione MT/BT, protezione MT e BT, di potenza complessiva compresa tra 4226 e 5490 kVA.
- ✓ **4 Cabine di Smistamento** in cui si convogliano l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico proveniente dai 13 sottocampi MT
- ✓ **4 Cabine di Servizio** in cui saranno ubicati quadri BT / TLC, vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari, vano control room, vano deposito;
- ✓ **3 terne MT** in cavo interrato attraverso cui l'energia prodotta viene trasferita alla SSE Utente;
- ✓ **1 Stazione Elettrica Utente** in cui avviene la trasformazione di tensione da 30 kV a 150 kV e la consegna in AT a 150 kV.
- ✓ **1 terna AT** in cavo interrato attraverso cui l'energia prodotta viene trasferita alla SE Terna;
- ✓ **Gruppi di Misura (GdM)** dell'energia prodotta, dotati di dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA).
- ✓ **Apparecchiature elettriche di protezione e controllo** in AT, MT, BT;

ARCHITETTURA IMPIANTO FOTOVOLTAICO								
Shelter	modello inverter SUNWAY TG	Pn [kW] inverter	Pn [kW] trasformatore	Pn [kW] Shelter	smart string box	n°di stringhe totali	Potenza di picco inverter [kWp]	Potenza di picco shelter [kWp]
A1	TG1800 1500V TE_610	1690	2600	4226	10	137	1923	4746
	TG900 1500V TE_610	846			5	67	941	
	TG1800 1500V TE_610	1690	1700		10	134	1881	
A2	TG1800 1500V TE_610	1690	2600	4226	9	135	1895	4703
	TG900 1500V TE_610	846			5	65	913	
	TG1800 1500V TE_610	1690	1700		9	135	1895	
B1	TG1800 1500V TE_660	1830	2800	5490	11	145	2036	6164
	TG900 1500V TE_660	915			5	74	1039	
	TG1800 1500V TE_660	1830	2800		11	151	2120	
	TG900 1500V TE_660	915			5	69	969	
B2	TG1800 1500V TE_660	1830	2800	5490	11	148	2078	6178
	TG900 1500V TE_660	915			5	74	1039	
	TG1800 1500V TE_660	1830	2800		11	145	2036	

	TG900 1500V TE_660	915			6	73	1025	
C1	TG1800 1500V TE_620	1718	2600	5156	11	136	1909	5728
	TG900 1500V TE_620	860			5	70	983	
	TG1800 1500V TE_620	1718	2600		10	136	1909	
	TG900 1500V TE_620	860			5	66	927	
C2	TG1800 1500V TE_620	1718	2600	5156	10	140	1966	5855
	TG900 1500V TE_620	860			4	68	955	
	TG1800 1500V TE_620	1718	2600		10	140	1966	
	TG900 1500V TE_620	860			5	69	969	
D1	TG1800 1500V TE_620	1718	2600	4296	9	136	1909	4844
	TG900 1500V TE_620	860			5	70	983	
	TG1800 1500V TE_620	1718	1800		10	139	1952	
D2	TG1800 1500V TE_620	1718	2600	4296	10	138	1938	4872
	TG900 1500V TE_620	860			5	70	983	
	TG1800 1500V TE_620	1718	1800		10	139	1952	
D3	TG1800	1718	2600	4296	11	140	1966	4816

	1500V TE_620							
	TG900 1500V TE_620	860			6	70	983	
	TG1800 1500V TE_620	1718	1800		11	133	1867	
E1	TG1800 1500V TE_690	1912	2900	4781	11	153	2148	5377
	TG900 1500V TE_690	957			5	76	1067	
	TG1800 1500V TE_690	1912	2000		11	154	2162	
E2	TG1800 1500V TE_690	1912	2900	4781	11	154	2162	5391
	TG900 1500V TE_690	957			5	75	1053	
	TG1800 1500V TE_690	1912	2000		11	155	2176	
E3	TG1800 1500V TE_690	1912	2900	4781	11	154	2162	5363
	TG900 1500V TE_690	957			5	76	1067	
	TG1800 1500V TE_690	1912	2000		10	152	2134	
E4	TG1800 1500V TE_690	1912	2900	4781	11	153	2148	5419
	TG900 1500V TE_690	957			4	73	1025	
	TG1800 1500V TE_690	1912	2000		11	160	2246	
				61756	356	4947		69456

Tab. n°2 Architettura impianto fotovoltaico

L'energia prodotta verrà convogliata, mediante tre terne di cavi MT 30 kV interrati su strade interpoderali fino alla sottostazione utente 30/150 kV e da quest'ultima mediante una terna di cavi AT 150 kV alla stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata "Melfi" secondo quanto indicato nella STMG di Terna (Codice pratica P2020 – 00453) ovvero connessione in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della SE RTN a 380/150 kV denominata "Melfi".

1.3. UBICAZIONE IMPIANTO E SOTTOSTAZIONE UTENTE

L'impianto fotovoltaico ASC04 sarà ubicato nell'agro del **Comune di Ascoli Satriano (FG)** in località San Carlo/Perillo/Spavento su una superficie recintata complessiva di circa 88,44 ha avente destinazione agricola "E" secondo il vigente piano urbanistico.

Le coordinate dei cinque blocchi sono rispettivamente:

Blocco "A"

Lat. 41.131235

Lon. 15.772683

Elevazione 249 metri

Blocco "B"

Lat. 41.131020

Lon. 15.768948

Elevazione 253 metri

Blocco "C"

Lat. 41.143868

Lon. 15.763750

Elevazione 248 metri

Blocco "D"

Lat. 41.141703

Lon. 15.748127

Elevazione 268 metri

Blocco "E"

Lat. 41.121462

Lon. 15.714513

Elevazione 292 metri

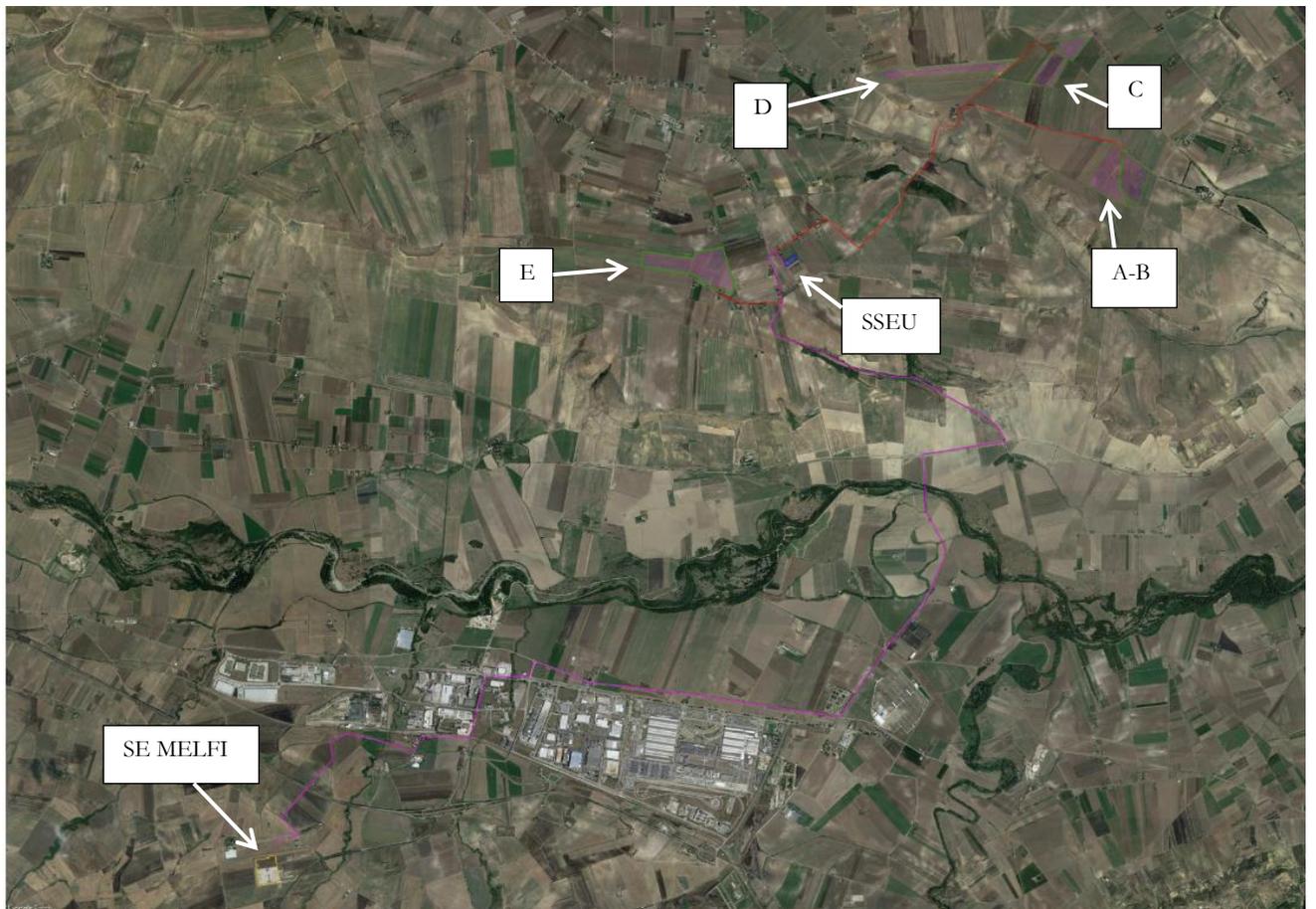


Fig. n°2 Inquadramento su ortofoto dell'impianto agro-fotovoltaico e delle opere di connessione

Di seguito si riportano i dati principali inerenti le aree agricole interessate dal progetto, nonché la mappa catastale con identificazione delle aree in oggetto:

CONTRATTO	FOGLIO	PARTIC.	QUALITA'	Quota Proprietà	Superficie [ha]	Sup. tot. [ha]	Sup. lotto [ha]
01 - D.D.S.	101	12	Seminativo	1/1	2,0090	7,8817	34,3211
		13			2,6420		
		14			2,4776		
		41			0,7531		
02 - D.D.S.	101	42	Seminativo	1/1	2,0900	4,1800	
		43			2,0900		
03 - D.D.S.	101	11	Seminativo	1/1	7,3218	7,3218	
04 - D.D.S.	101	2	Seminativo	5/8	14,9376	14,9376	
05 - VENDITA				1/8			
				1/8			
				1/8			
06 - VENDITA	95	127	Seminativo	1/1	1,1427	7,9753	
		129			2,5608		
		137			1,9750		
		140			2,2968		
07 - VENDITA	95	119	Seminativo	Dir. sup.	4,3202	8,5925	
		136			0,8718		
		139			1,2650		
		40			2,1355		
08 - VENDITA	100	54	Seminativo	enfiteusi	8,5103	15,9173	
		55			7,4070		
09 - VENDITA	100	101	Seminativo	1/1	5,7355	11,0561	
	95	118			1,3310		
		325			0,7294		
		392	1,9282				
	99	340	Seminativo irriguo		0,0810		
		341			0,8888		
		54			0,3630		
10 - D.D.S.	104	67	Seminativo	1/1	6,1688	6,0000	
11 - VENDITA	104	71	Seminativo	1/1	5,6600	5,8243	
		132			0,2630		
		133			0,3130		
12 - VENDITA	104	117	Seminativo	1/1	0,1090	6,8902	
		118			0,2465		
		68			6,5347		
13 - D.D.S.	104	102	Seminativo	1/1	4,9670	10,0000	
		468			12,3430		
		466			2,2005		
		315			2,9838		
							106,5776

Tab. n°3 Informazioni aree oggetto di intervento

Estratto di mappa catastale del foglio 101 del Comune di Ascoli Satriano



Fig. n°3 Planimetria catastale (foglio 101) aree nella disponibilità del proponente

Estratto di mappa catastale del foglio 95 del Comune di Ascoli Satriano

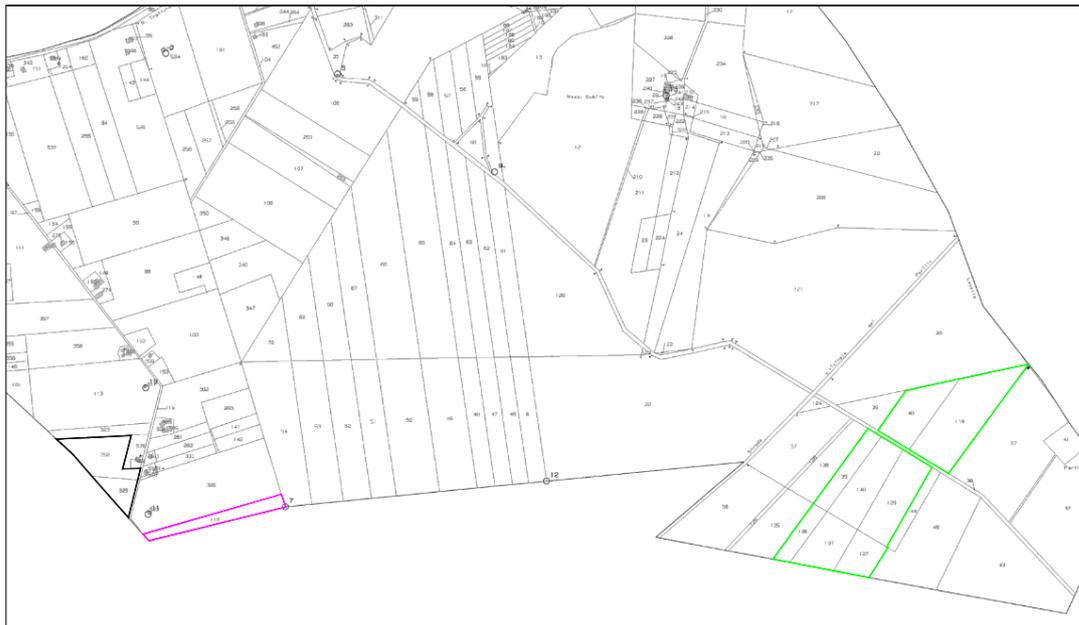


Fig. n°4 Planimetria catastale (foglio 95) aree nella disponibilità del proponente

Estratto di mappa catastale del foglio 100 del Comune di Ascoli Satriano

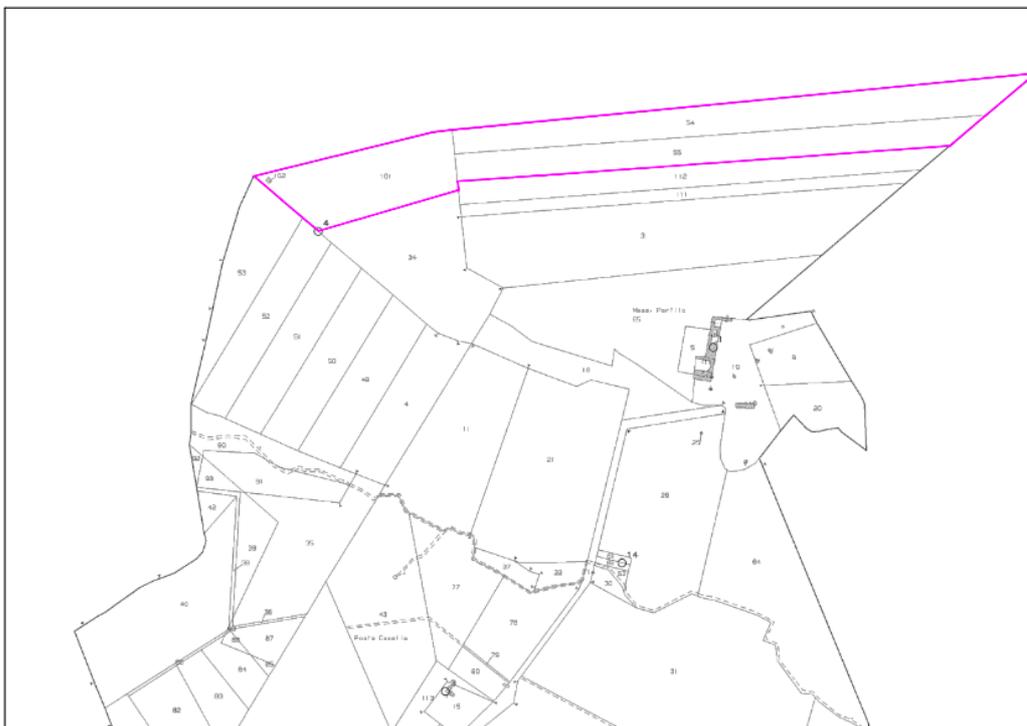


Fig. n°5 Planimetria catastale (foglio 100) aree nella disponibilità del proponente

Estratto di mappa catastale del foglio 104 del Comune di Ascoli Satriano

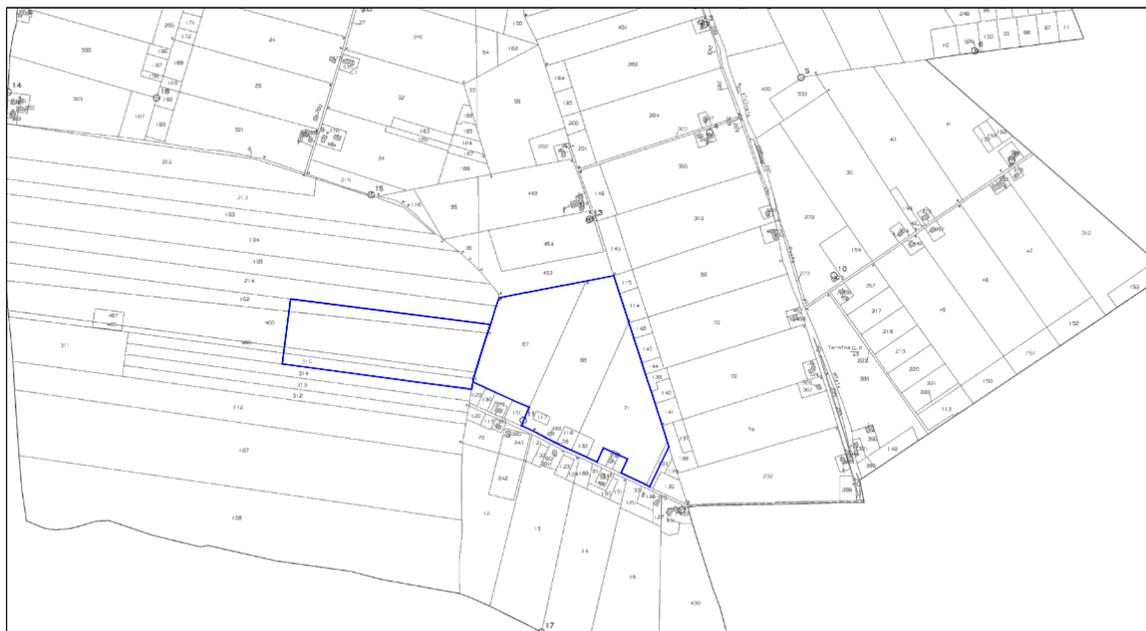


Fig. n°6 Planimetria catastale (foglio 104) aree nella disponibilità del proponente

**Estratto di mappa catastale del
fg 99 del Comune di Ascoli Satriano**

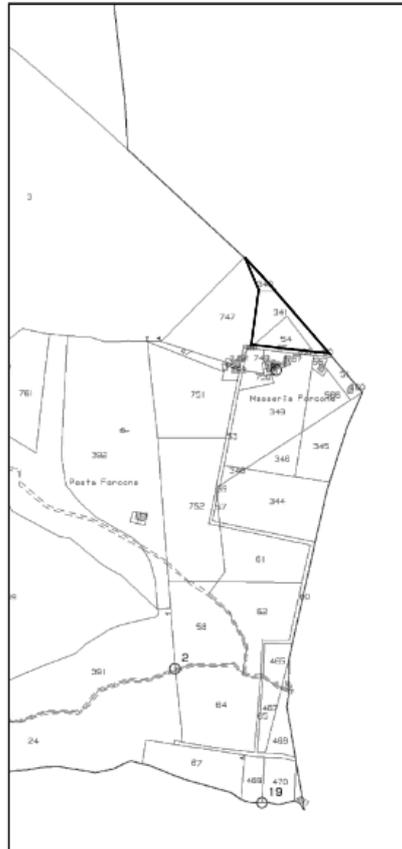


Fig. n°7 Planimetria catastale (foglio 99) aree nella disponibilità del proponente

La SST utente 30/150kV per la connessione in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della SE RTN a 380/150 kV denominata “Melfi” sarà condivisa con altri produttori tre produttori così come previsto da Terna al fine di razionalizzare le infrastrutture di rete.

L’area ove sarà ubicata la Sottostazione Elettrica SST Utente “Melfi” si trova nel territorio del Comune di Ascoli Satriano e risulta identificata dai seguenti riferimenti cartografici:

- carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 N. 435052
- foglio catastale n°218 particella n° 104 del Comune di Ascoli Satriano.

Essa è individuata dalle coordinate geografiche Lat. 41.12188° Nord e Long. 15.72650° Est. ed è posta a quota 283 m s.l.m.

La Sottostazione interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 66 m e di lunghezza pari a circa 143 m, interamente recintata e accessibile principalmente tramite due cancelli carrabili rispettivamente larghi 7,00 m e 5,00 m entrambi di tipo scorrevole oltreché cancelli pedonali.

L'accesso alla SST è previsto dalla S.P. 89 e strada vicinale .



Fig. 8 Ortofoto ubicazione Sottostazione Utente

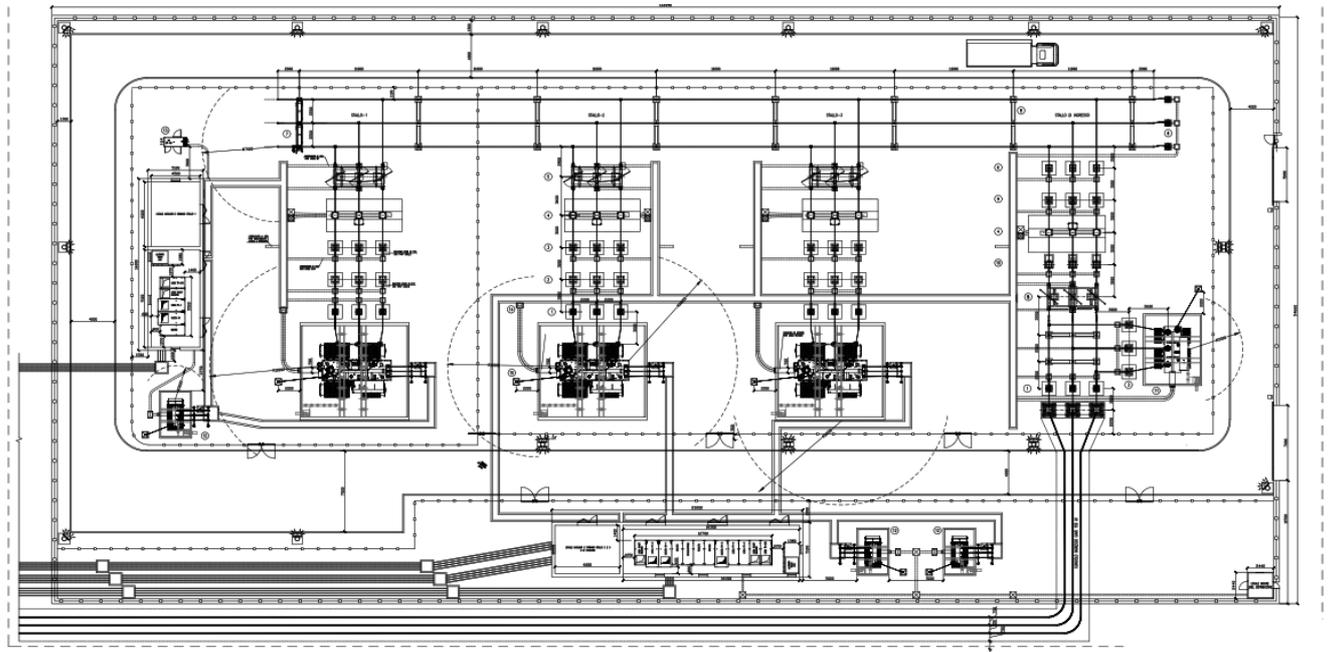


Fig. 9 Planimetria sottostazione utente



Fig. 10 Ortofoto ubicazione Sottostazione Utente e Stazione Terna

1.4. INFO E CONTATTI

La società promotrice dell'iniziativa e i progettisti incaricati sono rispettivamente:

LT 02 Srl

39100 Bolzano (BZ)

Via Leonardo Da Vinci n. 12

lt02srl@legalmail.it

Ing Alessandro la Grasta

70056 Molfetta (BA)

Via Zara 22

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

Tel: +39 3401706888

Ing Luigi Tattoli

70056 Molfetta (BA)

Via Zara 22

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

Tel: +39 3403112803

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM520M-7TL4-V		JKM525M-7TL4-V		JKM530M-7TL4-V		JKM535M-7TL4-V		JKM540M-7TL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	520Wp	387Wp	525Wp	391Wp	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.47V	37.63V	40.61V	37.78V	40.74V	37.92V	40.88V	38.05V	41.01V	38.19V
Maximum Power Current (Imp)	12.85A	10.28A	12.93A	10.34A	13.01A	10.40A	13.09A	10.46A	13.17A	10.52A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.99V	46.24V	49.13V	46.37V	49.26V	46.50V	49.40V	46.63V	49.53V	46.75V
Short-circuit Current (Isc)	13.53A	10.93A	13.61A	10.99A	13.69A	11.06A	13.77A	11.12A	13.85A	11.19A
Module Efficiency STC (%)	20.56%		20.76%		20.96%		21.16%		21.35%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

*STC:  Irradiance 1000W/m²  Cell Temperature 25°C  AM=1.5
 NOCT:  Irradiance 800W/m²  Ambient Temperature 20°C  AM=1.5  Wind Speed 1m/s

Fig. 12 Data Sheet Modulo Fotovoltaico _2

I moduli avranno una struttura superiore in vetro e relativa cornice in alluminio e saranno dotati di scatola di giunzione con diodi di by-pass e connettori di collegamento.

La scelta dei moduli proposti garantisce affidabilità, durata e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento.

I moduli fotovoltaici scelti saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie e saranno corredati di cavi del tipo precablati da 4 mmq completi di connettori pre-innestrati.

Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.

2.2. CASSETTE DI PARALLELO STRINGHE

Gli impianti di generazione fotovoltaica di media e grande potenza sono costituiti da un numero elevato di stringhe.

Per ottimizzare la topologia di connessione e migliorare i sistemi di protezione e monitoraggio, la connessione in parallelo delle stringhe avviene solitamente su più di un livello gerarchico, tipicamente un primo livello di parallelo tramite cassette di parallelo stringhe e un secondo livello di parallelo solitamente interne all'inverter centralizzato.



Fig.13 Quadro di parallelo stringhe

Le cassette di parallelo stringhe sono composte dai seguenti blocchi funzionali

- sezione di connessione stringhe, che contiene:
 - o i fusibili di protezione,
 - o il collegamento in parallelo delle stringhe del generatore fotovoltaico,
 - o il dispositivo per la protezione da sovratensioni,
 - o i sensori di corrente,

o la scheda di controllo in grado di rilevare perdita di connessione e di prestazione;

- sezione di uscita, che contiene:

o l'organo di sezionamento sotto carico;

- sezione di interfaccia, che contiene:

o la scheda d'isolamento della seriale RS-485

o gli ingressi ambientali

Le caratteristiche tecniche delle cassette di parallelo stringhe sono di seguito indicate:

Input Ratings	
Maximum number of strings	24
Maximum voltage	1500 V
Fuses size ^(NOTE 1)	15 A up to 22 A
Maximum current per string ^(NOTE 2)	30 A
Connector type ^(NOTE 3)	Cable glands
Cable cross-section	4 ÷ 10 mm ²
Cable diameter	4.5 ÷ 10.0 mm
Output Ratings	
Maximum current ^(NOTE 2)	240 A
Maximum cable cross-section	300 mm ²
Cables per pole	1
Cable diameter	54 mm conduit mm
Cables connector type	Conduit fitting
Grounding cable cross-section	35 mm ²
Dimensions and weight	
Dimensions (width, height, depth)	635x928x314 mm
Weight	42 kg
Additional features	
String current measure	No
Short-circuit protection (fuses)	On both poles
Protective class	II
Load break switch	Yes (315 A)
Load break switch status	Not available
DC over-voltage protection (SPDs)	Yes (Type II)
SPDs status	Not available
Ingress protection degree	IP65 (IP20 while door open)
Lockable enclosure	Yes

Tab. 4 Datasheet quadro di parallelo stringhe

2.3. SISTEMA DI CONVERSIONE DC/AC E TRASFORMAZIONE BT/MT

Il sistema di conversione di energia DC/AC scelto, è con inverter centralizzati il cui dimensionamento è stato effettuato con l'intento di consentire il massimo rendimento, semplificare il montaggio e le manutenzioni e garantire la durabilità nel tempo.

A tal fine, la soluzione tecnica scelta prevede che gli inverter centralizzati vengano montati su Power Skids modulari preassemblati e precablati in fabbrica e generalmente composti da un blocco con due inverter (o due blocchi con tre/quattro inverter) di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT, e da un blocco di protezione MT,BT, monitoraggio da remoto e alimentazione ausiliari.

Ciascun blocco è assemblato su base in cemento armato, presagomata per il passaggio dei cavidotti e progettata per il contenimento dell'olio, pertanto non necessita di fondazioni in cemento salvo la predisposizione di un basamento di appoggio da 20/30 cm che sarà realizzato in cemento armato con rete elettrosaldata 20x20φ10.

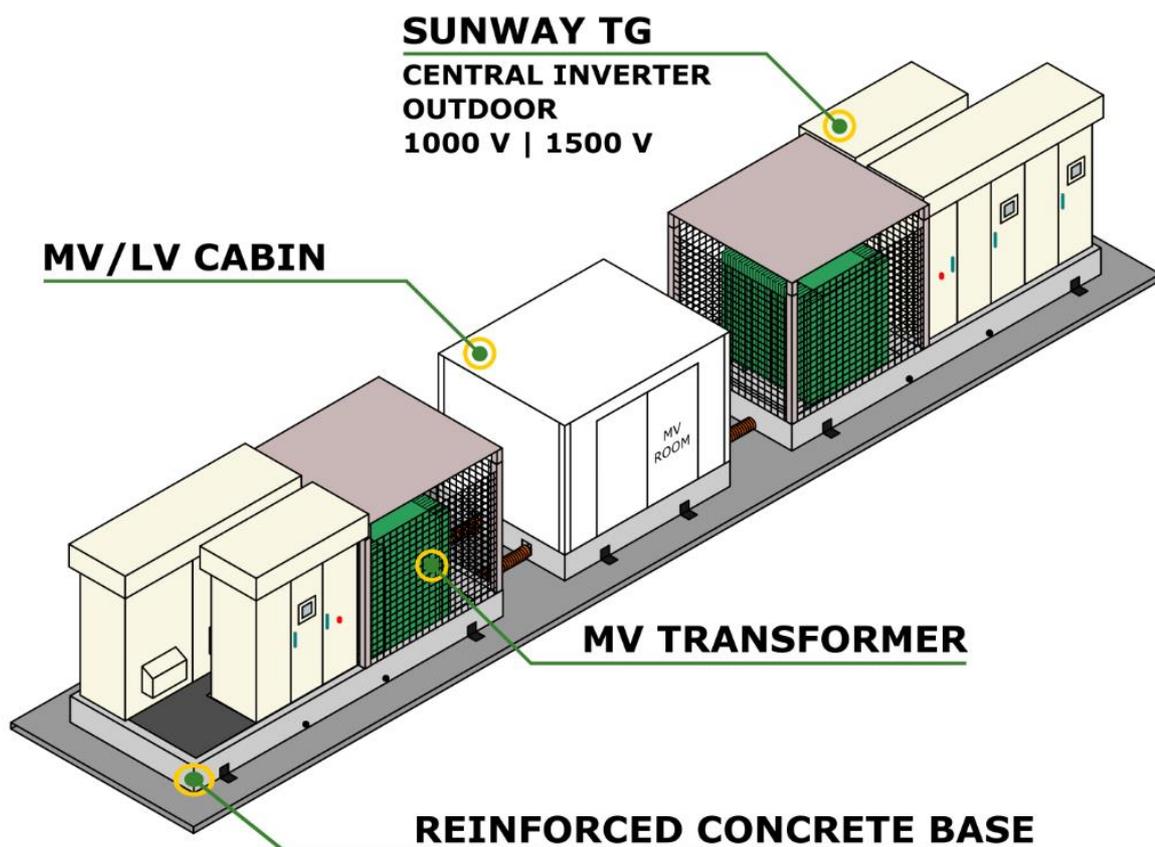


Fig. n°14 Power Skid

La scelta di unità di conversione DC/AC e trasformazione MT/BT centralizzata su power skids oltre a semplificare il montaggio, ridurre i tempi di installazione e agevolare le manutenzioni, ha un notevole vantaggio in termini di riduzione delle volumetrie da realizzare in quanto buona parte dei componenti elettrici sono ubicati all'esterno avendo grado di protezione adeguato.

In ultimo, ma non per importanza, occorre sottolineare che i vantaggi riportati in fase di realizzazione e gestione dell'impianto sono altresì presenti in fase di dismissione dello stesso poiché, essendo strutture pre-cablate sia elettricamente che meccanicamente, i tempi ed i costi per la fase di dismissione a fine vita utile dell'impianto sono anch'essi ridotti.

L'architettura dell'impianto prevede n°4947 stringhe da 26 moduli cadauna collegate a 43 inverter centralizzati di cui rispettivamente:

- ✓ -n°4 aventi potenza di 1690 kW @ 610V
- ✓ -n°2 aventi potenza di 846 kW @610V
- ✓ -n°10 aventi potenza di 1718 kW @ 620V
- ✓ -n°7 aventi potenza di 860 kW @ 620V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 1830 kW @ 660V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 915 kW @ 660V
- ✓ -n°8 aventi potenza di 1912 kW @ 690V
- ✓ -n°4 aventi potenza di 957 kW @ 690V

La scelta del numero di inverter da utilizzare è derivata dall'analisi della produttività del campo fotovoltaico nelle condizioni ottimali in modo da selezionare un inverter che, anche nelle condizioni migliori in assoluto, possa erogare in rete praticamente tutta l'energia producibile dal campo in modo da sfruttare al meglio il campo.

Tale condizione è soddisfatta mediante l'utilizzo degli inverter centralizzato sopra meglio dettagliati che, oltre al rispetto della condizione precedente, si interfacciano perfettamente con gli altri parametri elettrici derivanti dalla numero e dalle caratteristiche delle stringhe di moduli fotovoltaici.

Di seguito si allegano le caratteristiche tecniche principali degli inverter selezionati pur tenendo presente che, ugualmente a quanto menzionato per i moduli fotovoltaici, anche gli inverter potrebbero essere sostituiti con altri aventi caratteristiche elettriche diverse pur garantendo la medesima potenza complessiva erogata, ciò in virtù delle disponibilità di mercato ed in particolar modo in funzione dell'evoluzione tecnica.

Principali Configurazioni											
Modello	u.m.	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 600	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 610	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 620	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 630	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 640	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 650	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 660	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 670	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 680	SUNWAY TG 900 - 1500V TE EV - 690
Range di tensione MPPT ⁽¹⁾	V	880 - 1200	890 - 1200	910 - 1200	920 - 1200	935 - 1200	950 - 1200	960 - 1200	980 - 1200	990 - 1200	1000 - 1200
Range di tensione MPPT esteso ⁽¹⁾⁽²⁾	V	860 - 1500	870 - 1500	880 - 1500	900 - 1500	910 - 1500	930 - 1500	940 - 1500	960 - 1500	970 - 1500	980 - 1500
Tensione Nominale di uscita	V	600 ± 10 %	610 ± 10 %	620 ± 10 %	630 ± 10 %	640 ± 10 %	650 ± 10 %	660 ± 10 %	670 ± 10 %	680 ± 10 %	690 ± 10 %
Potenza nominale di uscita @ 25°C	kVA	935	951	966	982	998	1013	1029	1044	1060	1076
Potenza nominale di uscita @ 45°C	kVA	831	845	859	873	887	901	915	928	942	956
Potenza nominale di uscita @ 50°C	kVA	779	792	805	818	831	844	857	870	883	896
Caratteristiche Generali											
Numero di MPPT indipendenti	1										
Efficienza di MPPT (Statica / Dinamica)	99.8 % / 99.7 %										
Massima tensione a vuoto	1500 V										
Frequenza Nominale di uscita	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)										
Fattore di potenza ⁽³⁾	Circular Capability										
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C										
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54										
Massima altitudine ⁽⁴⁾	4000 m										
Massima corrente di CC in ingresso (Isc)	1500 A										
Ripple di tensione	< 1%										
Temperatura Ambiente	25 °C			45 °C				50 °C			
Corrente nominale di uscita	900 A			800 A				750 A			
Soglia di potenza	1% della potenza nominale										
Totale distorsione di corrente AC	≤ 3%										
Max / EU / CEC ^{(1) (3)}	98.7 % / 98.4 % / - %										
Dimensioni (W x H x D)	2024 x 2470 x 1025 mm										
Peso	1780 kg										
Stop mode / Consumi Notturni	45 W / 45 W										
Consumi ausiliari	1250 W										

NOTES

⁽¹⁾ @ V_{AC} nominale e cos φ = 1.

⁽²⁾ Con derating sulla potenza erogata

⁽³⁾ Default range: 1 - 0.85 lead/lag

⁽⁴⁾ Fino a 1000 m senza derating

⁽⁵⁾ Certificato secondo IEC 61683

Fig. n°15 Caratteristiche elettriche inverter centralizzato

Principali Configurazioni											
Modello	u.m.	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 600	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 610	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 620	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 630	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 640	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 650	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 660	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 670	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 680	SUNWAY TG 1800 -1500V TE EV - 690
Range di tensione MPPT ⁽¹⁾	V	880 - 1200	890 - 1200	910 - 1200	920 - 1200	935 - 1200	950 - 1200	960 - 1200	980 - 1200	990 - 1200	1000 - 1200
Range di tensione MPPT esteso ⁽¹⁾⁽²⁾	V	860 - 1500	870 - 1500	880 - 1500	900 - 1500	910 - 1500	930 - 1500	940 - 1500	960 - 1500	970 - 1500	980 - 1500
Tensione Nominale di uscita	V	600 ± 10 %	610 ± 10 %	620 ± 10 %	630 ± 10 %	640 ± 10 %	650 ± 10 %	660 ± 10 %	670 ± 10 %	680 ± 10 %	690 ± 10 %
Potenza nominale di uscita @ 25°C	kVA	1870	1902	1932	1964	1996	2026	2058	2088	2120	2152
Potenza nominale di uscita @ 45°C	kVA	1662	1690	1718	1746	1774	1802	1830	1856	1884	1912
Potenza nominale di uscita @ 50°C	kVA	1558	1584	1610	1636	1662	1688	1714	1740	1766	1792
Caratteristiche Generali											
Numero di MPPT indipendenti	2										
Efficienza di MPPT (Statica / Dinamica)	99.8 % / 99.7 %										
Massima tensione a vuoto	1500 V										
Frequenza Nominale di uscita	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)										
Fattore di potenza ⁽³⁾	Circular Capability										
Range di temperatura operativa	-25 ÷ 62 °C										
Applicazione / Grado di protezione	Outdoor / IP54										
Massima altitudine ⁽⁴⁾	4000 m										
Massima corrente di CC in ingresso (Isc)	2 x 1500 A										
Ripple di tensione	< 1%										
Temperatura Ambiente	25 °C			45 °C				50 °C			
Corrente nominale di uscita	1800 A			1600 A				1500 A			
Soglia di potenza	1% della potenza nominale										
Totale distorsione di corrente AC	≤ 3%										
Max / EU / CEC ^{(1) (5)}	98.7 % / 98.4 % / - %										
Dimensioni (W x H x D)	3224 x 2470 x 1025 mm										
Peso	2930 kg										
Stop mode / Consumi Notturni	90 W / 90 W										
Consumi ausiliari	1800 W										

NOTES

⁽¹⁾ @ V_{dc} nominale e cos φ = 1.

⁽²⁾ Con derating sulla potenza erogata

⁽³⁾ Default range: 1 - 0.85 lead/lag

⁽⁴⁾ Fino a 1000 m senza derating

⁽⁵⁾ Certificato secondo IEC 61683

Fig. n°16 Caratteristiche elettriche inverter centralizzato

Si rimanda alla tavola grafica TAV. FV11 per le caratteristiche dimensionali ed il layout dei vari scomparti in cui è suddivisa la power-skid pre-equipaggiato e pre-cablato in fabbrica.

Sotto il profilo della sicurezza elettrica le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra mentre le parti metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione.

L'inverter sarà dotato di un dispositivo per il controllo dell'isolamento che genererà un segnale di guasto al verificarsi del primo guasto a terra e interromperà il funzionamento dell'inverter.

L'impianto fotovoltaico è organizzato in due cinque campi ovvero blocco "A", "B", "C", "D" ed "E" ciascuno dei quali è suddiviso rispettivamente in n°2 sotto-campi (A1-A2-B1-B2-C1-C2), n° 3 sotto-campi (D1-D2-D3-) e n°4 sotto-campi (E1-E2-E3-E4) per un totale complessivo di 13 sotto-campi.

In ogni sotto-campo è presente una power-skid che raggruppa la parte di conversione DC/AC e la parte di trasformazione BT/MT con le relative protezioni, in modo da ottenere in uscita una sistema di generazione a 30 kV che sarà successivamente convogliato nelle sezioni di smistamento / sezionamento per poi conferire l'intera potenza alla sottostazione utente 30/150 kV e da quest'ultima alla stazione elettrica RTN "Melfi" 380/150kV secondo quanto indicato nella STMG di Terna. Le principali caratteristiche dei componenti delle cabine di trasformazione/conversione sono le seguenti:

➤ **Quadro MT**

- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Grado di protezione IP65 del circuito MV
- Isolamento in gas sigillato ermeticamente
- Tensione di isolamento 36kV
- Tenuta al corto circuito 16kA 1sec
- Corrente nominale fino a 1600A

➤ **Trasformatore MT/BT**

- Rapporto di trasformazione 30/~0,60(±10%) kV
- Potenza 1700/1800/2000/2600/2800/2900 kVA
- Frequenza nominale 50 Hz
- Raffreddamento tipo ONAN
- Gruppo di vettoriamento Dyn11
- Classe ambientale E2
- Classe climatica C2
- Comportamento al fuoco F1
- Temperatura ambiente max 40°C
- Impedenza di corto circuito 6%
- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Configurato per resistere ad alte temperature

➤ **Trasformatore servizi ausiliari**

- Rapporto di trasformazione 30/0,40kV
- Potenza 50/150 kVA
- Frequenza nominale 50 Hz
- Gruppo di vettoriamento Dyn11
- Impedenza di corto circuito 4%

➤ **Inverter**

- Potenza AC fino da 846 a 1912 kVA @45°C
- Tensione in ingresso lato DC fino a 1500 V

- Efficienza di MPPT 99.8%-99.7%
 - 1 MPPT
 - 7 input lato DC
 - Grado di protezione IP54
 - Raffreddamento ad aria forzata
 - Derating di potenza per temperature ambiente maggiori di 50 °C
 - Range di temperatura consentita -25 °C ÷ 62°C
- **Controllo e monitoraggio**
- Canali di comunicazione RS485+Ethernet Modbus TCP
 - Regolazione /Controllo della potenza AC RS485 o Ethernet
 - Connessione remota

2.4. CABINE DI SMISTAMENTO MT E CABINE DI SERVIZIO

L'impianto fotovoltaico è dotato complessivamente di n°5 cabine di smistamento e n°5 cabine servizio dei singoli campi e più in dettaglio n°1 di smistamento e n°1 di servizio per ogni campo salvo che per i campi "A" e "B" che hanno solo n°1 di smistamento e n°1 di servizio in comune.

Le cabine di smistamento in MT svolgono la funzione di raggruppamento e protezione delle cabine di trasformazione/conversione prima che l'intera potenza venga trasferita, mediante tre cavidotti interrati a 30 kV, alla sottostazione utente per la sua immissione in rete.

L'energia prodotta è consegnata alla rete tramite linea in cavo MT composta da tre terne di cavi a spirale visibile tipo ARE4H5E(X) 18/30(36) kV o similari.

L'impianto di terra delle cabine sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 50 mm² interrati ad una profondità di almeno 0,7 m.

Le cabine sono così composte:

a) La Cabina di smistamento del campo "A" e "B" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m. ed è composta da:

- vano quadri MT 36kV;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e misura.

b) La Cabina di smistamento del campo "C" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m. ed è composta da:

- vano quadri MT 36kV;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e misura.

c) La Cabina di smistamento del campo "D" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m. ed è composta da:

- vano quadri MT 36kV;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e misura.

d) La Cabina di smistamento del campo "E" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m. ed è composta da:

- vano quadri MT 36kV;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e misura.

e) La Cabina servizi del campo "A" e "B" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m ed è suddivisa in:

- vano quadri BT / TLC;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano control room;
- vano deposito;

f) La Cabina servizi del campo "C" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m ed è suddivisa in:

- vano quadri BT / TLC;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano control room;
- vano deposito;

g) La Cabina servizi del campo "D" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m ed è suddivisa in:

- vano quadri BT / TLC;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano control room;
- vano deposito;

h) La Cabina servizi del campo "E" ha dimensione esterna di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m ed è suddivisa in:

- vano quadri BT / TLC;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano control room;
- vano deposito;

	ID	POTENZA	TENSIONE	CORRENTE	LUNGHEZZA	CAVO	PORTATA	CAVI	CURRENT
		[MW]	[KV]	lb	LINEA	ARE4H5E(X) 18/30kV FORMATIONE n°x mmq	INTERRATO A TRIFOGGIO In	AFFIANCATI [D5-D6-D7]	CARRYING CAPACITIES Iz=In x Kd x Kr x Kp x Ktt x Ks
				[A]	[m]	[mmq]	[A]	n°	[A]
LA1	CAB. SEZ. "A/B" - SEE	19,4	30	374	5640	3x1x630	687	2	475
LA2	CAB. SEZ. "D" - SEE	23,2	30	446	4385	3x1x630	687	2	475
LA3	CAB. SEZ. "E" - SEE	19,1	30	368	1700	3x1x630	687	2	475

Tab. n°5 Tabella dei cavi MT esterna al campo

Per tutte le apparecchiature elettromeccaniche presenti nella Cabina di Smistamento e di servizio saranno considerate le seguenti condizioni ambientali di progetto:

- ✓ Altitudine d'installazione < 1000 m.s.l.
- ✓ Temperatura ambiente esterna (max. / min.) 40 / -25 °C
- ✓ Temperatura ambiente interna (max. / min.) 40 / -5 °C
- ✓ Umidità relativa massima 90 %
- ✓ Velocità del vento max. 30 m/s
- ✓ Grado di inquinamento (classe IEC 60815-2,-3) c – medio

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo A e B si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai relativi sottocampi e una linea 30 kV di collegamento alla Sottostazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV (SSEU).

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 1 scomparto partenza cavi alla SSE con sezionatore IMS 630 A, rivelatore di guasto direzionale e di assenza tensione
- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi al trasformatore MT/BT con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo C si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai relativi sottocampi e una Linea 30 kV di collegamento alla cabina di smistamento del campo D.

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 1 scomparto partenza cavi alla cabina di smistamento del campo D, con sezionatore IMS 630 A, rivelatore di guasto direzionale e di assenza tensione

- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;

- n. 1 scomparto partenza cavi al trasformatore MT/BT con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;

- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo D si attesteranno due linee 30 kV in cavo provenienti dai relativi sottocampi e dalla cabina di smistamento del campo C e una Linea 30 kV di collegamento alla Sottostazione di trasformazione 30/150 kV (SSE).

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 1 scomparti arrivo cavi alla cabina di smistamento del campo C con sezionatore IMS 630 A, rivelatore di guasto direzionale e di assenza tensione

- n. 1 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;

- n. 1 scomparto partenza cavi alla SSE con sezionatore IMS 630 A, rivelatore di guasto direzionale e di assenza tensione

- n. 1 scomparto partenza cavi al trasformatore MT/BT con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;

- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Al quadro MT della Cabina di Smistamento del campo E si attesteranno tre linee 30 kV in cavo provenienti dai relativi sottocampi e una Linea 30 kV di collegamento alla Sottostazione di trasformazione 30/150 kV (SSE).

I quadri MT 30 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 1 scomparti partenza cavi alla SSE con sezionatore IMS 630 A, rivelatore di guasto direzionale e di assenza tensione
- n. 2 scomparti arrivo cavi dai sottocampi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi al trasformatore MT/BT con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Le principali caratteristiche elettriche dei quadri MT saranno:

- Esecuzione: trifase, blindato, isolato in gas SF6
- Norme di riferimento: CEI EN 62271-200
- Continuità di servizio: LSC 2
- Classe di segregazione: PM
- Qualifica dell'arco: IAC A FL
- Tensione nominale: 36 kV
- Tensione di esercizio: 30 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz / 1 min valore efficace: 50 kV
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 s valore di picco: 170 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale ammissibile di breve durata : 20 kA
- Corrente nominale sbarre / derivazioni: 1.000 / 630 A
- Corrente nominale di picco: 50 kA
- Potere interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 20 kA
- Durata nominale del corto circuito: 1 sec

Per quanto concerne il sistema di alimentazione dei servizi ausiliari questo sarà composto per tutti i campi dai seguenti elementi:

- N°1 trasformatore di tensione 30/0,4 kV fino a 400 kVA, isolato in olio minerale e raffreddamento ONAN;
- N°1 quadro BT con
 - o sezione CA 400/230V
 - o Sezione CC 110V
- N°1 contatore statico multifunzionale ad uso UTF

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti fotovoltaici così da soddisfare i requisiti imposti dalla rete e quindi dal punto di connessione e dai gestori dell'impianto.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che sarà di fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

La struttura della cabina è del tipo monoblocco scatolare costituito dal pavimento e quattro pareti con tetto rimovibile e viene realizzata con calcestruzzo confezionato in stabilimento mediante centrale di betonaggio automatica e additivato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti: ciò permette di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità e protezione dall'esterno.

L'armatura è realizzata con rete elettrosaldato a doppia maglia, irrigidita agli angoli da barre a doppio T, onde conferire al manufatto una struttura monolitica e una gabbia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura (gabbia di Faraday).

Dimensioni

Le dimensioni standard sono tali da permettere il trasporto senza scorta né permessi speciali.

L'altezza esterna standard è di m 2,55 e può variare, a seconda delle esigenze, fino a raggiungere l'altezza di m 3,00.

La larghezza è di m 2,50 mentre la lunghezza varia da m 2.38 a m 6.76.

La realizzazione delle cabine di smistamento e di servizio avviene affiancando più box singoli, mediante un idoneo giunto tecnico, aprendo le due pareti adiacenti creando un unico locale.

Come già indicato per le power skids, queste andranno posate su un magrone di sottofondazione in cemento armato con rete elettrosaldata 20x20φ10, previa realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 60 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina.

Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno.

Impianto elettrico e di terra interno alla cabina

Le cabine vengono corredate d'impianto elettrico sfilabile con tubazioni sottotraccia, atto a determinare idonea illuminazione dei locali, illuminazione di emergenza, prese di servizio e collettore di terra; quest'ultimo è costituito da una barra in rame collegata all'intera struttura che garantisce il nodo equipotenziale.

Riferimenti Normativi

- ✓ CEI EN 62271-202 (17-103) Sottostazioni prefabbricate ad Alta tensione/bassa tensione;
- ✓ CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT
- ✓ delle imprese distributrici di energia elettrica;
- ✓ CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.

Riferimenti legislativi

- ✓ Testo Unico Sicurezza 81/08;

- ✓ DM 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni.

2.5. SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE

Il progetto prevede l'installazione di 2622 tracker monoassiali di cui n°2325 da 52 moduli e n°297 da 26 moduli disposti in configurazione 2P, ovvero due moduli in verticale rispetto all'asse di rotazione della struttura) per un totale complessivo di 128.622 moduli fotovoltaici e quindi una potenza complessiva di generazione di **69.456 kWp**.

ASC4						
	TOTALE	BLOCCO "A"	BLOCCO "B"	BLOCCO "C"	BLOCCO "D"	BLOCCO "E"
POTENZA TOTALE [kWp]	69.456	9.449	12.341	11.583	14.531	21.551
NUMERO DI MODULI	128.622	17498	22854	21450	26910	39910
POTENZA MODULO FOTOVOLTAICO [Wp]	540	540	540	540	540	540
NUMERO DI TRACKER DA 52 MODULI	2325	322	402	387	475	739
NUMERO DI TRACKER DA 26 MODULI	297	29	75	51	85	57

Tab. n°6 Tabella riepilogativa tracker

L'impianto fotovoltaico in progetto prevede il montaggio dei pannelli fotovoltaici della potenza unitaria di 540Wp su idonee strutture di fissaggio che consentono l'inseguimento del sole lungo una direzione (tracker monoassiali E-O) e che orientano i moduli fotovoltaici in funzione della posizione del sole garantendo così un aumento della producibilità nell'arco della giornata rispetto ai sistemi fissi.

Nei vari sotto campi che costituiscono il parco in oggetto, i tracker monoassiali lavorano singolarmente ed il movimento è regolato da un unico motore (anche del tipo autoalimentato)

per tracker dotato di sistema backtracking per la massimizzazione della producibilità del sistema mentre i vari tracker comunicano tra loro con un sistema ibrido radio e RS485.

I tracker monoassiali sono costituiti da strutture a telaio metallico, in acciaio zincato a caldo, costituito da pali infissi nel terreno con una trave di collegamento superiore rotante sulla quale sono fissati i pannelli fotovoltaici.

Il range di rotazione del tracker oscilla tra $+ 60^\circ$ e $- 60^\circ$ mediante controllo software che ottimizza durante l'arco della giornata l'orientamento e massimizza la producibilità.

Il software di gestione include anche il sistema di backtracking che, onde evitare ombreggiamenti reciproci tra file di tracker, interviene riducendo la radiazione solare sulla superficie dei moduli rispetto all'orientamento ottimale ma aumenta comunque l'efficienza complessiva del sistema in quanto per effetto della riduzione dell'ombreggiamento ottimizza la producibilità stessa e quindi l'output complessivo del sistema.

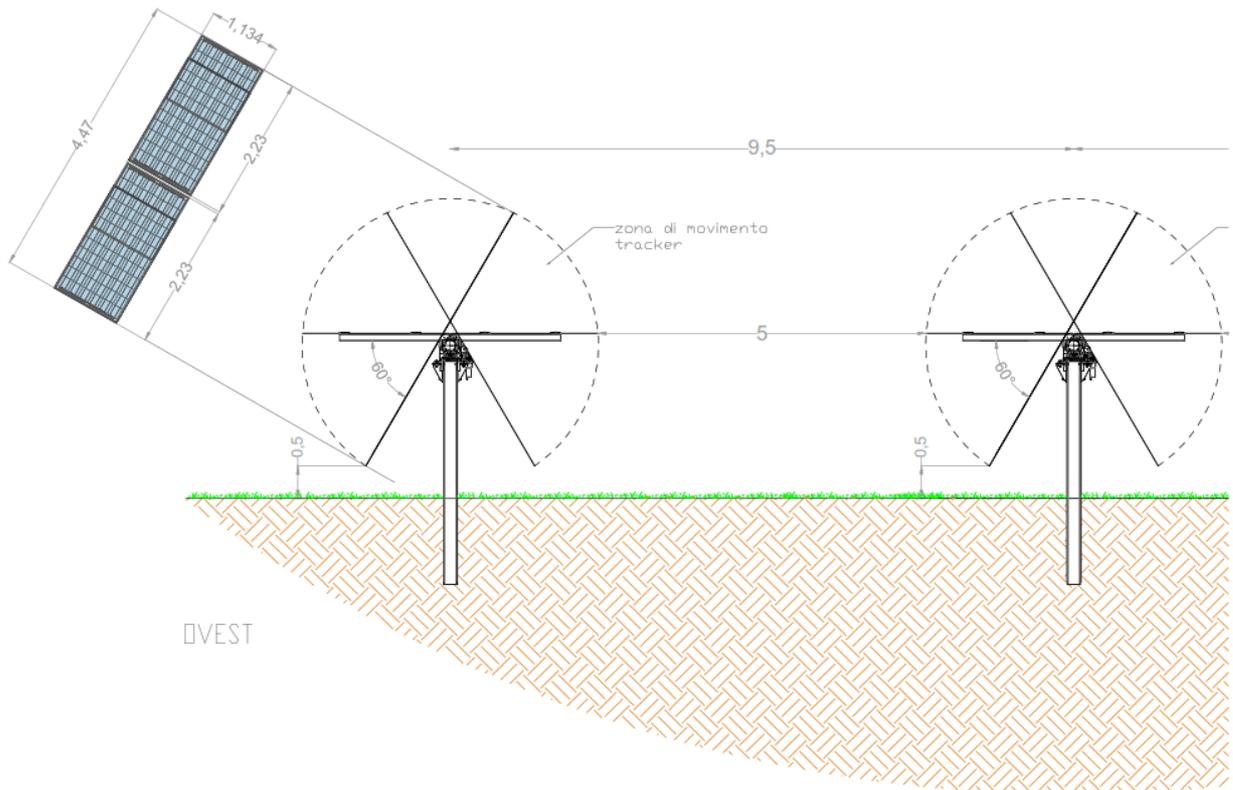


Fig. n°17 Angolo rotazione del tracker

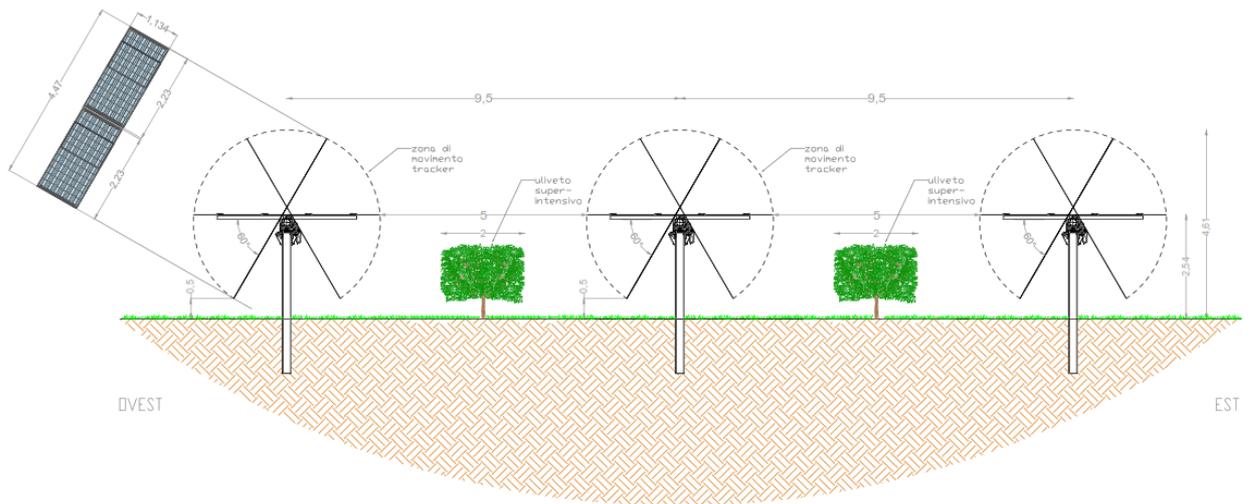


Fig. n°18 Pitch dei tracker

Dal punto di vista strutturale i tracker resistono a velocità del vento fino a 55 km/h orientando la struttura nella posizione ottimale che minimizza le sollecitazioni dovute all'azione del vento.

L'installazione dei tracker avviene tramite macchinari battipalo che infiggono i pali ad una profondità mediamente pari a 1,5 metri, riducendo le movimentazioni di terra e l'uso di cemento, anche se in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche del terreno e in funzione dei calcoli strutturali, tale profondità potrebbe subire modifiche in termini di profondità di infissione.

MAIN FEATURES

Tracking System	Horizontal Single-Axis with independent rows		
Tracking Range	120° +		
Drive System	Enclosed Slewing Drive, DC Motor		
Power Supply	AC/DC Universal Input Optional: Self-Powered PV Series		
Tracking Algorithm	Astronomical with TeamTrack Backtracking		
Communication			
Wire	RS-485 Full Wired		
Optional: Wireless	Hybrid Radio + RS-485 Cable		
Wind Resistance	Per Local Codes		
Land Use Features			
Independent Rows	YES		
Slope North-South	17%		
Slope East-West	Unlimited		
Ground Coverage Ratio	Configurable. Typical range: 28-50%		
Foundation	Driven Pile Ground Screw Concrete		
Temperature Range			
Standard	- 4°F to +131°F -20°C to +55°C		
Extended	-40°F to +131°F -40°C to +55°C		
Availability	>99%		
Modules	Standard: 72 cells Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others); Bifacial		

MODULE CONFIGURATIONS

1000V	Length	Height	Width	1500V	Length	Height	Width
2x38	38.1 m (124' 12")	3.95 m (12' 12")	3.92 m (12' 12")	2x42	42.1 m (138' 12")	3.95 m (12' 12")	3.92 m (12' 10")
				2x43.5	44.1 m (144' 8")		
2x40	40.1 m (131' 7")			2x45	45.1 m (147' 12")		

Tab. n°7 Caratteristiche tecniche tracker

I componenti principali del sistema sono:

- ✓ pali infissi nel terreno;
- ✓ travi orizzontali;

- ✓ giunti di rotazione;
- ✓ elementi vari di collegamento travi;
- ✓ elementi di supporto e di fissaggio dei moduli fotovoltaici

Le strutture sono dimensionate per supportare i carichi trasmessi dai pannelli e le sollecitazioni esterne a cui sono sottoposti (vento, neve, etc.) secondo le normative vigenti (Eurocodici, Norme ISO, ecc).

2.6. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Per la determinazione della portata di cavi con posa interrata si fa riferimento alla norma CEI64-8/5; la portata espressa in Ampere di un cavo interrato è pari a:

$$I_Z = I_0 K_1 K_2 K_3 K_4$$

Dove I_0 è la portata del cavo in Ampere a una determinata sezione a un certo tipo di isolante e a un determinato modo di installazione; essa è pari a I_Z quando tutti i fattori di correzione sono unitari ossia quando:

- K_1 : coeff. di temperatura: vale 1 quando la temp. del terreno è 20° C
- K_2 : coeff. di raggruppamento: vale 1 quando è installato un solo circuito formato da cavi unipolari
- K_3 : coeff. di profondità: vale 1 quando la profondità di posa è 0,8 m
- K_4 : coeff. del terreno: vale 1 quando la resistività termica del terreno è 1,5 K m/W

Dalla tabella riportata nella norma CEI-UNEL 35026, scegliendo una certa sezione per il conduttore, si ricava la sua portata I_0 .

Moltiplicando quest'ultima per i fattori di correzione si ottiene la I_Z .

Per considerare accettabile la sezione del conduttore scelta, la I_z risultante dovrà essere maggiore della corrente I_b di impiego che è solita transitare nella conduttura.

Se la I_z dovesse risultare minore della corrente di impiego è necessario selezionare una sezione di cavo superiore e ripetere la stessa verifica.

Lo stesso metodo di calcolo si applica anche per i cavi alloggiati in canalina metallica in aria libera dove però i fattori ambientali sono:

K1: coeff. di temperatura: vale 1 quando la temperatura ambiente è 20°C

K2: coeff. di raggruppamento: vale 1 quando è installato un solo circuito formato da cavi unipolari

Con le sezioni stabilite in base alla corretta dissipazione termica è stato verificato che lungo le tratte non vi siano cadute di tensione maggiori del 3% della tensione di esercizio.

In particolare abbiamo utilizzato il metodo della “caduta di tensione unitaria” e, facendo riferimento alla tabella CEI-Unel 35023, abbiamo assunto che la caduta di tensione ΔV sul tratto in corrente alternata e sul tratto in corrente continua non superi in nessun caso il 3%.

2.7. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO E IL CORTOCIRCUITO

I cavi di alimentazione sono protetti contro il sovraccarico mediante interruttori automatici opportunamente dimensionati.

In particolare gli interruttori verranno scelti e regolati come di seguito:

- il dispositivo non interverrà per valori minori della corrente di impiego e la sua corrente nominale sarà inferiore alla portata del cavo;
- il massimo sovraccarico ammissibile sarà pari al 45% per un tempo t_c pari ad 1 h (tempo caratteristico di intervento del relé termico del dispositivo).

Le condizioni sopra descritte sono sintetizzate dalle seguenti disuguaglianze:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

dove:

I_b : corrente di impiego nel circuito;

I_z : portata in regime permanente della conduttura;

I_n : corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_f : corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione.

In generale si sceglieranno dispositivi per i quali

$$I_f \leq 1,45 \times I_n$$

In modo che rispettando la disuguaglianza "a" sarà automaticamente verificata la "b". In particolare, per la parte in bassa tensione c.c. si regolerà I_f pari a $1,05 \times I_n$, mentre per la parte in bassa tensione c.a. si regolerà I_f pari a $1,10 \times I_n$.

La protezione delle condutture contro il corto circuito è garantita grazie ad interruttori automatici.

Tali dispositivi sono installati all'inizio della conduttura da proteggere in modo tale da interrompere, in un tempo inferiore a quello che porterebbe i conduttori alla temperatura limite ammissibile, tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito.

Nel caso di impianti attivi è sempre necessario considerare che l'eventuale corto circuito su una conduttura dell'impianto stesso non viene alimentato solo dalla rete alla quale si è connessi ma viene alimentato anche dai generatori che costituiscono l'impianto di produzione elettrica.

Essendo però il generatore fotovoltaico schematizzabile come generatore di corrente piuttosto che come generatore di tensione il contributo alla corrente di corto circuito che esso è in grado di dare risulta di modesta entità.

La massima quantità di corrente che il generatore è in grado di erogare è limitata dalla natura stessa del componente fotovoltaico ed è stimabile in un 10% in più della sua corrente nominale.

In uscita all'inverter il contributo alla corrente di corto circuito è comunque fissato dal costruttore ed è pari al 50% in più della corrente nominale.

Essendo tali valori trascurabili rispetto ai valori di corrente erogati dalla rete in caso di guasto dimensioneremo le protezioni considerando solo questi ultimi.

Premesso ciò, i dispositivi di protezione verranno scelti in modo da limitare l'energia termica passante a valori tollerabili dal cavo. Operativamente occorre rispettare la seguente disuguaglianza:

$$\int i^2 dt \leq K^2 S^2 \quad \text{per } I_a \leq I_{cc} \leq I_b$$

Ovvero, si confronterà la caratteristica dell'energia specifica passante del dispositivo in funzione della corrente presunta di corto circuito con il termine $K^2 S^2$ (energia specifica tollerabile dal cavo).

In generale tale disuguaglianza è valida solo per un certo range di valori della corrente presunta di corto circuito e pertanto, si verificherà che la corrente di guasto trifase a inizio linea (caso di corto circuito più gravoso) e la corrente di guasto monofase a fine linea (caso di corto circuito meno gravoso) siano comprese in tale range:

I_{cc} caso di corto circuito più gravoso $\leq I_a$ (potere di interruzione massimo);

I_{cc} caso di corto circuito meno gravoso $\geq I_b$ (potere di interruzione minimo).

Per la determinazione della corrente di corto circuito si useranno le seguenti formule:

corto circuito trifase: $I_{cc} = E_0 / \sqrt{(R_R + R_F)^2 + (X_R + X_F)^2}$

corto circuito fase-fase: $I_{cc} = \sqrt{3}/2 \times E_0 / \sqrt{(R_R + R_F)^2 + (X_R + X_F)^2}$

corto circuito fase-neutro: $I_{cc} = E_0 / \sqrt{(R_R + R_F + R_N)^2 + (X_R + X_F + X_N)^2}$

dove

E_0 è la tensione di fase;

R_R e X_R sono la resistenza e la reattanza della rete a monte, considerata come un generatore di tensione equivalente di forza elettromotrice E_0 ;

R_F e X_F sono la resistenza e la reattanza del conduttore di fase fino al punto di corto circuito;

R_N e X_N sono la resistenza e la reattanza del conduttore di neutro fino al punto di corto circuito.

Il calcolo effettivo delle correnti di guasto e la verifica delle protezioni attraverso le loro curve caratteristiche viene rimandata, come suggerito dalla CEI 0-2, in fase di progettazione esecutiva poiché attualmente non si dispone del valore dell'impedenza di rete nel punto di consegna.

Si consideri però che tali verifiche sono del tutto formali poiché le attuali protezioni in commercio sono in grado di individuare e interrompere le comuni correnti di corto circuito che usualmente assumono valori compresi tra 4,5 e i 50 kA.

2.8. DESCRIZIONE DELLE MISURE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI

Per quanto riguarda la protezione dei contatti diretti, sono isolate a regola d'arte tutte le parti attive, al fine di impedire che le persone possano venire accidentalmente in contatto con il circuito elettrico.

I moduli fotovoltaici, pur essendo componenti in Classe II si considerano sotto tensione anche quando il sistema risulta distaccato dal lato in corrente alternata.

Per quanto riguarda i contatti indiretti, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico, non in tensione, ma che vi si potrebbero trovare in caso di scariche sulle carcasse o per difetto di isolamento, sono poste a terra mediante un impianto di terra coordinato con dispositivi di protezione differenziali.

Relativamente ai contatti accidentali sul lato c.c., essendo questi pericolosi in quanto le tensioni raggiunte dai moduli fotovoltaico sono particolarmente elevate, si gestisce il sistema se fosse IT ovvero come un sistema flottante.

In tal modo, il lato ac del sistema di produzione è garantito tramite la presenza di un trasformatore MT/BT mentre sul lato cc un contatto accidentale con un solo polo non genera conseguenze salvo che l'altra polarità non sia accidentalmente in contatto con una massa.

Al fine di prevenire eventuali conseguenze pericoloso, gli inverter sono muniti di dispositivi di controllo che segnalano la presenza di anomalie, interrompono la produzione e generano segnali di allarme.

2.9. PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Il campo fotovoltaico in oggetto non altera la morfologia del sito nel quale è installato, e non altera l'indice ceraunico del sito pertanto, si può ritenere che l'impianto possa ritenersi auto protetto. Verrà pertanto realizzato solo un collegamento equipotenziale generale di tutte le strutture metalliche presenti e verranno utilizzati dei limitatori di sovratensione a protezione delle apparecchiature sensibili.

2.10. DISPOSITIVO DI GENERATORE (DDG)

Ogni generatore è dotato di un suo dispositivo di generatore in modo da essere sezionato in modo indipendente dal resto dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto è coordinato in maniera che, in caso di corto circuito o di dispersione verso terra, intervenga la protezione subito a monte del guasto.

Così facendo, in caso di guasto, viene scollegata solo la parte di impianto dove il problema si presenta, lasciando il resto del sistema in mobilità normale.

2.11. VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicurano l'osservanza delle condizioni di cui all'articolo 4, comma 4, del DM 28 luglio 2005:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / ISTC$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

ISTC pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Le prove saranno effettuate in condizioni $I > 600 W/m^2$.

3. CAVI

3.1. CAVI BT

I cavi utilizzati per il cablaggio delle stringhe, per il collegamento delle stringhe al quadro di parallelo stringhe (string box) e tra le string box e le sezioni di ingresso degli inverter centralizzati sono conduttori a doppio isolamento o equivalente idonei all'uso per campi fotovoltaici del tipo H1Z2Z2-K le cui caratteristiche tecniche sono di seguito elencate:

-Descrizione

Conduttore: rame stagnato, formazione flessibile, classe 5

Isolamento: mescola speciale reticolata HT-PVI (LSOH)

Guaina: mescola speciale reticolata HT-PVG (LSOH)

Colore: nero, rosso, blu LSOH = Low Smoke Zero Halogen

-Normativa di riferimento

CEI EN 50618

EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016

Resistenza raggi UV: HD 605-A1

Resistenza ozono: CEI EN 50396

Resistenza alla sollecitazione termica: CEI EN 60216-1

Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 3)

-Caratteristiche funzionali

Tensione nominale U_0 1000V(AC) 1500V(DC)

Tensione nominale U 1000V(AC) 1500V(DC)

Tensione di prova 6500 V AC

Tensione massima U_m 1200V(AC) 1800V(DC Anche verso Terra)

Temperatura massima di esercizio +90°C +120°C sul conduttore

Temperatura massima di corto circuito +250°C/5s

Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -40°C

Temperatura minima di installazione e maneggio -40°C to +90°C

-Caratteristiche particolari

Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine

(Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216-1)

La sezione dei cavi prevista per i vari collegamenti sarà calcolata:

- in modo da ridurre al minimo la caduta di tensione;

- in modo tale che gli effetti termici sugli isolamenti in condizioni ordinarie di esercizio consentano una vita prolungata dei conduttori;

-in modo tale che la portata del cavo sia maggiore della corrente di corto circuito delle stringhe.

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Diametro esterno Massimo	Peso indicativo del cavo	Resistenza elettrica a 20°C	Portata di Corrente ammissibile a 60°C	Portata di corrente in CC interrato a 20°C
Cores number	Nominal Section	Approx conductor diameter	Insulation medium thickness	Maximum external diameter	Approx cable weight	Electric resistance at 20°C	Current carrying capacities 60°C	Current carrying buried 20°C
(N°)	(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ohm/km)	(A)	(A)
Unipolare / Single core								
1x	2.5	2.0	0.7	5.4	42.5	8.21	41	32
1x	4 #	2.5	0.7	6.6	58.2	5.09	55	41
1x	6 #	3.0	0.7	7.4	79.4	3.39	70	52
1x	10 #	3.9	0.7	8.8	128.4	1.95	98	70
1x	16 #	5.0	0.7	10.1	184.5	1.24	132	91
1x	25	6.4	0.9	12.5	276.8	0.795	176	118
1x	35	7.7	0.9	14.0	368.8	0.565	218	144
1x	50	9.2	1.0	16.3	557	0.393	276	178
1x	70	11.0	1.1	18.7	767	0.277	347	218
1x	95	12.5	1.1	20.8	989.6	0.210	416	258
1x	120	14.2	1.2	22.8	1232.8	0.164	488	298
1x	150	15.8	1.4	25.5	1540	0.132	566	386
1x	185	17.5	1.6	28.5	1833	0.108	644	515
1x	240	20.1	1.7	32.1	2450	0.0817	775	620

Tab.8 Tabella sezioni cavi

3.2. CAVI MT

I cavi in media tensione verranno utilizzati per il collegamento dei trasformatori delle power conversion units / power skid alle cabine di smistamento e sezionamento di ciascun blocco e per il trasporto dell'energia dalle cabine di smistamento e sezionamento alla sottostazione utente 30/150kV prima dell'immissione in rete.

	ID	POTENZA	TENSIONE	CORRENTE Ib	LUNGHEZZA LINEA	CAVO ARE4H5E(X) 18/30kV FORMAZIONE n°x mmq	PORTATA CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO In	CAVI AFFIANC ATI [D5- D6-D7]	COEFFICIENTI				CURRENT CARRYING CAPACITIES Iz=In x Kd x Kr x Kp x Ktt x Ks	C.d.T.	C.d.t. %	C.d.t. % LINEA	C.d.t.% tratto da Cab. "A"/"B" a SSE	C.d.T.% totale	C.d.T.% MEDIA
		[MW]	[KV]	[A]	[m]	[mmq]	[A]	n°	kd	kr	kp	Ktt	[A]	[V]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
L01	A2-A1	4,226	30	81	200	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	2,1	0,01%	0,03%	0,85%	0,87%	0,63%
	A1-CAB. SEZ. "A/B"	8,452	30	163	250	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	5,4	0,02%				
L02	B2-B1	5,490	30	106	390	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	5,4	0,02%	0,04%	0,85%	0,89%	
	B1-CAB. SEZ. "A/B"	10,980	30	211	125	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	6,0	0,02%				
L03	C1-CAB. SEZ. "C"	5,156	30	99	239	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	5,4	0,02%	0,07%	0,79%	0,86%	
L04	C2-CAB. SEZ. "C"	5,156	30	99	304	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	6,9	0,02%				
L05	CAB. SEZ. "C" CAB. SEZ. "D"	10,312	30	198	616	3x1x630	687	1	1	0,88	0,96	0,94	546	14,8	0,05%				
L06	D1-D2	4,296	30	83	469	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	8,9	0,03%	0,13%	0,79%	0,92%	
	D2-D3	8,592	30	165	450	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	17,0	0,06%				
	D3-CAB. SEZ. "D"	12,888	30	248	410	3x1x630	687	1	1	0,88	0,96	0,94	546	12,3	0,04%				
L07	E1-E2	4,781	30	92	418	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	8,8	0,03%	0,10%	0,25%	0,35%	
	E2-CAB. SEZ. "E"	9,562	30	184	485	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	20,4	0,07%				
L08	E3-E4	4,781	30	92	277	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	5,8	0,02%	0,04%	0,25%	0,29%	
	E4-CAB. SEZ. "E"	9,562	30	184	143	3x1x300	463	1	1	0,88	0,96	0,94	368	6,0	0,02%				

Tab. 9 Tabella dei cavi MT interna al campo

	ID	POTENZA	TENSIONE	CORRENTE	LUNGHEZZA	CAVO	PORTATA	CAVI	COEFFICIENTI				CURRENT	C.d.T.	C.d.t. %
		[MW]	[KV]	[A]	[m]	ARE4H5E(X) 18/30kV FORMATIONE n°x mmq	CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO In	AFFIANC ATI [D5- D6-D7]	kd	kr	kp	Ktt	Carrying CAPACITIES Iz=In x Kd x Kr x Kp x Ktt x Ks		
LA1	CAB. SEZ. "A/B" - SEE	19,4	30	374	5640	3x1x630	687	2	0,87	0,88	0,96	0,94	475	254,6	0,85%
LA2	CAB. SEZ. "D"- SEE	23,2	30	446	4385	3x1x630	687	2	0,87	0,88	0,96	0,94	475	236,4	0,79%
LA3	CAB. SEZ. "E" - SEE	19,1	30	368	1700	3x1x630	687	2	0,87	0,88	0,96	0,94	475	75,5	0,25%

Tab. 10 Tabella dei cavi MT esterna al campo

I cavi utilizzati sono del tipo ARE4H5EX 18/30(36)kV o similari ovvero cavi a 30 kV tripolari a spirale visibile con isolamento xlpe a spessore ridotto, guaina di alluminio e guaina a spessore maggiorato, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto.

CARATTERISTICHE

Caratteristiche di costruzione	
Materiale del conduttore	Aluminum
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta classe 2
Materiale del semi-conduttore interno	Mescola semiconduttrice
Isolamento	XLPE
Materiale del semi-conduttore esterno	Mescola semiconduttrice
Materiale per la tenuta dell'acqua	Semiconducting swelling tape
Schermo	Longitudinal aluminium tape
Guaina esterna	PE
Colore guaina esterna	Rosso
Caratteristiche d'utilizzo	
Massima forza di tiro durante la posa	50.0 N/mm2
Temperatura massima di servizio del conduttore	90 °C
Temperatura massima di cortocircuito del conduttore	250 °C
Temperatura d'installazione minima	-20 °C
Fattore di curvatura durante l'installazione	20 (xD)
Fattore di curvatura per installazione fissa	15 (xD)
Tenuta d'acqua radiale	Yes
Tenuta d'acqua longitudinale	Yes

Tab. 11 Caratteristiche cavo MT

3.3. CAVI AT

L'elettrodotto in oggetto sarà costituito da una terna di cavi AT in alluminio con isolamento XPLE, tensione di esercizio 150 kV, in formazione 3x1x1600 mm², posati ad una profondità minima di 1,50m.

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, tratte dalla norma CEI 11-17):

- ✓ Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- ✓ Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi. I cavi di cui si farà uso saranno del tipo unipolari, con conduttori in alluminio, di sezione indicativa pari a circa 1600 mm

Di seguito si riportano le principali caratteristiche del cavo:

- Conduttore: alluminio
- Sezione: 1 x 1600 mm²
- Isolante: XLPE
- Schermo: fili di rame e nastro di alluminio
- Guaina: PVC
- Temperatura massima del conduttore: 90 °C
- Temperatura massima del conduttore in regime di corto circuito (0,5 s):
250 °C
- Tensione nominale d'isolamento: 87/150 kV
- Tensione massima continuativa (Um) 1: 70 kV

- Gradiente elettrico massimo a U_0 : 6.7 kV/mm
- radiente elettrico minimo a U_0 : 4.0 kV/mm
- Norma di riferimento: IEC60840

Di seguito si riporta la sezione tipica e la scheda tipica del cavo AT previsto:

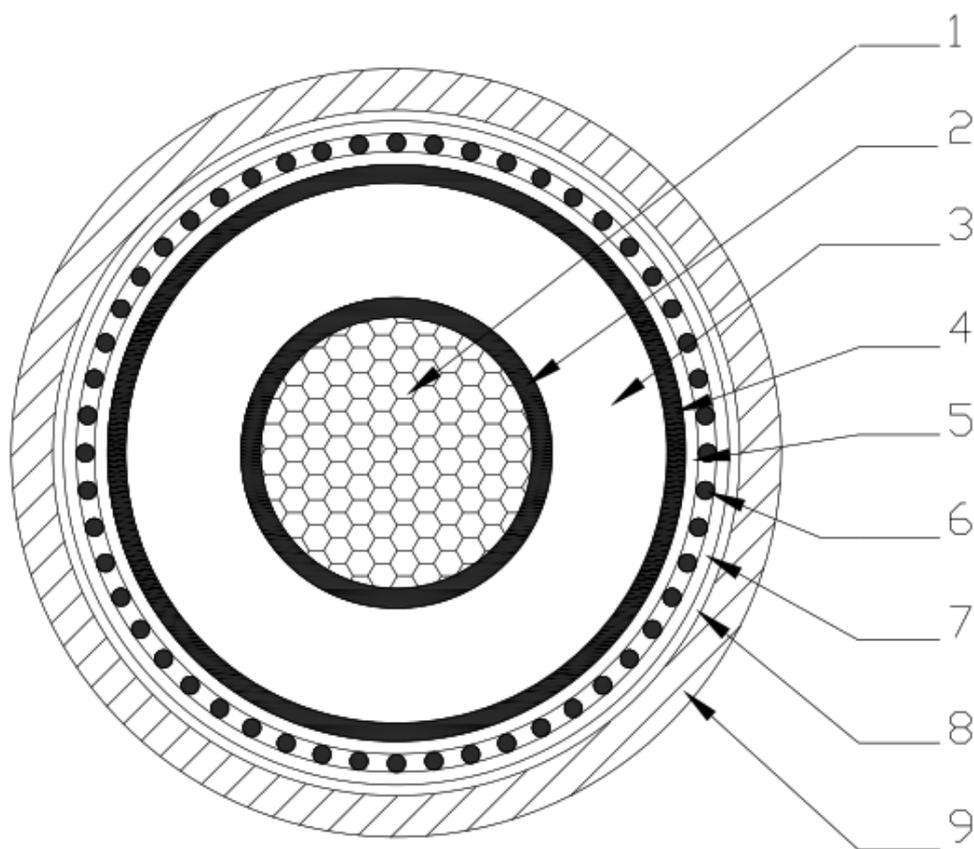


Fig. 19 Stratigrafia cavo AT

Rif.	Strato	Descrizione
1	Conduttore	Corda rotonda compatta a fili di alluminio
2	Schermo semiconduttivo	Polimero semiconduttivo estruso
3	Isolamento	XLPE
4	Schermo semiconduttivo	Polimero semiconduttivo estruso
5	Tamponamento longitudinale	Nastro igroespandente
6	Schermo metallico	Fili di rame + nastro di alluminio
7	Tamponamento longitudinale	Nastro igroespandente
8	Guaina metallica	Nastro di alluminio
9	Guaina esterna	Guaina di polietilene grafitata

Fig. 20 Descrizione stratigrafia cavo AT

Cables for a moving world

Codice/code	DOCUMENTO / DOCUMENT	DATA/DATE	REV
ARE4H1H5E 87/150 kV 1X1600	ARE4H1H5E 87-150 KV 1X1600_rev2A	11/05/2021	2A

U.M.

LONGITUDINALLY WATER BLOCKED CONDUCTOR			
Material	Stranded aluminium (Cl. 2)		
Nominal cross section	mm ²	1X1600	
TRATOS CODE	210872		
Nominal diameter	mm	49,0	
Max. resistance at 20°C	Ω/km	0,0186	
CONDUCTOR SCREEN			
Type	Extruded semiconductor layer		
Nominal thickness	mm	1,5	
Colour	Black		
INSULATION			
Material	XLPE		
Nominal thickness	mm	17,0	
Nominal diameter	mm	88,0	
Colour	Natural		
INSULATION SCREEN			
Type	Extruded semiconductor layer bonded		
Nominal thickness	mm	1,5	
Colour	Black		
WRAPPING			
Type	Semiconductive water blocking tape		
INNER SCREEN			
Formation	Aluminium wires Semiconductive water blocking tape		
Nominal diameter	mm	103,0	
OUTER SCREEN			
Type	Copolymer coated aluminium tape		
Nominal thickness	mm	0,20	
OUTER SHEATH			
Material	MD PE + semiconductive layer		
Nominal thickness	mm	4,5	
Nominal diameter	mm	113,0	
Nominal weight	Kg/km	13.085	

GENERAL CHARACTERISTICS		
Min. Bending radius	mm	20 x Ø
Max. conductor short-circuit current (initial temp. 90°C; final temp 250°C)	kA/0,5"	208
Max. conductor resistance at 90°C 50 Hz	Ω/Km	0,0273
Max. screen resistance at 20°C (inner + outer)	Ω/Km	0,124
Max. screen short-circuit current (initial temp. 80°C; final temp 250°C)	kA/0,5"	31,5
Current carrying capacity, Depth of laying 1,2 m, Ground temp. 20°C	A	1.000
Thermal resistivity 1°C m/W cross bonding, flat		
Nominal capacitance	μF/km	0,270
Nominal reactance	Ω/km	0,122

Tab. 12 estratto datasheet cavo AT

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

P: potenza transitante;

Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;

R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;

X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;

V: tensione di esercizio del cavo (150kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

R: resistenza longitudinale del cavo;

I: corrente transitante.

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

I_z = portata effettiva del cavo

I₀ = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in XLPE			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

Tab. 13 Fattore correttivo temperatura

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà K1 = 0,96.

Il progetto prevede la posa di una sola terna di cavi lungo il tracciato. Pertanto, si assumerà il coefficiente K2 pari a 1. Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità minima di 1,50 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in EPR			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,2	1,5
Coefficiente	1,00	0,98	0,96	0,94

Tab. 14 Fattore correttivo profondità di posa

Considerando il valore di posa di 1,50 m, si è ricavato il valore del coefficiente correttivo, che risulta $K_3 = 0,94$.

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a $1,5 \text{ K}^*\text{m}/\text{W}$.

Pertanto, non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà $K_4 = 1$.

3.4. INSTALLAZIONE DEI CAVI

Le linee sotterranee di alimentazione saranno realizzate in cavo unipolare / multipolare con guaina rigida / flessibile in rame ricotto o stagnato isolato in gomma EPR ad alto modulo e guaina in PVC speciale, non propagante l'incendio a norme CEI 20-22 II e marchio IMQ a contenuta emissione di gas tossici o corrosivi a norme CEI 20-37 I

L'installazione dei cavi sarà eseguita in accordo alle norme CEI 11-17 e i raggi di curvatura dei cavi saranno non inferiori a 10 volte il diametro degli stessi.

La stessa norma prescrive che la profondità minima di posa è rispettivamente:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;

- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 0,6 m)

- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 1,0m)

Il fondo della trincea sarà liscio e privo di pietre ed oggetti taglienti.

Sul fondo della trincea sarà posato un primo strato di 10 cm di sabbia e su questo i cavi, quindi un altro strato di 8 cm di sabbia e poi, se richiesta la protezione meccanica, una fila continua di mattoni disposti con il lato maggiore perpendicolare al percorso trincea.

Come ulteriore protezione, un nastro di plastica rossa sarà installato sopra i cavi, a circa 30 cm sotto al piano di campagna per segnalare la presenza dei cavi durante gli interventi futuri.

Durante la posa l'Appaltatore dovrà verificare che i cavi non mostrino danneggiamenti e dovrà posarli con la cura necessaria a non rovinare il letto di posa predisposto.

Nel caso in cui risultino essere presenti opere sotterranee di altri cavi elettrici, telefonici, tubazioni acqua, metanodotti, ecc. o laddove l'ubicazione delle suddette opere risulti incerta, lo scavo entro un raggio di 3 m sarà eseguito a mano fino al reperimento dell'opera stessa.

I cavidotti saranno costituiti da tubi singoli in PVC serie pesante a sezione circolare.

Il numero e la sezione dei tubi saranno come indicato in progetto e saranno installati in modo che la parte superiore del tubo, nel punto più alto, si trovi a non meno di 60 cm sotto il livello del terreno.

Tutte le giunzioni tra i tubi saranno rese stagne mediante adeguato sigillante e un filo pilota in acciaio zincato da 3 mm di diametro sarà previsto in ciascun eventuale tubo di riserva.

Tra due pozzetti consecutivi i condotti in PVC avranno una pendenza del 3% dal loro punto intermedio verso i pozzetti onde facilitare lo scorrimento di eventuale acqua infiltratasi.

Eventuali pozzetti di infilaggio saranno realizzati sul posto o preferibilmente prefabbricati.

I chiusini dovranno adattarsi ai telai perfettamente.

I pozzetti che saranno installati in sedi stradali o comunque carrabili avranno chiusini in ghisa con un carico di rottura minimo di 40 tonnellate.

4. ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE

È prevista la realizzazione di idoneo sistema di illuminazione costituito da lampioni con pali in acciaio zincato aventi altezza fuori terra fino a 4 metri, completi di testa-palo in acciaio zincato, posizionati su plinto prefabbricato in calcestruzzo Rck non inferiore a 25 N/mm².

Essi saranno disposti ogni 40/50 metri circa di recinzione in modo tale da garantire una buona distribuzione luminosa mediante l'uso di lampade del tipo a led di potenza pari a 60 W (la cui potenza potrà subire variazioni in funzione dell'illuminamento medio desiderato) e verranno utilizzati anche per l'implementazione del sistema di videosorveglianza e antiintrusione.

L'impianto fotovoltaico sarà sorvegliato da un impianto di videosorveglianza/antintrusione installato sui medesimi pali predisposti per l'impianto di illuminazione e sarà composto da:

- telecamere TVCC di tipo Day-Night con illuminatore IR e sensore di movimento per la registrazione di oggetti/persone in movimento all'interno dell'area di impianto;
- badge di sicurezza a tastierino per l'accesso alla cabina per l'accesso al solo personale autorizzato;
- centralina di sicurezza integrata installata in cabina di servizio per il collegamento e controllo di tutti i sistemi di sicurezza e per l'invio di segnalazioni / chiamate ai soggetti preposti al controllo/vigilanza dell'impianto.

Gli impianti innanzi citati saranno alimentati dallo scomparto dedicato ai servizi ausiliari presente nella cabina servizi.

5. MPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di messa a terra a tensione nominale ≤ 1000 V corrente alternata e ≤ 1500 V corrente continua dovrà essere realizzato secondo le norme vigenti.

All'impianto dovranno essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc).

L'esecuzione dell'impianto di terra andrà correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche.

Per quanto riguarda gli impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata, le norme di riferimento sono CEI EN50522 e CEI EN 61936 e ss.mm.ii.

L'impianto di terra sarà composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra dovrà essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione posti a monte dell'impianto elettrico, atti a interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

In ogni impianto dovrà essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore dovrà avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Nel dettaglio l'impianto di terra dovrà comprendere

- Maglie interrato attorno alle cabine con picchetti dispersori a croce in acciaio zincato pari ad almeno 1,5 metri con relativi pozzetti di ispezione;
- Rete di terra realizzata con corda di rame nudo di sezione almeno pari a 50 mm^2 interrata ad una profondità compresa tra 0,5 e 1 metro;
- Collegamenti a terra delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici con corda di rame nudo di sezione almeno pari a 25 mm^2 ;
- Collegamento parti metalliche dei convertitori a centro stella del trasformatore MT/BT con cavo giallo/verde di sezione almeno pari a 35 mm^2 ;
- Collegamento quadro di parallelo stringhe con cavo giallo/verde secondo norma;
- Picchetti dispersori collegati tra loro con corda di rame nudo da 50 mm^2 ;

6. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE

Le principali infrastrutture elettriche per la connessione in rete dell'impianto di produzione sono composte da :

- ✓ Linee interrate in MT a 30 kV che convogliano l'energia prodotta alla SSE Utente 30/150kV;
- ✓ Sottostazione Utente 30/150kV, che eleva la tensione della produzione da 30/150 kV per la successiva immissione nella rete elettrica di trasmissione, unitamente a tutte le apparecchiature di protezione e misura dell'energia prodotta;
- ✓ Linee interrate in AT a 150 kV che convogliano l'energia prodotta dalla SSE Utente 30/150kV allo stallo a 150 kV dell'ampliamento della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV Terna di Melfi;
- ✓ Stallo a 150 kV SE Terna, che rientra nell'impianto di rete per la connessione;

6.1. CAVO INTERRATO 30 KV

La rete di media tensione a 30 kV sarà composta da tre terne di circuiti interrati, il cui tracciato planimetrico è mostrato nelle tavole di progetto.

Nelle parti del percorso che insistono su strada esistente l'esatta posizione del cavidotto rispetto alla carreggiata verrà opportunamente definita in sede di sopralluogo in funzione di tutte le esigenze del gestore della strada, delle infrastrutture esistenti o in corso di installazione e pertanto, il percorso su strada indicato negli elaborati progettuali è da intendersi indicativo rispetto alla posizione della carreggiata.

La rete a 30 kV sarà realizzata per mezzo di cavi utilizzati sono del tipo ARE4H5EX

18/30(36)kV ovvero cavi a 30 kV tripolari a spirale visibile con isolamento xlpe a spessore ridotto, guaina di alluminio e guaina a spessore maggiorato, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto.

I cavi saranno direttamente interrati ma, dove necessario, si procederà alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

Per i condotti e i cunicoli, essendo manufatti edili resistenti non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare così come per i tubi 450 o 750, mentre i tubi 250 dovranno essere posati almeno a 0,6 m con una protezione meccanica.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la corda di terra e la fibra ottica necessaria per la comunicazione.

I cavidotti interrati saranno dotati di pozzetti di ispezione dislocati lungo il percorso ma il loro uso dovrà essere limitato al solo caso di reale necessità ovvero percorsi tortuosi o ispezionabilità dei giunti.

Per i tratti su carreggiate stradali esistenti, la posa e ogni altra lavorazione complementare saranno eseguite nel rispetto delle prescrizioni degli Enti gestori del tratto di strada interessato e comunque sarà disposta un'opportuna segnalazione a mezzo nastro segnalatore all'interno dello scavo.

Il percorso del cavidotto è stato scelto in modo da limitare la lunghezza complessiva del percorso e l'impatto in quanto verrà prevalentemente realizzato lungo la viabilità esistente, a bordo o lungo la strada ed utilizzando mezzi per la posa con limitate quantità di terreno da smaltire in quanto prevalentemente riutilizzabile per il rinterro.

Tale percorso, come meglio rappresentato nelle allegate tavole grafiche, riguarda il collegamento in Media Tensione tra i campi fotovoltaici dei campi A,B,C,D ed E e la stazione di trasformazione comune a più produttori da ubicarsi in agro di Ascoli Satriano e tra quest'ultima e l'ampliamento della stazione elettrica RTN di Terna in Melfi.

Siffatta soluzione consistente nel raggruppare in condominio più produttori consentirà di:

- a) Ottimizzare e razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete condividendo lo stallo in stazione con altri impianti di produzione;
- b) Ottimizzare e razionalizzare l'impatto degli scavi ed il relativo numero di elettrodotti da posare per il collegamento alla RTN in quanto, realizzando una sottostazione utente nei pressi delle aree oggetto di realizzazione degli impianti siti in agro di Ascoli Satriano, tutto il percorso del cavidotto da realizzare fino alla stazione RTN, pari a circa 16,9 km, verrà realizzato con una sola terna di cavi AT invece che 12-13 terne di cavi in MT.
- c) Ridurre la caduta di tensione nei cavi e le relative perdite di energia.

6.2. SOTTOSTAZIONE UTENTE MT/AT

La sottostazione MT/AT verrà realizzata per la messa in parallelo con la rete elettrica nazionale e sarà funzionale a più impianti fotovoltaici che condivideranno lo stesso stallo AT in stazione TERNA.

La nuova sottostazione ubicata a circa 16,9 km dall'ampliamento della stazione Elettrica di proprietà Terna Denominata "Melfi" sarà connessa in antenna su uno stallo 150 kV.

Lo scopo della nuova sottostazione sarà quello di elevare al livello di tensione 150 kV

l'energia proveniente dagli impianti fotovoltaici sopramenzionati.

La sottostazione MT/AT sarà composta da:

- Fondazioni
- Piattaforma
- Basamento e deposito di olio del trasformatore MT/AT
- Canalizzazioni elettriche
- Drenaggio di acqua pluviale
- Accesso e viabilità interna
- Recinzione
- Edificio di Controllo composto da vano celle MT e trafo MT/BT, sala controllo, ufficio, magazzino, spogliatoio, bagno.

6.3. SEZIONE AT

Nella sua configurazione, la Sottostazione Elettrica SST Utente "Ascoli Satriano _ San Carlo" prevede come detto un collegamento all'ampliamento della SE RTN a 380/150 kV denominata "Melfi" attraverso un sistema di cavi AT interrati.

Il piazzale AT della sottostazione Utente sarà composto da:

- Nr. 1 stallo arrivo linea 150 kV
- Nr. 3 stalli trasformatore 150/30 kV ; 90 MVA
- Nr. 1 sistema di sbarre singole 150 kV isolate in aria

Descrizione	Stallo		
	Arrivo linea	Trasformatori	Sbarre
Trasformatore di potenza 150/20 kV 90 MVA	0	3	0
Scaricatori 150 kV	1	3	0
Trasformatori di tensione capacitivi 150 kV	3	0	3
TA 150 kV	2	3	0
TVI 150 kV;	1	0	0
Interruttore 150 kV	1	3	0
Sezionatore tripolare combinato linea/terra	1	3	0
Arrivo cavo AT	1	0	0
Sezionatore tripolare terra sbarre 150 kV	0	0	1

Tab. 15 Configurazione stazione utente

6.4. SEZIONE MT E BT

L'impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, composta da:

- quadro MT per produttore 30kV (uno per ciascuna sezione edificio),
- quadro MT generale 30kV (uno per ciascuna sezione edificio), completi di:
 - ✓ Scomparti di sezionamento linee di campo
 - ✓ Scomparti misure
 - ✓ Scomparti protezione generale
 - ✓ Scomparti trafo ausiliari
 - ✓ Scomparti protezione di riserva
- Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

Verranno altresì realizzati due edifici presso i quali verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT e i quadri ausiliari.

Di seguito si riporta la composizione del quadro MT di stazione

Unità tipica	Numero
Arrivo linea da trasformatore di potenza - 2000 A	3
Partenze per campo PV - 1250 A	2
Partenze per campo PV - 1600 A	1
Partenze per campo PV - 2000 A	1
Partenze per reattori shunt- 1250 A	3
Misure di sbarra con TV	3
Trasformatore SA con IMS e fusibile - 630 A	2
Congiuntore - 2000 A	1
Risalita - 2000 A	1

Tab. 16 composizione del quadro MT di stazione

Il progetto in esame prevede la realizzazione di tre stalli di potenza pari a 90 MVA cadauno.

Ogni stallo produttore avrà una corrispondente sezione MT, indipendente dal resto degli impianti, la cui funzione è di convogliare l'energia prodotta a 30 kV dal singolo impianto fotovoltaico sul trasformatore MT/AT.

Nella fattispecie in ciascun locale tecnico di stallo sarà previsto un quadro di media tensione così come di seguito indicato:

LOCALE n°1

- n°2 scomparto protezione trasformatore AT/MT dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le

protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Su detta apparecchiatura saranno visibili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza. Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n.3 scomparti arrivo impianto fotovoltaico dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) o isolato in aria e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata, massima corrente di guasto a terra, minima e massima tensione, massima tensione omopolare e minima e massima frequenza (50, 51, 51N, 27, 59, 59Vo, 81< e 81>).

Le protezioni voltmetriche sopra indicate sono quelle prescritte per gli impianti produttori.

Su detta apparecchiatura saranno visibili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

- n°1 scomparto protezione trasformatore MT/BT dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) o isolato in aria e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Su detta apparecchiatura saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione,

corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

Il trasformatore MT/BT, alimentato dal quadro di media tensione, sarà di tipo con isolamento in resina e di potenza pari a 100 kVA; esso sarà utilizzato per trasformare la media tensione 30 kV in bassa tensione (400V).

Il trasformatore sarà dotato di una centralina termometrica che riceverà i segnali provenienti dalle sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e provvederà, in caso di sovratemperature, a dare una segnalazione di allarme.

Nel caso in cui la temperatura dovesse ulteriormente salire la centralina comanderà l'apertura dell'interruttore MT ad esso relativo. Il trasformatore verrà installato in un adeguato box metallico di contenimento ubicato in prossimità del quadro di distribuzione BT.

- n°2 scomparto protezione partenze reattori shunt dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) o isolato in aria e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N), ecc.

LOCALE n°2

- n°1 scomparto protezione trasformatore AT/MT dotato di interruttore MT in SF6 (o

vuoto) e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Su detta apparecchiatura saranno visibili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza. Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n.1 scomparti arrivo impianto fotovoltaico dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) o isolato in aria e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata, massima corrente di guasto a terra, minima e massima tensione, massima tensione omopolare e minima e massima frequenza (50, 51, 51N, 27, 59, 59Vo, 81< e 81>).

Le protezioni voltmetriche sopra indicate sono quelle prescritte per gli impianti produttori.

Su detta apparecchiatura saranno visibili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

- n°1 scomparto protezione trasformatore MT/BT dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) o isolato in aria e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Su detta apparecchiatura saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un'apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

Il trasformatore MT/BT, alimentato dal quadro di media tensione, sarà di tipo con isolamento in resina e di potenza pari a 100 kVA; esso sarà utilizzato per trasformare la media tensione 30 kV in bassa tensione (400V).

Il trasformatore sarà dotato di una centralina termometrica che riceverà i segnali provenienti dalle sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e provvederà, in caso di sovraturetemperature, a dare una segnalazione di allarme.

Nel caso in cui la temperatura dovesse ulteriormente salire la centralina comanderà l'apertura dell'interruttore MT ad esso relativo. Il trasformatore verrà installato in un adeguato box metallico di contenimento ubicato in prossimità del quadro di distribuzione BT.

- n°1 scomparto protezione partenze reattori shunt dotato di interruttore MT in SF6 (o vuoto) o isolato in aria e del relativo relè di protezione multifunzione su cui saranno impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N), ecc.

6.5. SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari presenti presso la SST saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT con livello di tensione 30/0,4 kV, installati presso gli edifici di sottostazione.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione presso la SST di un generatore ausiliario.

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT.
- Ausiliari sezione AT.
- Illuminazione aree esterne.
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SST.
- Motori e pompe.
- Raddrizzatore BT.
- Sistema di monitoraggio.
- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

6.6. RETE DI TERRA

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

L'impianto di terra consisterà in una maglia di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm², interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SST, con maglie interne di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SST, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SST, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm². Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione saranno comunque oggetto di verifica strumentale. Al fine di garantire la compatibilità elettromagnetica dei sistemi, in corrispondenza delle apparecchiature AT verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

7. **NORMATIVA**

Il presente progetto è redatto in conformità alle disposizioni della normativa vigente, sia nazionale che regionale, con particolare riferimento a:

- D.Lgs 81/2008 Testo Unico della Sicurezza
- D.M. 37/08 Norme per la sicurezza degli impianti
- DM 19/05/2010: Modifica degli allegati al DM 22 gennaio 2008, n. 37
- DPR 151/2011: Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi

alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica
 - Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali

Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
- CEI 0-16: Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia

elettrica. Linee in cavo

- CEI 88-1: Parte 1: Prescrizioni di progettazione
- CEI 88-4: Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione dell'energia elettrica
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI EN 60909-0 (CEI 11-25): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di

ingresso ≤ 16 A per fase)

- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)
- CEI EN 62271-200 (CEI 17-6): Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

Molfetta 09/09/2021

I tecnici

Dott. Ing. Alessandro la Grasta

Dott. Ing. Luigi Tattoli