

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA
COMUNE DI ASCOLI SATRIANO

LOCALITÀ POZZO ZINGARO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 47,29 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 44,98 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Nome file stampa:

FV.ASC02.PD.A.11.pdf

Codifica Regionale:

AN3N4C7_DisciplinareElementiTecnici.pdf.p7m

Scala:

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.ASC02.PD.A.11

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Via Po, 23

00198 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



E-WAY FINANCE S.p.A.

Via Po, 23

00198 ROMA

C.F./P.I. 15773121007

Progettista:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Via Po, 23

00198 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
FV.ASC02.PD.A.11	00	02/2022	D.Bencivenga	A.Bottone	A.Bottone

E-WAY FINANCE S.p.A.
www.ewayfinance.it

Sede legale
Via Po, 23
00198 ROMA (RM)
tel. +39 0694414500

Sede operativa
Via Provinciale, 5
84044 ALBANELLA (SA)
tel. +39 0828984561

INDICE

1	PREMESSA.....	8
2	INTRODUZIONE	9
2.1	DESCRIZIONE IMPIANTO DA REALIZZARE	9
3	OPERE DA REALIZZARE	14
4	STRADE D'ACCESSO AL PARCO FOTOVOLTAICO.....	15
5	OPERE EDILI.....	17
5.1	INSTALLAZIONE MODULI FOTOVOLTAICI.....	17
5.2	INSTALLAZIONE DEI PALI DEI TRACKER.....	19
5.3	INSTALLAZIONE DELLE POWER STATION	21
5.3.1	Indicazioni generali per l'installazione.....	21
5.3.2	Ambiente di installazione	22
5.3.3	Installazione della Power Station.....	22
5.4	INSTALLAZIONE DEGLI INVERTER	24
5.4.1	Indicazioni generali per l'installazione.....	24
5.4.2	Ambiente di installazione	24
5.4.3	Sequenza operazioni di collegamento dell'unità.....	25
5.5	INSTALLAZIONE DELLA CABINA DI RACCOLTA E MISURA E DELLA CONTROL ROOM	25
5.6	INSTALLAZIONE DELLA STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA.....	29
5.7	SCAVI PER CAVIDOTTI INTERNI ED ESTERNI AL SITO.....	30
5.8	OPERE A CONTORNO DELL'IMPIANTO.....	32
5.8.1	Recinzione, cancelli e piantumazione perimetrale	32
5.8.2	Impianto di illuminazione e video-sorveglianza.....	34
6	ELEMENTI TECNICI COSTITUENTI L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	36
6.1	MODULI FOTOVOLTAICI.....	36
6.2	TRACKER.....	39

6.3	QUADRI DI STRINGA	40
6.4	CABLAGGIO DC INTERNO	43
6.4.1	Cablaggio in aria ed interrato	43
6.4.2	Cavi DC parallelo stringhe – quadro di stringa.....	44
6.4.3	Cavi DC quadro di stringa – Power Station	47
6.5	POWER STATION	50
6.6	CABLAGGIO MT INTERNO	55
6.6.1	Cavidotto MT interno.....	55
6.6.2	Cavi MT	57
6.7	CABINA DI RACCOLTA	62
6.8	CONTROL ROOM	63
6.9	IMPIANTO DI MESSA A TERRA	64
7	OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN	65
7.1	CAVIDOTTO MT.....	65
7.2	CAVI MT.....	67
7.2.1	Pozzetti e camerette.....	68
7.2.2	Messa a terra dei rivestimenti metallici.....	68
7.3	CAVI IN FIBRA OTTICA.....	69
7.4	STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA.....	70
7.4.1	Edificio Utente	70
7.4.2	Protezioni.....	71
7.4.3	Composizione minima servizi ausiliari	72
7.4.4	Apparecchiature MT	72
7.5	IMPIANTO DI TERRA	73

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1. Layout di impianto su ortofoto in scala 1:300</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. Suddivisione dell'impianto in sottocampi – Lotto A</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3. Suddivisione dell'impianto in sottocampi – Lotto B</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4. Caratterizzazione sottocampi D, F, G, H, E.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 5. Caratterizzazione sottocampi A, B, C.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6. Caratterizzazione Campo Fotovoltaico</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7. Sezione tipo viabilità interna</i>	<i>16</i>
<i>Figura 8. Esempio di disposizione dei pali di fondazione delle strutture.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9. Area di lavoro minima per Power Station.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 10. Indicazioni minime degli spessori del basamento, valori forniti dalla casa produttrice</i>	<i>23</i>
<i>Figura 11. Soluzione di installazione su pali in caso di necessità.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12. Esempio installazione cabina in monobox.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 13. Sezione Cavidotto doppia terna di cavi su Strada Bianca</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14 Disposizione degli arbusti sulla siepe monofilare</i>	<i>33</i>
<i>Figura 15 Leggenda</i>	<i>33</i>
<i>Figura 16. Datasheet moduli FV (parte 1).....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 17. Datasheet moduli FV (Parte 2).....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 18: Tracker 2P con Moduli FV - Vista Longitudinale</i>	<i>39</i>
<i>Figura 19. Quadro di stringa INGECON SUN a 1500V.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 20. Datasheet quadro di stringa INGECON SUN 16B.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 21. Specifiche tecniche cavo DC _ H1Z272-K</i>	<i>45</i>
<i>Figura 22. Datasheet cavo DC _ H1Z272-K</i>	<i>46</i>
<i>Figura 23. Specifiche tecniche cavo BT _ ARG16R16</i>	<i>48</i>
<i>Figura 24. Datasheet ARG16R16</i>	<i>49</i>
<i>Figura 25. Power Station serie INGECON SUN FSK B</i>	<i>51</i>
<i>Figura 26. Schema a blocchi dei collegamenti tra power station</i>	<i>52</i>
<i>Figura 27. Datasheet dei possibili inverter da utilizzare – Parte 1.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 28. Datasheet dei possibili inverter da utilizzare – Parte 2.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 29. Datasheet della Power Station serie INGECON SUN FSK B</i>	<i>55</i>
<i>Figura 30. Collegamento entra esci tra le power station e verso la cabina di raccolta</i>	<i>58</i>
<i>Figura 31. Datasheet cavo MT _ ARE4H5E</i>	<i>60</i>
<i>Figura 32. Specifiche tecniche cavo MT _ ARE4H5E 18/30 Kv</i>	<i>61</i>
<i>Figura 33. Planimetria elettromeccanica cabina di raccolta</i>	<i>62</i>



**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E
PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI
TECNICI**

CODICE	FV.ASC02.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	5 di 74

Figura 34. Layout impianto e collegamento con SSE su ortofoto 65



**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E
PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI
TECNICI**

CODICE	FV.ASC02.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	6 di 74

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1. Condizioni ambientali di riferimento per la Power Station</i>	<i>22</i>
<i>Tabella 2. Dimensioni basamento Power Station</i>	<i>23</i>
<i>Tabella 3. Condizioni ambientali di riferimento per l'inverter</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 4. Estratto da Norme CEI 64-8.....</i>	<i>67</i>



**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E
PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI
TECNICI**

CODICE	FV.ASC02.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	7 di 74

1 PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agro-fotovoltaico di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato "Pozzo Zingaro", sito in agro di Ascoli Satriano (FG).

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 47,29 MWp e una potenza nominale di 44,98 MW ed è costituito dalle seguenti sezioni principali:

1. Un campo agro-fotovoltaico suddiviso in 8 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici monofacciali aventi potenza nominale pari a 550 Wp cadauno (non escludendo la possibilità di utilizzare in fase di progettazione e realizzazione del parco anche moduli bifacciali) ed installati su strutture ad inseguimento monoassiale (tracker);
2. Una stazione di conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura in Media Tensione a 30 kV;
4. Quattro linee elettriche in MT a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione delle Power Station alla Cabina di Raccolta e Misura;
5. Una Stazione Elettrica (SE) di trasformazione 150/30 kV Utente;
6. Una linea elettrica in MT a 30 kV in cavo interrato necessaria per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura e della SE di trasformazione Utente, di cui al punto precedente;
7. Una sezione di impianto elettrico comune con altri operatori, necessaria per la condivisione dello Stallo AT a 150 kV, assegnato dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) all'interno del futuro ampliamento della SE "Deliceto" della RTN, ubicata nel comune di Deliceto (FG).
8. Tutte le apparecchiature elettromeccaniche in AT di competenza dell'Utente da installare all'interno del futuro ampliamento della SE "Deliceto" della RTN, in corrispondenza dello stallo assegnato;
9. Una linea elettrica in AT a 150 kV in cavo interrato di interconnessione tra la sezione di impianto comune ed il futuro ampliamento della SE "Deliceto" della RTN.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Finance S.p.A., avente sede legale in Via Po, 23 - 00198 Roma (RM), P.IVA 15773121007.

2 INTRODUZIONE

Obiettivo del presente elaborato è la redazione del disciplinare descrittivo e prestazionale, avente come scopo quello di descrivere i componenti e i materiali principali, finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio dell'impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte fotovoltaica da realizzarsi nel territorio comunale di Ascoli Satriano (FG) in località "Pozzo Zingaro", da collegare alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di smistamento a 380/150 kV denominata "Deliceto".

2.1 DESCRIZIONE IMPIANTO DA REALIZZARE

Oggetto dei lavori è la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, nel territorio del Comune di Ascoli Satriano (FG), località "Pozzo Zingaro" - Regione Puglia. L'impianto fotovoltaico, connesso alla RTN in AT ed installato a terra tramite strutture in acciaio zincato a caldo ad inseguimento monoassiale. L'impianto è caratterizzato da una potenza di picco pari a 47'293 kWp (@STC) ed utilizza moduli monofacciali in silicio monocristallino.

La potenza in immissione richiesta per l'impianto in esame è pari a 56,12 MW. Codice Pratica: 202100240.

La potenza nominale AC degli inverters dell'impianto è pari a 44'977 kW_{AC}.

Il terreno non presenta vincoli paesaggistici, si è comunque progettato l'impianto in modo da ridurre il più possibile l'impatto visivo, utilizzando strutture di sostegno a bassa visibilità ed idonea fascia di piantumazione perimetrale.

Il layout progettuale proposto è mostrato in Figura 1.



Figura 1. Layout di impianto su ortofoto in scala 1:300

L'impianto è suddiviso in 8 sottocampi elettricamente indipendenti, come mostrato in Figura 2 e Figura 3, caratterizzati come mostrato in Figura 5 e Figura 4.

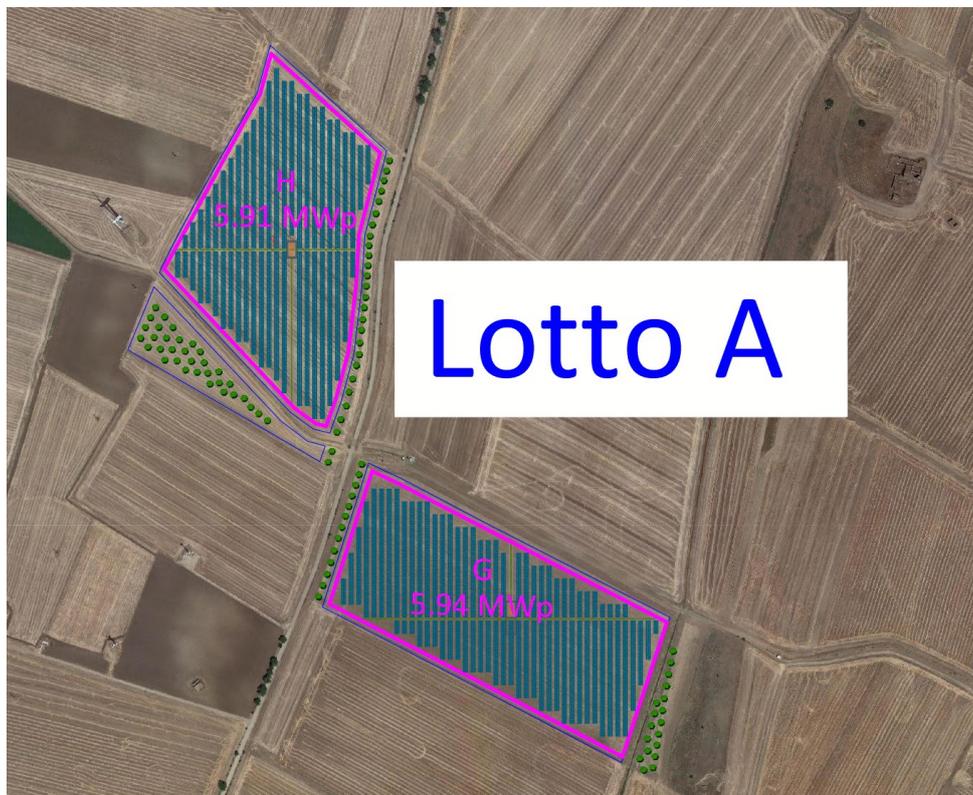


Figura 2. Suddivisione dell'impianto in sottocampi – Lotto A

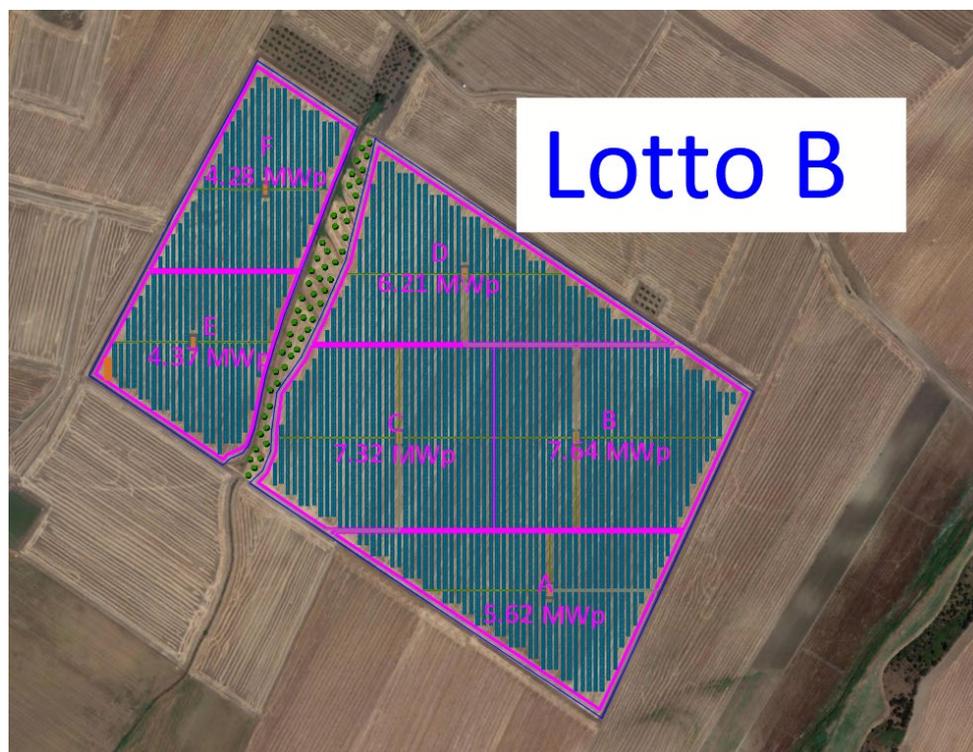


Figura 3. Suddivisione dell'impianto in sottocampi – Lotto B

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Longi Solar	Manufacturer	Ingeteam
Model	LR5-72HPH-550M	Model	IS_1400TL_B540_IP54 [2020-05-27_up to 50°C]
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	550 Wp	Unit Nom. Power	1403 kWac
Number of PV modules	40628 units	Number of inverters	15 units
Nominal (STC)	22.35 MWp	Total power	21045 kWac
Array #4 - Sottocampo D			
Number of PV modules	11284 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	6206 kWp	Total power	5612 kWac
Modules	403 Strings x 28 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	768-1300 V
Pmpp	5696 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.11
U mpp	1071 V		
I mpp	5318 A		
Array #6 - Sottocampo F			
Number of PV modules	7784 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	4281 kWp	Total power	4209 kWac
Modules	278 Strings x 28 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	768-1300 V
Pmpp	3929 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.02
U mpp	1071 V		
I mpp	3668 A		
Array #7 - Sottocampo G			
Number of PV modules	10808 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	5944 kWp	Total power	5612 kWac
Modules	386 Strings x 28 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	768-1300 V
Pmpp	5456 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.06
U mpp	1071 V		
I mpp	5094 A		
Array #8 - Sottocampo H			
Number of PV modules	10752 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	5914 kWp	Total power	5612 kWac
Modules	384 Strings x 28 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	768-1300 V
Pmpp	5428 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.05
U mpp	1071 V		
I mpp	5067 A		
Array #5 - Sottocampo E			
PV module		Inverter	
Manufacturer	Longi Solar	Manufacturer	Ingeteam
Model	LR5-72HPH-550M	Model	Ingecon Sun 1560TL U B600 IP54 H3281
(Custom parameters definition)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	550 Wp	Unit Nom. Power	1403 kWac
Number of PV modules	7952 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	4374 kWp	Total power	4209 kWac
Modules	284 Strings x 28 In series	Operating voltage	853-1300 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	1559 kWac
Pmpp	4014 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.04
U mpp	1071 V		
I mpp	3748 A		

Figura 4. Caratterizzazione sottocampi D, F, G, H, E.

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Longi Solar	Manufacturer	Ingeteam
Model	LR5-72HPH-550M	Model	IS_1800TL_B690_IP54 [2020-05-27_up to 50°C]
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	550 Wp	Unit Nom. Power	1793 kWac
Number of PV modules	37408 units	Number of inverters	11 units
Nominal (STC)	20.57 MWp	Total power	19723 kWac
Array #1 - Sottocampo A			
Number of PV modules	10220 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	5621 kWp	Total power	5379 kWac
Modules	365 Strings x 28 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	977-1300 V
Pmpp	5159 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.04
U mpp	1071 V		
I mpp	4817 A		
Array #2 - Sottocampo B			
Number of PV modules	13888 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	7638 kWp	Total power	7172 kWac
Modules	496 Strings x 28 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	977-1300 V
Pmpp	7011 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.07
U mpp	1071 V		
I mpp	6545 A		
Array #3 - Sottocampo C			
Number of PV modules	13300 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	7315 kWp	Total power	7172 kWac
Modules	475 Strings x 28 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	977-1300 V
Pmpp	6714 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.02
U mpp	1071 V		
I mpp	6268 A		

Figura 5. Caratterizzazione sottocampi A, B, C.

PV Array Characteristics

Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	47293 kWp	Total power	44977 kWac
Total	85988 modules	Number of inverters	29 units
Module area	219789 m ²	Pnom ratio	1.05
Cell area	204431 m ²		

Figura 6. Caratterizzazione Campo Fotovoltaico

3 OPERE DA REALIZZARE

Gli elementi da realizzare, modificare ed installare per la realizzazione, corretto esercizio, messa in sicurezza e rispetto dell'ambiente del parco agro-fotovoltaico sono così raggruppati:

- Pannelli Fotovoltaici e Tracker
- Quadri di Stringa
- Power Station
- Cabina di raccolta
- Cavidotti BT ed MT
- Impianto di illuminazione e video-sorveglianza
- Viabilità interna
- Sottostazione d'utente (MT/AT) e opere di collegamento alla RTN
- Impianto di terra
- Sistema di monitoraggio

4 STRADE D'ACCESSO AL PARCO FOTOVOLTAICO

Lo studio sull'accessibilità è stato condotto, per ragionevolezza logistica, nel tratto stradale che va dall'uscita della SS655 Foggia-Potenza di Orta Nova all'area di progetto, in quanto, si è previsto, che le forniture più importanti possano pervenire via mare o su gomma da grossi ambiti industriali e che le aree di stoccaggio principali siano gestite proprio all'interno dell'area più facilmente accessibile dall'esterno.

Le interferenze riguardano quasi esclusivamente intersezioni con altre realtà infrastrutturali. Si rimanda alla relazione "FV.ASC02.PD.A.12 - Relazione sulla viabilità di accesso al cantiere" per maggiori ed ulteriori dettagli.

Si conclude, dunque, che la tipologia di trasporti prevista non richiede alcun ricorso a interventi di adeguamento di quanto esistente.

Per quanto riguarda la viabilità interna, necessaria per consentire il raggiungimento di tutti i pannelli fotovoltaici per eseguire operazioni di manutenzione, ci si avvarrà di tratti stradali esistenti (strade vicinali e tratturali) ai quali si collegheranno tratti di nuova realizzazione.

La viabilità di progetto interna all'impianto agrofotovoltaico, rispecchia pienamente il concept alla base dell'iniziativa.

L'impatto al suolo della soluzione scelta risulta fortemente ridotto grazie alla scelta di tecniche ampiamente diffuse in situ e all'utilizzo di metodologie "a secco" che prevedono il ricorso a materiale inerte a diversa granulometria da posare su sottofondo di terreno compattato e stabilizzato. Ove possibile la formazione della viabilità interna non prevederà la formazione di sterri e riporti per lasciare massima compatibilità con le operazioni agronomiche.

Questo tipo di approccio consente di eliminare completamente la rete di canalizzazioni superficiali, cunette e scoli di vario genere.

In Figura 7 è possibile trovare una schematizzazione di quanto esposto.

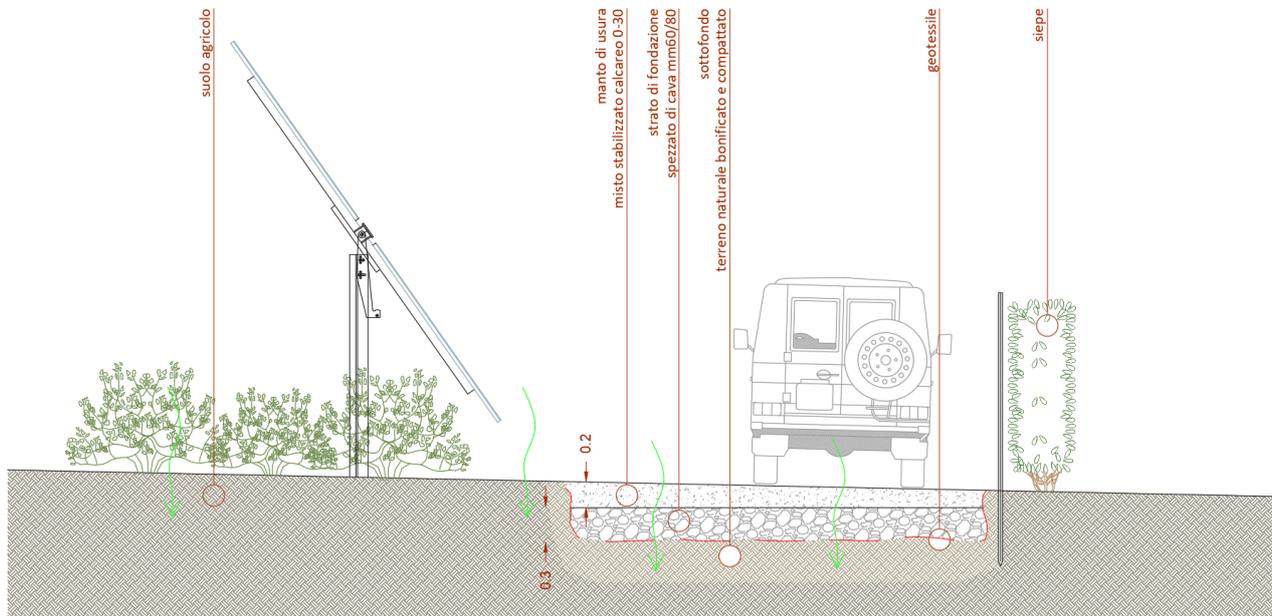


Figura 7. Sezione tipo viabilità interna

5 OPERE EDILI

5.1 INSTALLAZIONE MODULI FOTOVOLTAICI

Per eseguire la corretta installazione dei moduli fotovoltaici è necessario seguire quanto descritto dal manuale descrittivo del modulo stesso. In fase esecutiva, confermata la scelta del fornitore dei moduli fotovoltaici, potranno esserci delle variazioni dovute ad indicazioni specifiche della società produttrice e/o al possibile passaggio a soluzioni commerciali aggiornate e maggiormente performanti.

È possibile riassumere quanto necessario per la corretta installazione dei moduli come segue:

- I moduli devono essere conservati in un ambiente asciutto e ventilato per evitare la luce solare diretta e l'umidità. Se i moduli vengono conservati in un ambiente non controllato, il tempo di conservazione deve essere inferiore a 3 mesi e devono essere prese ulteriori precauzioni per evitare che i connettori vengano esposti all'umidità o alla luce del sole, come l'utilizzo di cappucci terminali.
- Qualora si debbano scaricare i pallet dei moduli da un camion piatto, è necessario utilizzare una gru o un carrello elevatore.
- I moduli scelti (come meglio descritto nel paragrafo 6.1) sono qualificati per la Classe di sicurezza II (cioè progettati in modo da non richiedere la connessione della messa a terra); la classificazione antincendio è assicurata esclusivamente in caso di corretta installazione, come specificato nelle istruzioni di montaggio meccanico.
- I moduli andranno installati in un ambiente con temperatura compresa tra -40 °C e + 40 °C.
- I moduli saranno cablati in serie per aumentare la tensione o in parallelo per aumentare la corrente. Per collegare i moduli in serie, collegare i cavi dal terminale positivo di un modulo al terminale negativo del modulo successivo. Per il collegamento in parallelo, collegare i cavi dal terminale positivo di un modulo al terminale positivo del modulo successivo.
- Verrà collegata solo la quantità di moduli che corrisponde alle specifiche di tensione degli inverter utilizzati nell'impianto.
- È possibile collegare in parallelo un massimo di due stringhe senza utilizzare un dispositivo di protezione da sovracorrente (fusibili, ecc.) incorporato in serie all'interno di ciascuna stringa. È possibile collegare in parallelo tre o più stringhe se all'interno di ciascuna stringa è installato in serie un opportuno e certificato dispositivo di protezione dalle sovracorrenti. Inoltre, nella progettazione

dell'impianto fotovoltaico deve essere assicurato che la corrente inversa di una stringa particolare sia inferiore al valore massimo del fusibile del modulo in qualsiasi circostanza.

- Solo moduli con parametri elettrici simili saranno collegati nella stessa stringa per evitare o ridurre al minimo gli effetti di mismatch negli array.
- Per ridurre al minimo il rischio in caso di fulminazione indiretta, verrà evitato di formare anelli con il cablaggio durante la progettazione dell'impianto.
- I moduli devono essere fissati in modo sicuro per sopportare tutti i carichi previsti, inclusi i carichi di vento e neve.
- È necessaria una distanza minima di circa 6,5 mm tra i moduli per consentire l'espansione termica dei telai.
- È necessario uno spazio sufficiente (almeno 102 mm) tra il telaio del modulo e la superficie di montaggio per consentire la circolazione dell'aria di raffreddamento intorno al retro del modulo.
- Secondo UL 61730, dovrebbe prevalere qualsiasi altro spazio specifico richiesto per mantenere una classificazione antincendio del sistema. I requisiti di spazio dettagliati relativi alla classificazione antincendio del sistema devono essere forniti dal fornitore di Tracker.
- Quando i moduli sono stati preinstallati, ma il sistema non è stato ancora connesso alla rete, ogni stringa di moduli deve essere mantenuta in condizioni di circuito aperto e devono essere intraprese le azioni appropriate per evitare la penetrazione di polvere e umidità all'interno dei connettori.
- I connettori non sono impermeabili quando non accoppiati. Quando si installano i moduli, i connettori devono essere collegati l'uno all'altro e devono essere prese misure appropriate (come l'uso di cappucci terminali del connettore) per evitare che umidità e polvere penetrino nel connettore.
- Verranno utilizzati solo cavi solari dedicati e connettori adeguati (il cablaggio deve essere rivestito in un condotto resistente alla luce solare o, se esposto, dovrebbe essere esso stesso resistente alla luce solare) che soddisfino le normative antincendio, edilizie ed elettriche.
- Deve essere utilizzato solo materiale conduttore in rame; per tal ragione i cavi scelti sono i H1Z2Z2-K 0,6/1 kV.
- I cavi sono fissati al sistema di montaggio utilizzando fascette per cavi resistenti ai raggi UV, inoltre, sarà necessario adottare tutte le precauzioni appropriate per la loro protezione e manutenzione (ad es. posizionandoli all'interno di una canalina metallica come un condotto EMT). Va evitata l'esposizione alla luce solare diretta.

- Per il fissaggio dei cavi della scatola di giunzione al sistema di scaffalature è necessario un raggio di curvatura minimo di 60 mm.
- Il modulo è considerato conforme a UL 61730 e IEC 61215 solo quando è montato nel modo specificato dalle istruzioni di montaggio, indicazioni che saranno incluse nel manuale di installazione redatto in fase esecutiva.
- Tutto l'hardware di montaggio (bulloni, rondelle elastiche, rondelle piatte, dadi) verrà zincato a caldo o in acciaio inossidabile. I moduli devono essere imbullonati alle strutture di supporto solo attraverso i fori di montaggio nelle flange del telaio posteriore. Ciascun modulo deve essere fissato saldamente in almeno quattro punti su due lati opposti. I morsetti devono essere posizionati simmetricamente: essi saranno installati e serrati sulle guide di montaggio utilizzando la coppia indicata dal produttore dell'hardware di montaggio.
- Il materiale del morsetto deve essere in lega di alluminio anodizzato o acciaio inossidabile.

5.2 INSTALLAZIONE DEI PALI DEI TRACKER

I moduli fotovoltaici sono sostenuti da strutture metalliche fondate su un sistema di pali infissi, per almeno 1,65 m, costituiti da profili metallici omega in acciaio zincato. La tecnica di installazione (battitura, vibro-infissione, microtrivellazione) dei pali sarà valutata in fase esecutiva a seguito di indagini approfondite sui terreni in sito.

Le schiere dovranno essere realizzate in modo da assicurare una reciproca distanza tale da rispettare i criteri progettuali sia di natura produttiva che agronomica:

- annullare i fenomeni di ombreggiamento reciproco
- assicurare una adeguata ventilazione dei moduli
- mantenere elevati i livelli produttivi delle coltivazioni proposte;
- assicurare il corretto apporto di luce solare al terreno e alle sue coltivazioni;
- garantire il libero passaggio di mezzi agricoli.



Figura 8. Esempio di disposizione dei pali di fondazione delle strutture

La struttura di testa può essere installata direttamente sui pali di fondazione guidati senza saldatura in loco. Nel rispetto dei più stringenti vincoli ambientali, questa soluzione elimina la necessità di fondazioni in calcestruzzo, riducendo anche i tempi di costruzione.

La regolazione della posizione a terra avviene in prossimità delle fondazioni e la rotazione è sulla parte superiore della struttura. La soluzione TRJ fornisce sia il movimento rotatorio che la regolazione dell'allineamento della posizione. Questo è possibile grazie ad uno snodo sferico (simile ai componenti utilizzati nei sistemi di attuazione industriale) inglobato in un "sandwich" che collega i pali di fondazione ai traversi principali.

L'utilizzo di profili in acciaio zincato consente di poter disporre di un prodotto reperibile ovunque, di ottime prestazioni meccaniche in relazione al peso. Inoltre, essi risultano facilmente trasportabili ed il loro montaggio non necessita di mezzi di sollevamento o di lavori su strutture in elevazione. Ai fini della durata nel tempo, la zincatura dovrà essere a caldo secondo quanto previsto dalla norma CEI 7 – 6: Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici (spessore adeguato, uniformità ed assenza di sbavature nelle forature).

Le modalità di installazione previste saranno tali da contrastare il momento di ribaltamento e le sollecitazioni esercitate dal vento.

5.3 INSTALLAZIONE DELLE POWER STATION

Quando il posizionamento delle Power Station all'interno del layout di impianto è stato definito si può procedere alla pianificazione delle attività necessarie all'installazione della struttura. Per garantire il corretto montaggio della Power Station bisogna seguire delle precise linee guida fornite dalla casa produttrice.

5.3.1 Indicazioni generali per l'installazione

- L'area di lavoro deve essere sufficientemente ampia da garantire lo svolgimento agevole delle attività di manutenzione. Nello specifico, bisogna rispettare le distanze minime mostrate in Figura 9.

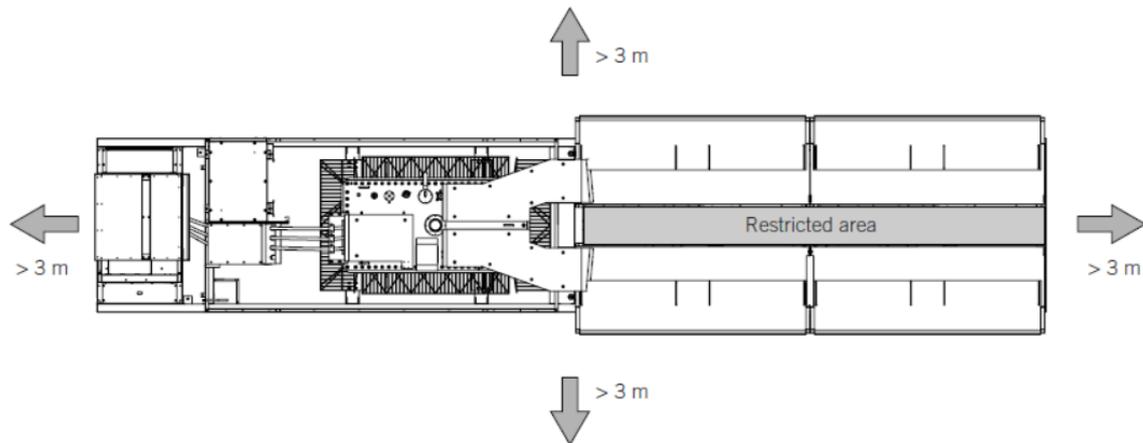


Figura 9. Area di lavoro minima per Power Station

- L'area delimitata dalla parte posteriore degli inverter è considerata non accessibile alle persone fino a quando la Power Station non viene disalimentata.
- I cavi di collegamento devono avere una sezione adeguata alla corrente massima e alle condizioni di lavoro.
- Prestare particolare attenzione per garantire che non vi siano elementi esterni in prossimità delle prese e delle uscite dell'aria che ostacolino il corretto raffreddamento dell'unità.
- Verificare lo stato della vernice esterna dell'unità. In caso di guasti utilizzare la vernice in dotazione per coprire le zone colpite.
- Il collegamento dell'apparecchiatura può essere effettuato solo da personale qualificato.

5.3.2 Ambiente di installazione

- Se la Power Station è installata su una piattaforma sopraelevata, dovranno essere progettate piattaforme appropriate per la manutenzione delle apparecchiature.
- Collocare le unità in un luogo accessibile per le operazioni di installazione e manutenzione e che permetta l'utilizzo della tastiera e la lettura dei led di segnalazione frontali.
- Le prese d'aria e parte del modulo di alimentazione possono raggiungere temperature elevate. Non collocare nelle vicinanze alcun materiale sensibile alle alte temperature dell'aria.
- Evitare ambienti corrosivi che possono compromettere il corretto funzionamento dell'inverter.
- Non posizionare mai alcun oggetto sopra gli inverter o il trasformatore.
- Le condizioni ambientali devono essere prese in considerazione quando si sceglie la posizione dell'unità.

Tabella 1. Condizioni ambientali di riferimento per la Power Station

Temperatura minima	-20°C
Temperatura minima dell'aria circostante	-20°C
Temperatura massima di esercizio ⁽¹⁾	50°C
Umidità relativa massima senza condensa	95%
Altitudine ⁽²⁾	3000 m
Categoria di corrosività atmosferica	C4 (zone costiere con moderata salinità)
Velocità del vento	< 120 km/h

(1) Le prestazioni della serie INGECON SUN FSK Power B a temperature superiori a 50 °C dovrebbero verificarsi solo occasionalmente e non permanentemente.

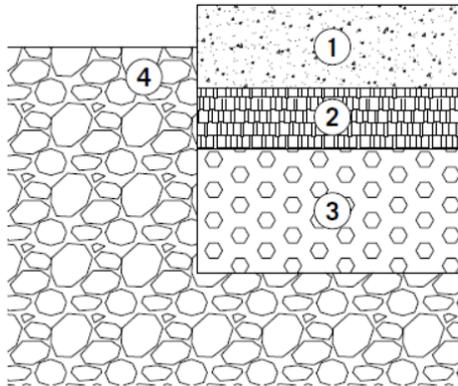
(2) Limitazioni di potenza per altitudini superiori a 2000 m.

5.3.3 Installazione della Power Station

La Power Station deve essere installata su un basamento piano e stabile. La tipologia strutturale di appoggio varia in funzione delle caratteristiche locali del sito di installazione, generalmente si fa riferimento a solette di cls o, in casi di necessità, a vere e proprie fondazioni in calcestruzzo armato. Poiché le tre soluzioni tecnico-commerciali di power station sono estremamente simili tra loro dal punto di vista strutturale e dimensionale, confrontando anche i disegni tecnici forniti dal Produttore, le dimensioni del basamento saranno ipotizzate identiche per tutte, come segue:

Tabella 2. Dimensioni basamento Power Station

Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Altezza [m]
13,0	4,0	0,60



1. Soletta di cemento armato, spessore minimo di 250mm
2. Strato di magrone, spessore minimo di 100mm
3. Sottostrato di materiale granulare, compattato al 98% (Prova Proctor), spessore minimo di 300mm
4. Terreno

Figura 10. Indicazioni minime degli spessori del basamento, valori forniti dalla casa produttrice

Alla luce di quanto mostrato in Figura 10, in questa fase progettuale si è deciso di assumere come stratigrafia di progetto, per tutte le Power Station previste, i seguenti valori:

1. Soletta di c.a. dello spessore di 300mm, di cui 150mm fuori terra.
2. Strato di magrone dello spessore di 120mm.
3. Sottostrato di materiale granulare compattato dello spessore di 300mm

Si specifica che tali valori potranno essere soggetti a modifiche a seguito di indagini geotecniche più approfondite e a seguito di valutazioni specifiche sui punti di installazione finale. Qualora le caratteristiche geotecniche del sito risultassero essere troppo scarse, si farà ricorso ad una fondazione su pali. Soluzione già prevista dalla casa produttrice, come mostrato in Figura 11.

Ulteriori accorgimenti forniti dal produttore:

- I tubi con i cavi di ingresso alla Power Station devono essere posizionati prima dell'installazione della stessa.
- Lo strato di appoggio deve essere posizionato il più vicino possibile alla superficie.

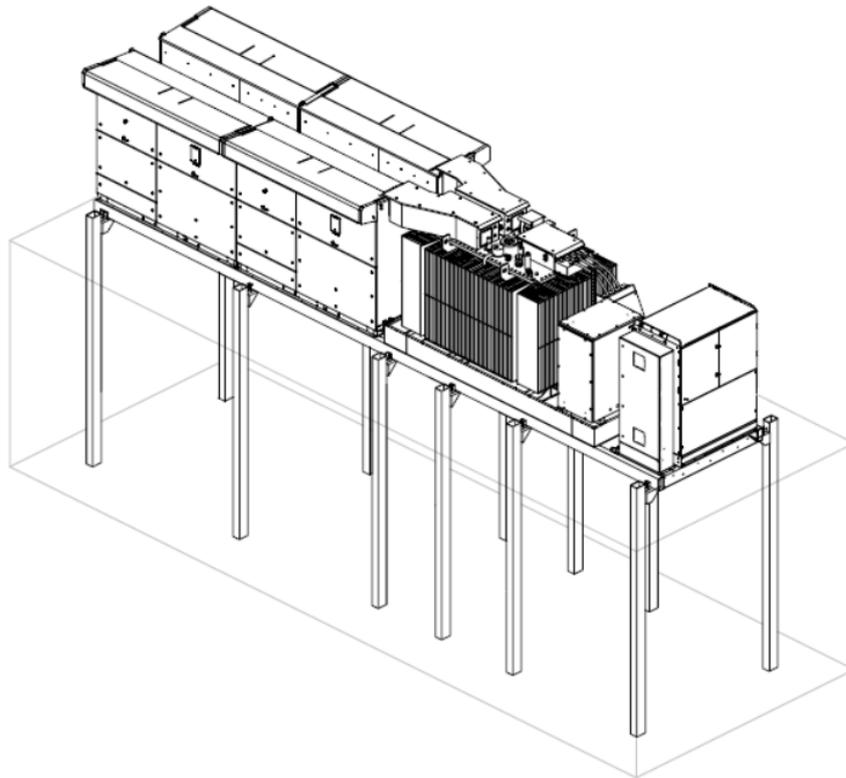


Figura 11. Soluzione di installazione su pali in caso di necessità

5.4 INSTALLAZIONE DEGLI INVERTER

5.4.1 Indicazioni generali per l'installazione

I dispositivi di collegamento esterni devono essere idonei e sufficientemente vicini come previsto dalle normative vigenti.

- I cavi di collegamento devono avere una sezione adeguata alla corrente massima e alle condizioni di lavoro.
- Prestare particolare attenzione affinché non vi siano elementi esterni in prossimità delle prese e delle uscite dell'aria che ostacolino il corretto raffreddamento dell'unità.
- Il collegamento dell'apparecchiatura può essere effettuato solo da personale qualificato.

5.4.2 Ambiente di installazione

- Collocare le unità in un luogo accessibile per le operazioni di installazione e manutenzione, che permetta l'utilizzo della tastiera e la lettura dei led di segnalazione frontali.

- Le prese d'aria e parte del modulo di alimentazione possono raggiungere temperature elevate. Non collocare nelle vicinanze alcun materiale sensibile alle alte temperature dell'aria.
- Evitare ambienti corrosivi che possono compromettere il corretto funzionamento dell'inverter.
- Non posizionare mai alcun oggetto sopra l'unità.
- Le condizioni ambientali devono essere prese in considerazione quando si sceglie la posizione dell'unità.

Tabella 3. Condizioni ambientali di riferimento per l'inverter

Temperatura minima ⁽¹⁾	-20°C
Temperatura minima dell'aria circostante ⁽¹⁾	-20°C
Temperatura massima di esercizio ⁽²⁾	60°C
Umidità relativa massima senza condensa	100%
Altitudine ⁽³⁾	4500 m

(1) Se si utilizza l'apposito kit per funzionamento a basse temperature si può scendere fino a -40°C

(2) Il funzionamento dell'inverter a temperature superiori a 50°C dovrebbe avvenire solo occasionalmente e non in modo permanente.

(3) Per installazione a quote superiori i 1000m vanno approfonditi i dettagli tecnici con la casa produttrice

5.4.3 Sequenza operazioni di collegamento dell'unità

Una volta che l'unità è stata montata nella sua posizione finale ed è stata fissata saldamente, i collegamenti elettrici possono essere schematizzati nel seguente ordine:

1. Connessione a terra.
2. Connessione elementi in corrente continua.
3. Collegamento del kit di messa a terra del campo fotovoltaico (opzionale).
4. Connessione ai servizi ausiliari.
5. Collegamento degli elementi per la comunicazione
6. Collegamento degli elementi per la sincronizzazione.
7. Collegamento kit opzionali.
8. Connessione elementi in corrente alternata.

5.5 INSTALLAZIONE DELLA CABINA DI RACCOLTA E MISURA E DELLA CONTROL ROOM

La realizzazione degli involucri sarà in calcestruzzo, metallo o materiali sintetici, tale scelta verrà fatta in fase esecutiva; la scelta sarà legata all'analisi delle condizioni ambientali per la durata di vita prevista ed alle

raccomandazioni del produttore. Tali materiali devono, inoltre, fornire un livello adeguato di tenuta antincendio, sia che questo si sviluppi all'interno che all'esterno delle cabine, oltre che una robustezza meccanica sufficiente per resistere a carichi e impatti prestabiliti sul tetto, sull'involucro e sulle porte e pannelli.

Il produttore dovrà fornire tutte le istruzioni riguardanti il trasporto, lo stoccaggio, il montaggio, il funzionamento e la manutenzione della sottostazione prefabbricata. Oltre ciò, il produttore, fornirà anche le informazioni necessarie per consentire il completamento della preparazione del sito, come i necessari lavori civili di scavo, i terminali di messa a terra esteri e la posizione dei punti di accesso ai cavi.

La cabina verrà sollevata e montata attraverso golfari di sollevamento posti sul tetto del monobox. Gli interi prefabbricati possono essere caricati in stabilimento, vuoti o completi di apparecchiature elettriche. Le operazioni di scarico e posizionamento dei prefabbricati saranno eseguite in condizioni meteorologiche "normali", cioè in assenza di pioggia o gelo.

Per la posa delle cabine si prevedono i seguenti procedimenti:

1. Preparazione del piano di appoggio: si richiede l'esecuzione della superficie fratazzata perfettamente in piano (tolleranza ± 20 mm) conforme al sistema progettuale.
2. Getto di basamento in calcestruzzo: salvo diverse disposizioni valutate in fase esecutiva, il basamento può essere realizzato con calcestruzzo dosato con almeno 300 kg/m^3 di cemento tipo 325 e con resistenza specifica non inferiore a $R_{ck} 250 \text{ kg/cm}^2$, armato con doppia rete elettrosaldata di diametro minimo pari a 10 mm con maglia 10×10 o armatura ad essa equivalente. In via preliminare l'altezza del basamento è stata fissata pari a 60cm, in attesa di calcoli e valutazioni più approfonditi demandati alla fase esecutiva.
3. Consegna della cabina: l'operazione viene effettuata tramite l'affiancamento del bilico e del camion con gru/autogru al piano di appoggio. Sarà, quindi, assicurata sia l'accessibilità degli automezzi che la possibilità di poter effettuare manovre in loco in modo da eseguire l'operazione di scarico e posa dei monobox agevolmente. Inoltre, la viabilità di cantiere e la zona antistante il piano di appoggio della cabina elettrica, dovranno essere idonei al passaggio e allo stazionamento dei mezzi a pieno carico.
4. Antinfortunistica: deve essere verificata la distanza di sicurezza, dal punto più alto della gru alle eventuali linee elettriche, secondo la tabella 1 allegato IX D.Lgs. 81/08 ($D_{min}=3,5 \text{ m}$ con $1 < kV \leq 30$; $D_{min}=5 \text{ m}$ con $30 < kV \leq 132$; $D_{min}=7 \text{ m}$ con $kV > 132$).

CODICE	FV.ASC02.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	27 di 74

5. Sigillatura esterna: sarà eseguito il bauletto di finitura sul perimetro esterno della cabina con malta cementizia fino a coprire la guarnizione autolivellante posta fra la cabina ed il piano di appoggio.
6. Collegamento messa a terra: verranno collegati i nodi equipotenziali inseriti nello spessore interno del pavimento della cabina in corrispondenza dei fori MT e BT con la corda di rame nudo per la messa a terra sottostante al basamento.

In fase esecutiva si valuterà anche la possibilità di uno schema di posa tipo pannellare; tale soluzione prevede la consegna degli elementi prefabbricati che andranno assemblati, sigillati e impermeabilizzati in loco.

Quanto valutato varrà sia per la cabina di raccolta che per la control room. Per dettagli maggiori si rimanda all'apposito elaborato grafico *FV.ASC02.PD.H.04 – “Cabina di raccolta e misura – Planimetria e Sezioni”*.

In Figura 12 è possibile trovare una rappresentazione esemplificativa della posa della cabina monobox.

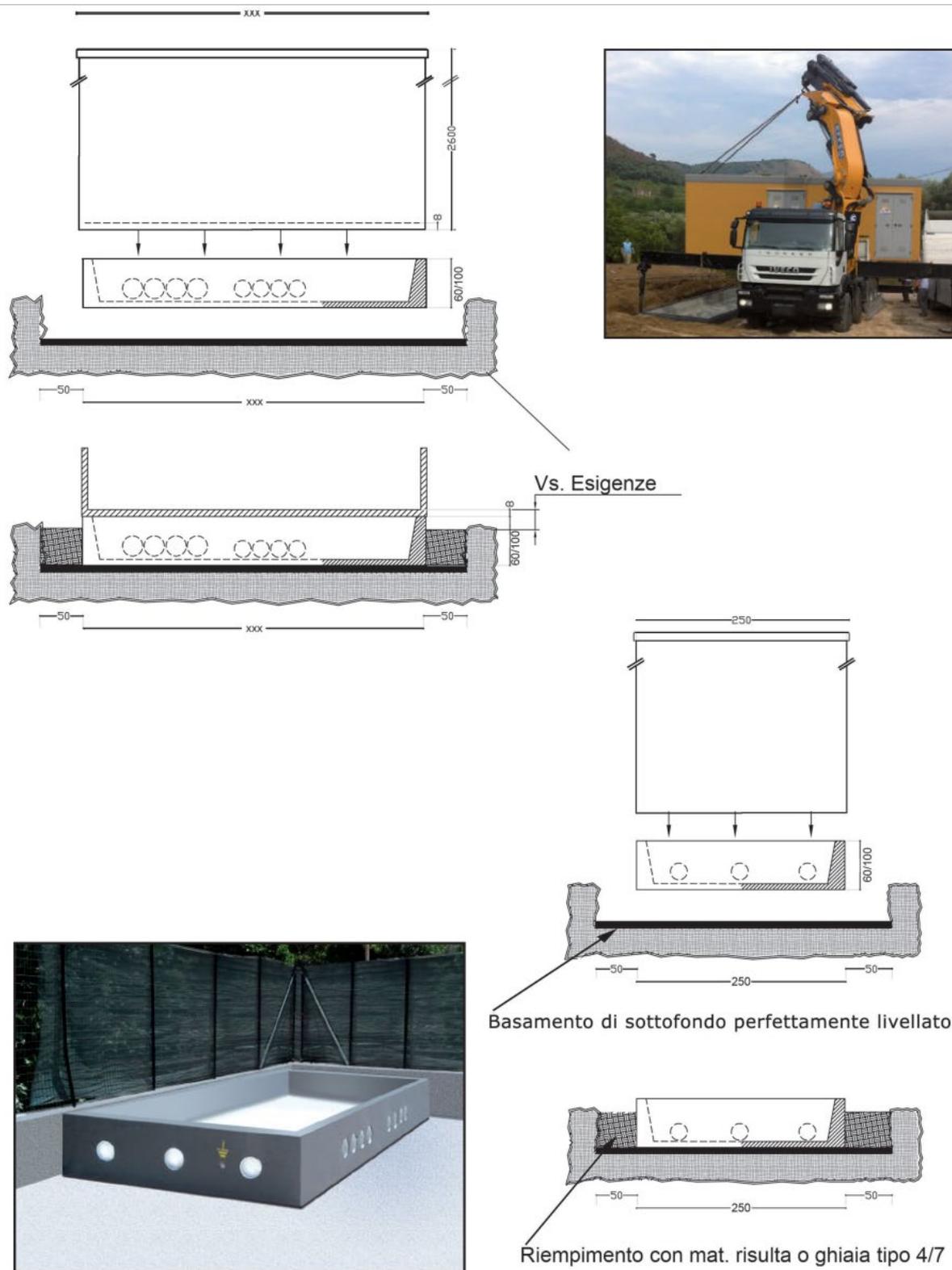


Figura 12. Esempio installazione cabina in monobox

5.6 INSTALLAZIONE DELLA STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

La stazione elettrica utente 30/150 kV prevede uno stallo di trasformazione MT/AT, un sistema sbarre AT ed uno stallo arrivo linea AT comune ad un secondo stallo trasformatore di futura realizzazione.

Tale stazione la si può suddividere in due zone: Cabina d'utente e Area trasformatore MT/AT.

1. Nella Cabina d'utente, vi saranno tutti i componenti necessari per la connessione tra la linea in MT in arrivo dalla cabina di raccolta ed il trasformatore elevatore 30/150 kV, i sistemi di protezione e misura, i quadri in BT, gli ausiliari, il gruppo elettrogeno, il sistema scada e la control room. I locali previsti per l'edificio d'utente sono i seguenti:
 - locale MT;
 - locale Trasformatore Servizi Ausiliari (SA);
 - locale BT;
 - locale Gruppo Elettrogeno (GE);
 - locale Controllo;
 - locale SCADA PS;
 - locale Misure;
 - locale "Spare".
2. Nell'area MT/AT, vi sarà il trasformatore scelto, il sistema di protezione e misura, e l'uscita delle linee in AT. In tale area le opere civili previste sono le seguenti:
 - opere a sostegno delle parti elettromeccaniche;
 - fondazioni e sostegni di apparecchiature elettromeccaniche (scaricatore, TA, TVI, TVC, terminali AT);
 - fondazioni e sostegno tripolare sbarre AT;
 - fondazione e sostegno messa a terra neutro trasformatore;
 - fondazione e struttura edificio apparecchiature MT/BT;
 - fondazione del trasformatore AT/MT;
 - fondazione e sostegno arrivo cavi lato MT trasformatore.
 - opere complementari:
 - muro di recinzione con altezza minima fuori terra su entrambi i lati di 2,50 m dal piano finito interno/esterno alla SE;

- rete di terra, alla profondità media di 0,70 m dal piano finito di piazzale, realizzata in corda di rame interrata;
- rete di scolo delle acque provenienti dalle superfici impermeabili (edifici e viabilità definite in asfalto), con profondità variabile dal piano finito di stazione, realizzata con tubazioni interrate ed un impianto di trattamento acque di prima pioggia;
- vie cavi realizzate con cunicoli e cavidotti interrati per il collegamento elettrico e TLC (telecomunicazione) delle apparecchiature.

Per la cabina d'utente è prevista un'installazione in monobox prefabbricato come esposto nel paragrafo 5.5.

Per l'area MT/AT l'installazione risulterà differente: la sezione AT è realizzata con elementi modulari prefabbricati (apparecchi di manovra, TA, TV, elementi e raccordi di sbarra, elementi strutturali, ecc...) che vengono pre-assemblati in fabbrica fino a costituire i vari tipi di modulo (montante), che si differenziano per il tipo di collegamento alle linee e ai trasformatori e anche per il tipo di installazione. Si prevede un'installazione all'esterno del trasformatore e dei componenti sopra citati.

I trasformatori prevedono una fondazione costituita da due travi in cemento armato, mentre per le apparecchiature AT sarà necessaria una semplice platea di fondazione, costituita da una piastra di cemento armato sufficientemente interrata; in fase esecutiva, dalle analisi approfondite del sito interessato, saranno valutate nel dettaglio tali informazioni.

In caso di terreno avente caratteristiche scadenti risulterà necessario bonificare il piano di posa e l'area circostante la fondazione mediante materiale sciolto adeguato (tout-venant) opportunamente rullato. È inoltre necessario vincolare alle relative fondazioni oltre alle apparecchiature anche i trasformatori.

5.7 SCAVI PER CAVIDOTTI INTERNI ED ESTERNI AL SITO

Il tracciato del cavidotto verrà realizzato con la seguente procedura:

- Scavo a sezione ristretta obbligata (trincea) con dimensioni variabili;
- Corda nuda in rame (o in alluminio) per la protezione di terra (avente, come previsto da norma CEI EN 61936-1, una sezione maggiore o uguale di 16 mm² per il rame e 35 mm² nel caso di alluminio).
- Letto di sabbia di almeno 10 cm, per la posa delle linee MT avvolte ad elica;
- Rinfiando e copertura dei cavi MT con sabbia per almeno 10 cm;

- Tubazioni PVC per il contenimento dei cavi di segnale e della fibra ottica, posati direttamente sulla sabbia, all'interno dello scavo;
- Riempimento per almeno 20 cm con sabbia;
- Inserimento per tutta la lunghezza dello scavo, e in corrispondenza dei cavi, delle tegole protettive in resina rossa per la protezione e individuazione del cavo stesso;
- Nastro in PVC di segnalazione;
- Rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte.

In Figura 13, si riporta una sezione generica del cavidotto:

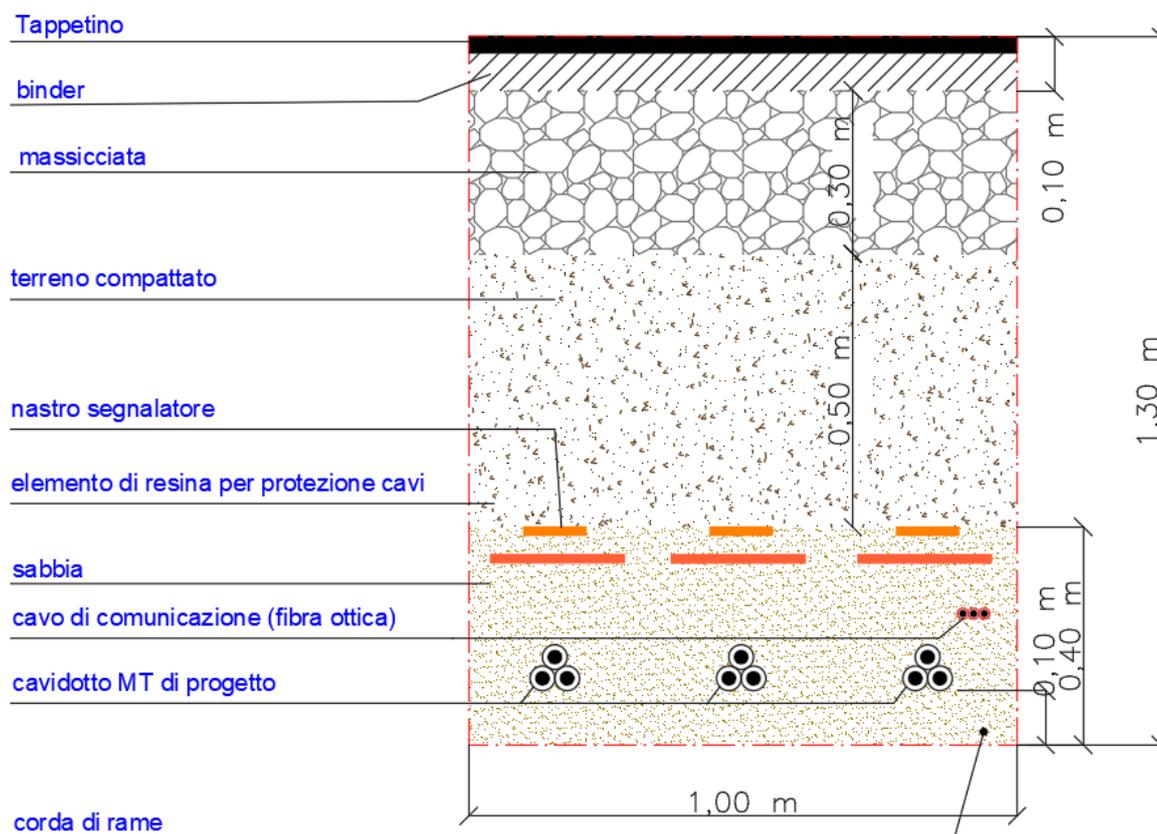


Figura 13. Sezione Cavidotto doppia terna di cavi su Strada Bianca

Si rimanda alle Tavole “FV.ASC02.PD.F.03.1 – Planimetria Cavidotti MT e AT di Progetto e Particolari delle Sezioni Tipo – Parte 1/2” e “FV.ASC02.PD.F.03.2 – Planimetria Cavidotti MT e AT di Progetto e Particolari delle Sezioni Tipo – Parte 2/2” per ulteriori dettagli.

5.8 OPERE A CONTORNO DELL'IMPIANTO

5.8.1 Recinzione, cancelli e piantumazione perimetrale

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto. Tale recinzione sarà formata da rete metallica a pali infissi, di sezione 40x40 mm, con passo di 2 m e altezza fuori terra pari a 2 m.

Ad integrazione della recinzione è prevista l'installazione di cancelli carrabili per un agevole accesso all'area di impianto. I cancelli saranno realizzati in acciaio zincato, sorretti da pilastri in scatolare metallico basati su plinti in cls. Le dimensioni del cancello saranno tali da consentire agevolmente il passaggio dei mezzi atti alla consegna e all'installazione di tutte le componenti tecniche dell'impianto. In fase esecutiva sarà considerata la possibilità di utilizzare il cancello con azionamento elettrico.

Per mitigare l'impatto visivo dell'opera, sarà realizzata una fascia perimetrale di separazione e protezione, impiegando per tale scopo alcune specie a portamento arbustivo autoctone. Per la scelta delle specie sono state effettuate considerazioni di natura tecnico-agronomica, valutandone la velocità di accrescimento, il portamento, la manutenzione, la richiesta idrica e l'altezza. Sulla base delle caratteristiche pedo-climatiche del sito la scelta è ricaduta sulle seguenti specie: lentisco (*Pistacia Lentiscus*), biancospino (*Crataegusmonogyna Jacq.*) e fillirea (*Phyllirea angustifolia*). È opportuno sottolineare che sono state considerate solo specie autoctone, tipiche degli ambienti mediterranei, per mantenere un continuum con l'ambiente circostante; le specie individuate sono state confermate dalla presenza delle stesse nella lista contenente "Specie Arboree e Relativi Ibridi Artificiali Principali (P)" - Allegato B Dds 757/2009 "E Altre Specie – Secondarie/Accessorie (S)", presenti nell'Allegato Determinazione n. 162 del 02 08 2017 – "Linee guida per la progettazione e realizzazione degli imboscamenti e dei sistemi agro-forestali".

Per la realizzazione della siepe saranno dapprima effettuate alcune lavorazioni preliminari del terreno, al fine di agevolare l'insediamento delle nuove piantine costituendo un ambiente ottimale per lo sviluppo delle radici. Il primo step da seguire consiste nella rimozione di eventuali tracce di specie legnose esistenti, per poi provvedere ad una lavorazione del suolo esclusivamente sulla fascia interessata dalle giovani piantine. L'ultimo step prevede la messa a dimora delle piantine, previa realizzazione di buche o solchi della profondità di 40 cm. Le piantine impiegate saranno prelevate esclusivamente da vivai forestali autorizzati, consultando "l'elenco dei produttori e fornitori di materiale forestale iscritti al Registro Regionale" della Regione Puglia attuale, aggiornato con il DDS n. 150 del 17/04/2019. La siepe realizzata sarà di tipo

arbustivo-misto, monofilare, con una distanza di 100 cm tra le specie e almeno 100 cm con la recinzione, come indicato nella seguente figura.

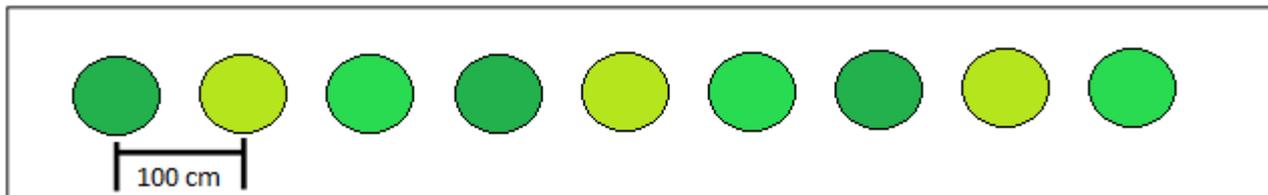


Figura 14 *Disposizione degli arbusti sulla siepe monofilare*



Figura 15 *Leggenda*

Per la manutenzione delle siepi saranno effettuate fino a tre potature annuali eseguite con una barra falciante, una nella seconda metà di maggio, una a fine luglio (quando necessaria) e fine settembre.

Al fine di completare l'effetto di mitigazione visiva, ma anche mantenere il continuum con l'ambiente circostante, si prevede, per la creazione di un filare in prossimità della strada provincia SP85, la piantumazione di specie arboree come l'acero campestre (*Acer campestre L.*), la cui presenza è stata confermata nelle alberature presenti in prossimità delle aree di impianto, come è possibile osservare dalla documentazione fotografica presente nell'elaborato "FV.ASC02.PD.AGRO.03".

La messa a dimora sarà effettuata impiegando piante alte 3 m, aventi una circonferenza del fusto di circa 16-18 cm; le dimensioni della buca sono di 60 X 60 cm con una profondità di almeno 80 cm, mentre per il sostegno saranno utilizzati due tutori in legno alti 2 m da piantare nel terreno ed un traversino attaccato ad essi e legato alla pianta. La distanza prevista per l'impianto sarà di circa 6 metri.

Si prevede inoltre la piantumazione di essenze arboree in prossimità dei corsi d'acqua, impiegando a tal proposito l'Olmo minore (*Ulmus minor L.*) al fine di creare una fascia vegetazionale ripariale. Tale

intervento, insieme agli altri precedentemente descritti, va visto in chiave strategica per la salvaguardia ambientale, grazie ai benefici apportati ad esempio attraverso l'incremento della biodiversità e la stabilizzazione delle sponde.

Per compensare ulteriormente gli impatto negativo relativo agli aspetti visivi e paesaggistici sarà realizzato anche un piccolo uliveto, con sesto 5x5m, al Foglio 16, particella 151, su una superficie di circa 0,67 ha.

5.8.2 Impianto di illuminazione e video-sorveglianza

L'impianto di illuminazione prevede l'installazione di pali lungo lo sviluppo della recinzione, che fungano da sostegno per il montaggio di fari a LED, atti a garantire la completa illuminazione della fascia perimetrale dell'impianto. Gli standard funzionali minimi da garantire sono i seguenti:

- Protezione contro l'ingresso di solidi e liquidi, grado di protezione minimo IP66
- Elevata resistenza agli impatti, grado di protezione minimo IK08
- Capacità di lavorare all'esterno, con temperature che vanno dai -20°C ai +40°C
- Un'efficienza luminosa che consenta di ridurre i consumi elettrici, valore di riferimento minimo 120 lmn/W
- Durata minima in ore pari a 50'000h
- Un indice di resa cromatica (cri) che consenta una buona resa cromatica delle zone esposte, valore di riferimento minimo 70 Ra – Grado di resa cromatica 2A

Per quanto riguarda il sistema di video-sorveglianza, questo sarà costituito da telecamere di ultima generazione collegate ad un sistema DVR (Digital Video Recorder) con capacità di stoccaggio delle immagini di 24h, collegato su rete internet. Le telecamere da utilizzare dovranno presentare le seguenti caratteristiche minime:

- Risoluzione 4K
- Capacità di acquisire immagini in alta risoluzione anche in difficili condizioni di illuminazione, compresa la completa oscurità
- Elevata resistenza agli impatti, minimo IK08
- Protezione contro l'ingresso di solidi e liquidi, grado di protezione minimo IP66
- Capacità di lavorare all'esterno, con temperature che vanno dai -20°C ai +60°C
- Controllo da remoto, con possibilità di zoom

Le telecamere saranno montate sugli stessi pali di sostegno dell'impianto di illuminazione.

I punti di installazione e ulteriori dettagli tecnici riguardanti la strumentazione suddetta sono mostrati nell'apposito elaborato grafico *"FV.ASC02.PD.F.02 – Particolari costruttivi recinzioni, cancelli, sistemi di videosorveglianza e illuminazione"*.

In via preliminare, si può ipotizzare come misura di mitigazione dell'impatto luminoso dell'impianto di illuminazione, il ricorso a sistemi basati su sensori di movimento (RIP) o di temperatura, da installare, con opportuno passo, lungo la recinzione dell'impianto.

I sensori di movimento, o rilevatori di movimento, fanno in modo che le luci posizionate su palo lungo il perimetro si accendano automaticamente ogni volta che il sensore rileva un "idoneo" movimento. Della famiglia fanno parte anche tipologie di dispositivi dotati di sensore crepuscolare, o funzioni di risparmio energetico, che fanno sì che le luci si accendano, al rilevarsi di un movimento, solo quando la luce naturale scende al di sotto della soglia di Lux impostata.

Qualora, dunque, si ritenga necessario un intervento in tale direzione, si può far riferimento ad un rilevatore di movimento wireless, bidirezionale a tenda da esterno, che ha un campo di rilevamento regolabile fino a 30 metri, grazie all'utilizzo di due lenti montate su lati opposti del dispositivo. Il dispositivo deve essere fornito di una protezione anti-mascheramento e deve essere in grado di ignorare gli animali, una volta impostato e installato correttamente.

Si vuole evidenziare che l'implementazione di questa strategia non altera o modifica in alcun modo l'impianto di video-sorveglianza, in quanto quest'ultimo prevede l'utilizzo di videocamere capaci di lavorare in assenza di illuminazione esterna, come esplicito precedentemente.

6 ELEMENTI TECNICI COSTITUENTI L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

6.1 MODULI FOTOVOLTAICI

L'impianto fotovoltaico sarà ipoteticamente realizzato con moduli in silicio monocristallino con caratteristiche tecniche dettagliate nel datasheet di seguito riportato (Longi – Hi-Mo LR5-72HPH – 550M) e potenza nominale indicativa di 550 Wp.

L'impianto proposto prevede l'impiego 85'988 moduli FV con 28 moduli su ogni tracker.

Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP68 e posti in antiparallelo alle celle così da salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti o danneggiamenti.

Ogni stringa di moduli sarà munita di apposito diodo per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Si vuole sottolineare che, data la rapida evoluzione del mercato dei moduli fotovoltaici, la scelta commerciale qui proposta potrà essere aggiornata in fase esecutiva, al fine di garantire l'installazione di un prodotto di ultima generazione, che rappresenti la migliore soluzione disponibile in termini prestazionali.

Hi-MO **5m**

LR5-72HPH 530~550M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer • Smart Soldering • 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12 12-year Warranty for Materials and Processing

25 25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730
 ISO 9001:2015: ISO Quality Management System
 ISO 14001: 2015: ISO Environment Management System
 TS62941: Guideline for module design qualification and type approval
 ISO 45001: 2018: Occupational Health and Safety

LONGI



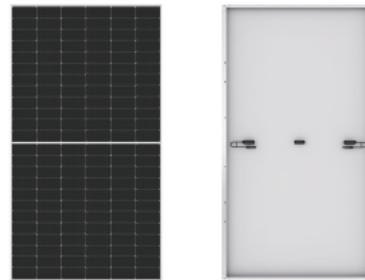
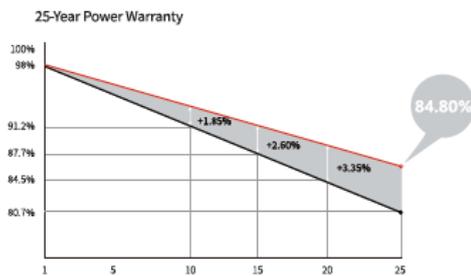
Figura 16. Datasheet moduli FV (parte 1)

Hi-MO 5m

LR5-72HPH 530~550M

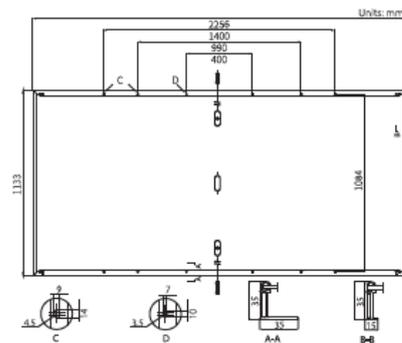
21.5% MAX MODULE EFFICIENCY	0~+5W POWER TOLERANCE	<2% FIRST YEAR POWER DEGRADATION	0.55% YEAR 2-25 POWER DEGRADATION	HALF-CELL Lower operating temperature
---------------------------------------	---------------------------------	---	---	---

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, +200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.2kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

Module Type	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s	
	LR5-72HPH-530M	LR5-72HPH-535M	LR5-72HPH-540M	LR5-72HPH-545M	LR5-72HPH-550M	LR5-72HPH-530M	LR5-72HPH-535M	LR5-72HPH-540M	LR5-72HPH-545M	LR5-72HPH-550M	LR5-72HPH-530M	LR5-72HPH-535M
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (P _{max} /W)	530	530	535	399.5	540	403.3	545	407.0	550	410.7	550	410.7
Open Circuit Voltage (V _{oc} /V)	49.20	49.20	49.35	46.26	49.50	46.41	49.65	46.55	49.80	46.69	49.80	46.69
Short Circuit Current (I _{sc} /A)	13.71	13.71	13.78	11.15	13.85	11.20	13.92	11.25	13.98	11.31	13.98	11.31
Voltage at Maximum Power (V _{mp} /V)	41.35	41.35	41.50	38.64	41.65	38.78	41.80	38.92	41.95	39.06	41.95	39.06
Current at Maximum Power (I _{mp} /A)	12.82	12.82	12.90	10.34	12.97	10.40	13.04	10.46	13.12	10.52	13.12	10.52
Module Efficiency(%)	20.7		20.9		21.1		21.3		21.5		21.5	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
V _{oc} and I _{sc} Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of I _{sc}	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.350%/°C

Figura 17. Datasheet moduli FV (Parte 2)

6.2 TRACKER

L'impianto verrà realizzato su strutture ad inseguimento solare monoassiali dette "tracker". I tracker consentono l'inseguimento della posizione ottimale per la captazione dei raggi solari per mezzo di dispositivi elettromeccanici.

I tracker utilizzati in questa fase progettuale appartengono alla famiglia dei TRJ della casa produttrice CONVERT, tra i leader mondiali nel mercato attuale. Le strutture adottate prevedono due fila da 14 pannelli FV al loro interno, secondo la disposizione tecnicamente riconosciuta come "2 Portrait", per una potenza totale di 15,40 kWp per singola struttura. Esse sono basate su 3 pali infissi nel terreno, maggiori dettagli tecnici sono riportati nelle apposite tavole allegate.

Si sottolinea che essendo il mercato dei tracker molto dinamico e le soluzioni tecniche in continuo sviluppo, il fornitore e le dimensioni delle strutture potrebbero variare in fase esecutiva, ad esempio potranno essere utilizzati anche altri brand come Soltigua, Next Tracker ecc.

Il sistema "tracker + moduli FV" avrà quest'aspetto:

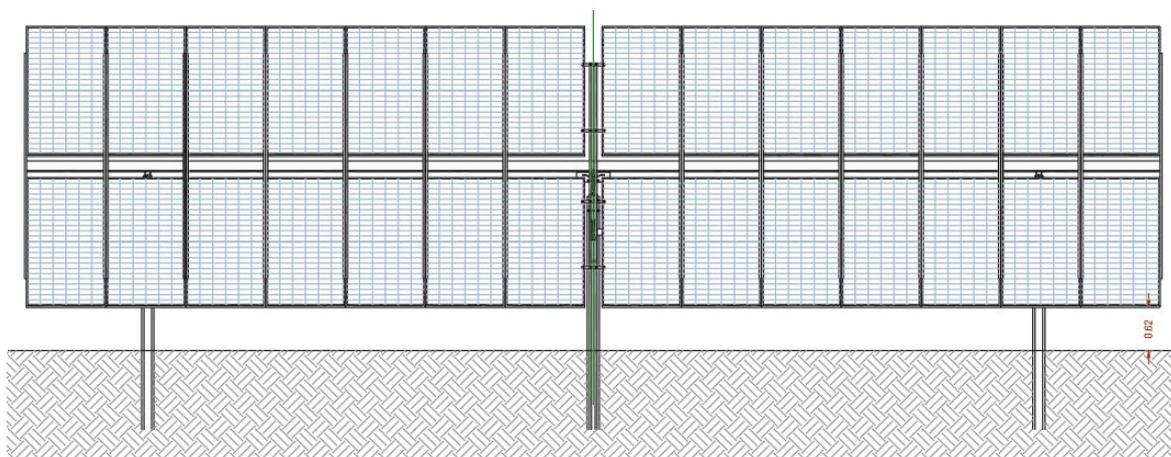


Figura 18: Tracker 2P con Moduli FV - Vista Longitudinale

Nel progetto presentato sono state utilizzate 3071 strutture tracker. All'interno del disciplinare si parlerà indifferentemente di tracker e stringhe, associando ad ogni tracker una stringa.

Per semplificare il processo di installazione le strutture sono dotate di una scheda di controllo appositamente progettata. Al momento della prima accensione, la fase di attivazione e messa in servizio è semplificata dal riconoscimento automatico del luogo e dell'ora di installazione, tramite un sistema GPS

integrato. Inoltre, a seguito di un'interruzione di rete, il sistema è in grado di ripristinare l'angolo di tracciamento ottimale.

Alla prima accensione, la scheda di controllo guida l'installatore (tramite interfaccia PC) attraverso i passaggi per calibrare i parametri del motore.

I tracker sono muniti inoltre di un sistema di protezione per evitare danni, alla struttura o ai moduli FV installati, a causa dell'azione del vento troppo elevata. I valori di velocità del vento minimi per l'attivazione di tale protezione verranno identificati in fase esecutiva tenendo conto delle più dettagliate specifiche strutturali.

I dettagli tecnici delle strutture sono mostrati nell'elaborati "FV.ASC02.PD.F.01 - Particolari costruttivi tracker e pannelli FV: Pianta, prospetti e sezione".

6.3 QUADRI DI STRINGA

I cavi DC in uscita dai tracker verranno indirizzati ad appositi quadri di stringa: ogni quadro di stringa avrà a disposizione un numero di input limitato ove verranno collegati i cavi in uscita dalle varie stringhe.

Nel caso progettuale in esame, è stato necessario l'utilizzo di 260 quadri di stringa con un numero di input massimi pari a 16.

Disponibile in modelli da 8 a 24 ingressi e con una tensione massima DC di 1500 V, è stato ipotizzato il quadro di stringa prodotto da INGETEAM, gli INGECON SUN 16B, i quali offrono la massima flessibilità ed espandibilità nella progettazione del sistema. Sono caratterizzati da un involucro con protezione IP65 compatto e robusto, progettato per l'installazione in ambienti esterni, esattamente come nel caso del parco fotovoltaico analizzato.

I quadri della serie INGECON SUN sono inoltre caratterizzati dalla presenza all'interno di portafusibili in DC, fusibili in DC, scaricatori di sovratensione DC indotti da fulmini e interruttore sezionatore sotto carico.

È possibile vedere una rappresentazione grafica e il datasheet del quadro di stringa proposto, nelle Figura 19 e Figura 20.



Figura 19. Quadro di stringa INGECON SUN a 1500V

INGECON SUN StringBox 16B Data Sheet	
STRING COMBINER BOX	
Model	INGECON SUN StringBox 16B
Number of PV strings per input	1
Max. number of connectable PV inputs	16
PV module short circuit current (Isc)	18.5 A
PV module operating current (Imp)	17.2 A
Number of protection fuses	32
Maximum total short circuit current	296 A
Maximum DC voltage	1500 Vdc
Operating temperature without derating	-20°C to 45°C
Relative humidity (non-condensing)	15 to 100%
Altitude	2000 m a.s.l.
DESCRIPTION	The INGECON SUN StringBox is designed to minimize system costs by providing the maximum flexibility. Compact and rugged enclosure designed for installation in outdoor environments. Simple and safe connection of the photovoltaic strings on the internal fuse holders.
PROTECTIONS	
Protection rating for outdoor installation	IP65
Mechanical impact resistance	IK08
Fuse protection	For each PV input on positive and negative poles
Surge protective device (SPD)	Type I+II
Fault protection	Total insulation (Class II)
Anti-condensation device	Not installed
TECHNICAL DATA	
Enclosure type	Outdoor use, polyester reinforced with fiberglass, UV resistant
Fuses type	gPV fuses, 10 x 85, 20 kA
Selected fuses	30 A
Available fuses	15 A, 20 A, 25 A, 30 A
DC switch-disconnector rating	400 A, 2 Poles
DC switch-disconnector handle	External handle, padlockable
Enclosure dimensions	width 930 mm, height 730 mm, depth 260 mm
Weight	40 kg
CONNECTIONS	
<i>PV inputs</i>	
Cable maximum diameter	9 mm
Cable maximum cross-sectional area	16 mm ²
PV cables entrance type	8 x cable glands with 4 holes
Connection of the PV input cables	Cable directly connected on fuse-holder terminal
<i>PCE</i>	
Cable diameter range	23..38 mm
Cable maximum cross-sectional area	1 x 400 mm ² per pole
Cable glands	2 x M50 cable glands
Connection of the PCE cables	Cable connected on bars, one bar per pole
<i>SPD grounding</i>	
Cable diameter range	7..13 mm
Cable maximum cross-sectional area	1 x 35 mm ²
Cable glands	1 x M20 cable gland
Connection of the SPD grounding cable	Cable directly connected on SPD terminal
STANDARD AND DIRECTIVES	
Directives	2014/35/EU
Standards	IEC 61439-2, IEC 60364-7-712

Figura 20. Datasheet quadro di stringa INGECON SUN 16B

6.4 CABLAGGIO DC INTERNO

6.4.1 Cablaggio in aria ed interrato

Per la scelta dei cavi della parte in corrente continua, si può assumere cautelativamente una tensione¹ di $1,2 U_{oc}$, dove U_{oc} è la tensione a vuoto della stringa in condizioni di prova standard². Il vincolo che deve essere verificato è che:

$$1,5 U_o \geq 1,2 U_{oc}$$

con U_o : tensione di fase verso terra (coincidente alla tensione nominale per sistemi isolati da terra).

Siccome il sistema deve poter sopportare $1500 V_{cc}$, il cavo deve essere designato come $U_o/U - 1 \text{ kV} / 1 \text{ kV}$ garantendo il rispetto della disuguaglianza precedentemente scritta.

Prendendo a riferimento la *“CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione”* è possibile individuare due condizioni da rispettare per il dimensionamento a “regola d’arte” dei cavi in DC:

1. La caduta di tensione massima deve rientrare nel 2% (anche se è buona regola indicare come soglia l’1%);
2. Il dimensionamento dei cavi deve essere fatto considerando una corrente che è $1,25 \times I_{sc}$ (Corrente di cortocircuito del modulo FV) in qualsiasi punto³ in maniera tale da omettere la protezione contro i sovraccarichi.

I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno opportunamente fissati alla struttura tramite fascette, e comunque canalizzati in modo da essere a vista. Discorso analogo vale per il collegamento tra tali cavi e i quadri di stringa.

I cavi condotti dai quadri di stringa alle power station saranno posati in cavidotto in PVC rigido interrato. I tubi devono essere in materiale plastico autoestinguente del tipo flessibile o rigido con livello di protezione

¹ IEC TS 62257-7-1, art 6.1.4.2.

² $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, Irraggiamento = 1000 W/m^2

³ CEI 64-8, art 712.433

IP 55. La posa a terra deve essere adeguatamente protetta. In caso di eventuale foratura della copertura è stata posta attenzione all'accurato ripristino della impermeabilizzazione.

In accordo con il layout definitivo delle apparecchiature, saranno definiti i tipi e sezione dei cavi e le caratteristiche della componentistica (connettori, cassette, canaline, morsettiera, ecc.) in accordo con le prescrizioni tecniche e di dimensionamento.

6.4.2 Cavi DC parallelo stringhe – quadro di stringa

Per il dimensionamento dei cavi in DC per la connessione tra i moduli FV e i Quadri di Stringa (QdS), si è fatto riferimento alla normativa “CEI EN 50618 – Cavi Elettrici per Impianti Fotovoltaici”. In particolare, oltre ad individuare la portata I_0 del cavo H1Z2Z2-K nota la condizione di posa, individua due fattori correttivi da applicare affinché si verifichi:

$$I_z \geq K_T \cdot K_N \cdot I_0 \geq I_b = 1,25 \times I_{sc}$$

dove:

- K_T è il fattore di conversione per corrente nominale per diverse temperature ambientali;
- K_N è il fattore di correzione per installazioni di gruppo⁴.

I calcoli effettuati sono specificati nella relazione “FV.ASC02.PD.H.07 – Relazione di calcolo preliminare sugli impianti”: a seguito di ciò è stato possibile concludere che la sezione scelta è sufficiente per garantire la connessione dei moduli FV al Quadro di Stringa.

Questi cavi unipolari flessibili stagnato si adoperano per l’interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici in quanto, oltre ad una tensione massima di 1800 V in continua, hanno un’elevata adattabilità alle condizioni ambientali esterni. Infatti, sono adatti sia per l’installazione fissa all’esterno che all’interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari; sono adatti sia per la posa direttamente interrata che entro tubo interrato e possono essere utilizzati con apparecchiature di classe II. Sono caratterizzati da proprietà meccaniche ottimali in un intervallo di temperatura di esercizio da - 40 a + 90 °C, elevata resistenza all’abrasione, alla lacerazione, ai raggi UV, all’ozono, all’acqua, non propagazione della

⁴ HD 60364-5-32:2011, Tabella B.52.17

fiamma, basso sviluppo di fumi, assenza di alogeni, resistenza agli agenti atmosferici che ne permette una durata almeno pari alla vita dell'impianto fotovoltaico

Le loro caratteristiche sono di seguito riportate:

- Conduttore: Rame stagnato ricotto, classe 5;
- Isolante e Guaina esterna: miscela LSOH (Low Smoke Zero Halogen) di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50617, non propagante la fiamma, qualità Z2;
- Colore anime: nero;
- Colore guaina: blu, rosso, nero

I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno opportunamente fissati alla struttura tramite fascette, e comunque canalizzati in modo da essere a vista. Discorso analogo vale per il collegamento tra tali cavi e i quadri di stringa.

I cavi di collegamento in corrente continua tra le stringhe e i quadri di stringa saranno del tipo H1Z2Z2-K con sezioni indicative di 2x(1x4) mm².

Il datasheet e le specifiche tecniche del cavo sono riportati nella Figura 22 e nella Figura 21.

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente in aria libera Current rating free in air	
							Singolo cavo Single cable 60°C	2 cavi adiacenti 2 adjacent cables 60°C
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	A	A
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km		
1 x 1,5	1,5	0,7	0,8	4,7	34	13,7	30	24
1 x 2,5	2,1	0,7	0,8	5,2	47	8,21	40	33
1 x 4	2,5	0,7	0,8	5,8	58	5,09	55	44
1 x 6	3,0	0,7	0,8	6,5	80	3,39	70	70
1 x 10	4,0	0,7	0,8	7,9	127	1,95	95	95
1 x 16	5,0	0,7	0,9	8,8	180	1,24	130	107
1 x 25	6,2	0,9	1,0	10,6	270	0,795	180	142
1 x 35	7,6	0,9	1,1	12,0	360	0,565	220	176
1 x 50	8,9	1,0	1,2	14,1	515	0,393	280	221
1 x 70	10,5	1,1	1,2	15,9	720	0,277	350	278
1 x 95	12,5	1,1	1,3	17,7	915	0,210	410	333
1 x 120	13,7	1,2	1,3	19,8	1160	0,164	480	390
1 x 150	16,1	1,4	1,4	21,7	1460	0,132	566	453
1 x 185	17,7	1,6	1,6	24,1	1780	0,108	644	515
1 x 240	19,9	1,7	1,7	26,7	2310	0,082	775	620

Figura 21. Specifiche tecniche cavo DC _ H1Z2Z2-K

Bassa Tensione <i>Low Voltage</i>	H1Z2Z2-K	Fotovoltaico <i>Photovoltaic</i>
CPR (UE) n° 305/11 E_{ca}	Regolamento Prodotti da Costruzione/ <i>Construction Products Regulation</i> Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014	DoP n° 1036/17
EN 50618 CEI EN 40332-1-2 CEI EN 50525 CEI EN 50289-4-17 A CEI EN 50396 2014/35/UE 2011/65/CE CA01.00546	Costruzione e requisiti/ <i>Construction and specifications</i> Propagazione fiamma/ <i>Flame propagation</i> Emissione gas/ <i>Gas emission</i> Resistenza raggi UV/ <i>UV resistance test</i> Resistenza ozono/ <i>Ozone resistance</i> Direttiva Bassa Tensione/ <i>Low Voltage Directive</i> Direttiva RoHS/ <i>RoHS Directive</i> Certificato IMQ/ <i>IMQ Certificate</i>	 H1Z2Z2-K 
DESCRIZIONE Cavo unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con miscela elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.	DESCRIPTION Flexible single-core cable for connection in photovoltaic installations. Insulation and sheath made of elastomeric compound, halogen free and flame retardant.	
Conduttore Corda flessibile di rame stagnato, classe 5	Conductor Tinned copper flexible wire, class 5	
Isolante Miscela LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618 LSOH = Low Smoke Zero Halogen	Insulation Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality LSOH = Low Smoke Zero Halogen	
Guaina esterna Miscela LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618	Outer sheath Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality	
Colore anime Nero	Cores colour Black	
Colore guaina Blu, rosso, nero	Sheath colour Blue, red or black	
Marcatura a inchiostro BALDASSARI CAVI IEMMEQU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV (sez) (anno) (m) (tracciabilità)	Inkjet marking BALDASSARI CAVI IEMMEQU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV (section) (year) (m) (traceability)	
CARATTERISTICHE TECNICHE	TECHNICAL CHARACTERISTICS	
Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.	Maximum voltage U_o/U: 1800 V d.c. - 1200 V a.c.	
Temperatura massima di esercizio: 90°C	Maximum operating temperature: 90°C	
Temperatura minima di esercizio: -40°C	Minimum operating temperature: -40°C	
Temperatura minima di posa: -40°C	Minimum installation temperature: -40°C	
Temperatura massima di corto circuito: 250°C	Maximum short circuit temperature: 250°C	
Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm ²	Maximum tensile stress: 15 N/mm ²	
Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo	Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter	
Condizioni di impiego Per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari. Adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato e per essere utilizzati con apparecchiature di classe II.	Use and installation For interconnection of photovoltaic elements. Suitable for fixed installation indoor and outdoor, in pipes exposed or embedded or in similar closed systems. Suitable for laying directly underground or in pipe underground and to be used for class II equipment.	
		
Revisione 01/2020		

Figura 22. Datasheet cavo DC _ H1Z2Z2-K

6.4.3 Cavi DC quadro di stringa – Power Station

Per il cavo di collegamento tra il quadro di stringa e gli inverter centralizzati interni alla power station, si adopera il cavo ARG16R16, utile per il trasporto di energia in DC. Per questa tipologia di cavo, oltre alla modalità di posa, che definisce la portata I_0 , si individuano quattro fattori correttivi da applicare affinché si verifichi:

$$I_z \geq K_T \cdot K_N \cdot K_P \cdot K_R \cdot I_0 \geq I_b = 1,25 \times N \cdot I_{sc}$$

Dove:

- N rappresenta il numero di stringhe che arrivano nel QdS;
- K_T è il coefficiente di correzione per posa interrata e temperature ambientali diverse dai 20 °C;
- K_N è il coefficiente di correzione per gruppi di più circuiti;
- K_P è il coefficiente di correzione per valori di profondità di posa diversa da 0,8 m;
- K_R è il coefficiente di correzione per valori di resistività termica diversi da 1,5 K m/W.

I calcoli effettuati sono specificati nella relazione "FV.ASC02.PD.H.07 – Relazione di calcolo preliminare sugli impianti": a seguito di ciò è stato possibile concludere che la sezione scelta è sufficiente per garantire la connessione dei quadri di stringa con le power station.

I cavi di collegamento tra quadri di stringa in corrente continua e power station saranno del tipo ARG16R16 0,6/1 kV con sezioni massimali 2x(1x300) mm².

Tali cavi sono stati impiegati poiché adatti per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale; inoltre ammettono la posa interrata anche se non protetta. Essi sono impiegati per installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi simili.

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile. Essi hanno le seguenti caratteristiche costruttive:

- Conduttore: in alluminio, in corda rigida rotonda compatta, classe 2;
- Isolamento: in gomma, qualità G16;
- Cordatura Totale: i conduttori isolati sono cordati insieme;
- Guaina Riempitiva: in materiale termoplastico;

- Guaina Esterna: in PVC (Polivinilcloruro), qualità R16;

Il datasheet e le specifiche tecniche del cavo sono riportati nella Figura 23 e Figura 24

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating			
							In aria libera Free in air 30°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	Interrato Underground 20°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A	A	A
1 x 16	4,9	0,7	1,4	9,1	109	1,91	70	64	98	75
1 x 25	6,1	0,9	1,4	10,7	151	1,20	102	88	119	95
1 x 35	7,1	0,9	1,4	11,7	185	0,868	136	110	141	115
1 x 50	8,2	1,0	1,4	13,0	230	0,641	164	131	167	134
1 x 70	9,9	1,1	1,4	14,9	315	0,443	218	175	204	173
1 x 95	11,4	1,1	1,5	16,6	405	0,320	261	209	245	196
1 x 120	13,1	1,2	1,5	18,5	510	0,253	310	250	277	238
1 x 150	14,4	1,4	1,6	20,4	620	0,206	350	280	313	250
1 x 185	16,2	1,6	1,6	22,6	750	0,164	415	334	350	300
1 x 240	18,4	1,7	1,7	25,2	955	0,125	490	392	413	331
1 x 300	20,7	1,8	1,8	27,9	1150	0,100	567	-	454	400
1 x 400	23,6	2,0	1,9	31,4	1520	0,0778	665	-	512	450
1 x 500	26,5	2,2	2,0	34,9	1850	0,0605	765	-	578	505
1 x 630	30,2	2,4	2,2	39,8	2415	0,0469	880	-	646	580

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1° C.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando quattro cavi a contatto con temperatura dei conduttori di 90°C.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1° C.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering four cables in contact with conductor temperature of 90°C.

Figura 23. Specifiche tecniche cavo BT_ ARG16R16

Bassa Tensione
Low Voltage

ARG16R16 0,6/1 kV Repero® unipolare

Energia
Power

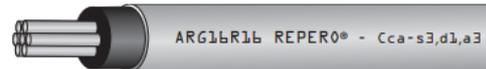
CPR (UE) n°305/11
Cca - s3, d1, a3

Regolamento Prodotti da Costruzione/Construction Products Regulation
Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014
Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

DoP n°1043/17

CEI 20-13
CEI EN 60332-1-2
2014/35/UE
2011/65/CE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications
Propagazione fiamma/Flame propagation
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive
Direttiva RoHS/RoHS Directive



DESCRIZIONE

Cavo unipolare per energia con conduttore in alluminio, isolato in gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Conduttore

Corde di alluminio rigida, classe 2

Isolante

Miscela di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16

Guaina esterna

Miscela di PVC di qualità R16

Colore anime

Normativa HD 308

Colore guaina

Grigio

Marcatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16R16 0,6/1 kV (sez)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)

DESCRIPTION

Single-core power cable with aluminum conductor, HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).

Conductor

Aluminium stranded wire, class 2

Insulation

Rubber HEPR compound G16 quality

Outer sheath

PVC compound, R16 quality

Cores colour

HD 308 Standard

Sheath colour

Grey

Inkjet marking

BALDASSARI CAVI REPERO® ARG16R16 0,6/1 kV (section)
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (year) (m) (traceability)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale U₀/U: 0,6/1 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)

Temperatura minima di posa: 0°C

Temperatura massima di corto circuito:
250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C

Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Adatto per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammessa anche la posa interrata.

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Nominal voltage U₀/U: 0,6/1 kV

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -15°C
(without mechanical stress)

Minimum installation temperature: 0°C

Maximum short circuit temperature:
250°C up to 240 mm² section, over 220°C

Maximum tensile stress: 50 N/mm²

Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter

Use and installation

Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used indoor and outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Suitable also for laying underground.



Edizione 12/2017



Figura 24. Datasheet ARG16R16

6.5 POWER STATION

I quadri di stringa svolgono dunque una funzione di raccordo delle stringhe elettriche, al fine di semplificare il collegamento delle stesse con la Power Station.

Lo scopo delle Power Station è, dunque, quello di fornire una struttura integrata, di facile installazione e manutenzione, con il vantaggio ulteriore di un minore ingombro spaziale. Ospitando al suo interno gli inverter ed il trasformatore, riesce ad assolvere più funzioni: effettuare la conversione DC/AC alla frequenza costante di 50 Hz ed innalzare la tensione con un rapporto di 0.63/30 kV, per consentire il trasporto dell'energia alla cabina di raccolta ed alla sottostazione d'utente.

Le soluzioni commerciali ipotizzate in questa fase progettuale sono quelle prodotte da INGETEAM, della serie INGECON SUN FSK B, come è possibile vedere nella Figura 25.

La Power Station è un'unità di conversione di potenza completamente esterna progettata per impianti fotovoltaici su ampia scala. Tutti i componenti, compresi gli inverter, sono integrati sul telaio di base in acciaio zincato a caldo, completamente cablati e testati in fabbrica, mentre il trasformatore MV viene fornito preassemblato per una connessione veloce in loco.

Tali strutture sono fornite commercialmente in assetti da quattro slot inverter o due slot inverter, a seconda dell'esigenza richiesta dal progetto.

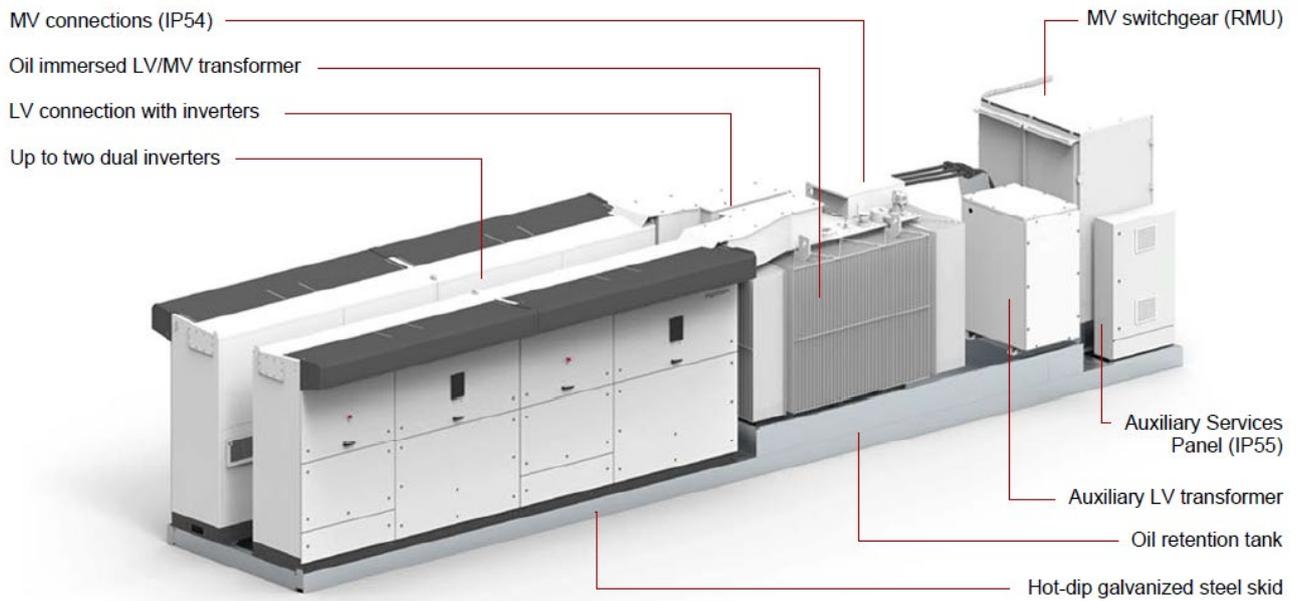
Nel caso progettuale proposto, si avranno cinque power station con due coppie di inverter e tre power station con tre inverter: tale scelta progettuale è motivata dalla potenza in arrivo alla power station e quindi dalla massima potenza che può portare una coppia di inverter.

Al fine di avere una visione semplificata di quanto esposto è possibile riferirsi alla Figura 26.

Il datasheet delle Power Station, con le diverse quantità di inverter installati, è rappresentato in Figura 29.

Si vuole sottolineare che la scelta commerciale qui proposta potrà essere aggiornata in fase esecutiva, al fine di garantire l'installazione di un prodotto di ultima generazione, che rappresenti la migliore soluzione disponibile in termini prestazionali.

CODICE	FV.ASC02.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	51 di 74



INGECON SUN FSK B Series Inverter Station



Figura 25. Power Station serie INGECON SUN FSK B

CODICE	FV.ASC02.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	02/2022
PAGINA	52 di 74

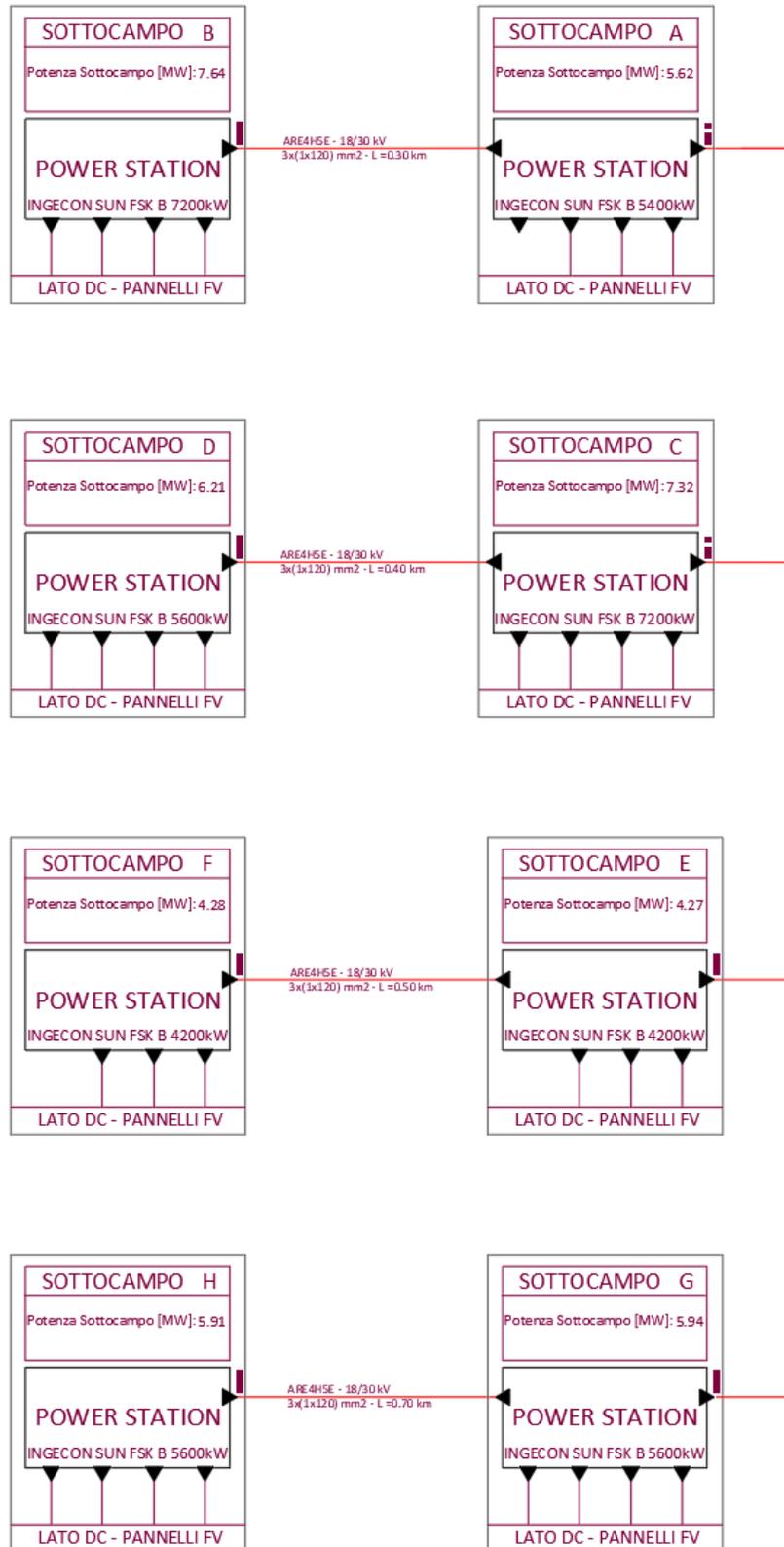


Figura 26. Schema a blocchi dei collegamenti tra power station

	1170TL B450	1400TL B540	1500TL B578	1560TL B600	1600TL B615
Input (DC)					
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	1,157 - 1520 kWp	1,389 - 1,824 kWp	1,487 - 1,952 kWp	1,543 - 2,027 kWp	1,582 - 2,077 kWp
Voltage Range MPPT ⁽²⁾	643 - 1,300 V	768 - 1,300 V	821 - 1,300 V	852 - 1,300 V	873 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V				
Maximum current	1,870 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
Input protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
Output (AC)					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,169 kVA / 1,052 kVA	1,403 kVA / 1,263 kVA	1,502 kVA / 1,352 kVA	1,559 kVA / 1,403 kVA	1,598 kVA / 1,438 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C ⁽⁴⁾	1,169 kVA / 1,035 kVA	1,403 kVA / 1,242 kVA	1,502 kVA / 1,330 kVA	1,559 kVA / 1,380 kVA	1,598 kVA / 1,415 kVA
Current IP56 @ 27°C / @ 50°C ⁽⁴⁾	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage ⁽⁵⁾	450 V IT System	540 V IT System	578 V IT System	600 V IT System	615 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%				
Output protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
Features					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,700 W (25 A)				
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
General Information					
Ambient temperature	-20 °C to +57 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Corrosion protection	C5H				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m³/h				
Average air flow	4,200 m³/h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC 62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. 2019-04, Terna A68, G59/2, BDEW-Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 3.0), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC 61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia				
<p>Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V_{mpp,min} is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1). Without overmodulation, the V_{mpp,min} value is increased of approximately 2% ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'Voc' at low temperatures ⁽⁴⁾ With the sand trap kit ⁽⁵⁾ Other AC voltages and powers available upon request. ⁽⁶⁾ For P_{out} > 25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.</p>					

Figura 27. Datasheet dei possibili inverter da utilizzare – Parte 1

	1640TL B630	1665TL B640	1690TL B650	1740TL B670	1800TL B690
Input (DC)					
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	1,620 - 2,128 kWp	1,646 - 2,162 kWp	1,672 - 2,196 kWp	1,723 - 2,263 kWp	1,775 - 2,330 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	894 - 1,300 V	907 - 1,300 V	921 - 1,300 V	949 - 1,300 V	977 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V				
Maximum current	1,870 A				
N° inputs with fuse holders	6 up to 15 (up to 12 with the combiner box)				
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)				
Type of connection	Connection to copper bars				
Power blocks	1				
MPPT	1				
Max. current at each input	From 40 A to 350 A for positive and negative poles				
Input protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)				
DC switch	Motorized DC load break disconnect				
Other protections	Up to 15 pairs of DC fuses (optional) / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton				
Output (AC)					
Power IP54 @30 °C / @50 °C	1,637 kVA / 1,473 kVA	1,663 kVA / 1,496.5 kVA	1,689 kVA / 1,520 kVA	1,741 kVA / 1,567 kVA	1,793 kVA / 1,613 kVA
Current IP54 @30 °C / @50 °C	1,500 A / 1,350 A				
Power IP56 @27 °C / @50 °C ⁽⁴⁾	1,637 kVA / 1,449 kVA	1,663 kVA / 1,472 kVA	1,689 kVA / 1,495 kVA	1,741 kVA / 1,541 kVA	1,793 kVA / 1,587 kVA
Current IP56 @27 °C / @50 °C ⁽⁴⁾	1,500 A / 1,328 A				
Rated voltage ⁽⁵⁾	630 V IT System	640 V IT System	650 V IT System	670 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz				
Power Factor adjustable	Yes, 0-1 (leading / lagging)				
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%				
Output protections					
Overvoltage protections	Type II surge arresters				
AC breaker	Motorized AC circuit breaker				
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection				
Other protections	AC short circuits and overloads				
Features					
Maximum efficiency	98.9%				
Euroefficiency	98.5%				
Max. consumption aux. services	4,700 W (25 A)				
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	90 W				
Average power consumption per day	2,000 W				
General Information					
Operating temperature	-20 °C to +57 °C				
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%				
Protection class	IP54 (IP56 with the sand trap kit)				
Corrosion protection	C5H				
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)				
Cooling system	Air forced with temperature control (230 V phase + neutral power supply)				
Air flow range	0 - 7,800 m³/h				
Average air flow	4,200 m³/h				
Acoustic emission (100% / 50% load)	<66 dB(A) at 10m / <54.5 dB(A) at 10m				
Marking	CE				
EMC and security standards	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC 62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Grid connection standards	IEC 62116, Arrêté 23-04-2008, CEI 0-16 Ed. III, Terna A68, G59/2, BDEW Mittelspannungsrichtlinie:2011, P.O.12.3, South African Grid code (ver 3.0), Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Penan Grid code, Thailand PEA requirements, IEC 61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia				
Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions ⁽²⁾ V _{mpp,min} is for rated conditions (V _{ac} =1 p.u. and Power Factor=1). Without overmodulation, the V _{mpp,min} value is increased of approximately 2% ⁽³⁾ Consider the voltage increase of the V _{oc} at low temperatures ⁽⁴⁾ With the sand trap kit ⁽⁵⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽⁶⁾ For P _{out} > 25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.					

Figura 28. Datasheet dei possibili inverter da utilizzare – Parte 2

Per il dimensionamento dei cavi in MT è stato adoperato il criterio termico (come indicato dalla CEI UNEL 35027), utilizzando il criterio elettrico come ulteriore verifica delle sezioni scelte. Per il criterio termico è necessario individuare innanzitutto la corrente d'impiego I_b per la singola tratta, in modo da garantire che la portata del cavo I_0 (opportunamente corretta) sia sempre maggiore della corrente d'impiego prevista.

$$I_z = K_{TT} \cdot K_d \cdot K_p \cdot K_r \cdot I_0 > I_b$$

Dove:

- K_{TT} è il coefficiente di correzione per posa interrata e temperature ambientali diverse dai 20 °C;
- K_d è il coefficiente di correzione per cavi tripolari (nel nostro caso assumeremo 1 perché adoperiamo cavi unipolari);
- K_p è il coefficiente di correzione per valori di profondità di posa diversa da 0,8 m (cavi direttamente interrati);
- K_r è il coefficiente di correzione per valori di resistività termica diversi da 1,5 K m/W (cavi direttamente interrati)

Per il criterio elettrico è necessario verificare che la massima caduta di tensione sul cavidotto, nelle condizioni di funzionamento ordinario e particolari previsti (per es. avviamento motori), sia entro valori accettabili in relazione al servizio. Indicazioni circa i valori ammissibili per la caduta di tensione possono essere ricavati dalle norme relative agli apparecchi utilizzatori connessi e dalle norme relative agli impianti, ove applicabili. Nel caso specifico si assume:

$$\Delta V = K_L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \leq 4\%$$

Dove:

- K_L , coefficiente di linea: 2 per linea monofase e $\sqrt{3}$ per linea trifase;
- R , resistenza del cavo;
- X , reattanza del cavo;
- I , corrente di impiego (I_b);
- $\cos \varphi$ ($\sin \varphi$), fattore di potenza.

I risultati ottenuti dimostrano una caduta di tensione complessiva (somma delle cadute di tensione dei cavi in arrivo alla cabina di raccolta e in arrivo alla sottostazione d'utente) dell'ordine dell'1.71%.

Sono stati così dimensionati i vari tratti di elettrodotto dalle power station alla cabina di raccolta e dalla cabina di raccolta alla sottostazione di utente.

Il sistema di linee interrate in MT a servizio del campo fotovoltaico, è realizzato con le seguenti modalità:

- Scavo a sezione ristretta obbligata (trincea) con dimensioni variabili da circa 60 A 150 cm, di altezza da circa 120 a 150 cm;
- Letto di sabbia di circa 10 cm, per la posa delle linee MT avvolte ad elica;
- Rinfiando e copertura dei cavi MT con sabbia per almeno 10 cm;
- Corda nuda in rame (o in alluminio) per la protezione di terra (avente, come previsto da norma CEI EN 61936-1, una sezione maggiore o uguale di 16 mm² per il rame e 35 mm² nel caso di alluminio), e tubazioni PVC per il contenimento dei cavi di segnale e della fibra ottica, posati direttamente sulla sabbia, all'interno dello scavo;
- Riempimento per almeno 20 cm con sabbia;
- Inserimento per tutta la lunghezza dello scavo, e in corrispondenza dei cavi, delle tegole protettive in plastica rossa per la protezione e individuazione del cavo stesso;
- Nastro in PVC di segnalazione;
- Rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte.

6.6.2 Cavi MT

I cavi MT di collegamento interno tra le power station e, conseguentemente, con la cabina di raccolta saranno del tipo ARE4H5E 18/30 kV, con sezioni variabili:

- Dalle power station B, D, F e H escono i cavi sopracitati verso, corrispettivamente, le power station B, F ed E, per realizzare collegamento in entra-esce. Per tutti e tre i collegamenti si prevede una sezione tipo di 3x(1x120) mm² e lunghezze specifiche riportate nello schema unifilare in allegato.
- Dalle power station A, C, E e G escono, dunque, i cavi in direzione della cabina di raccolta, tutti con una sezione prevista di 3x(1x300) mm² e lunghezze specifiche riportate nello schema unifilare in allegato.

Per chiarire al meglio quanto descritto si può far riferimento alla Figura 30.

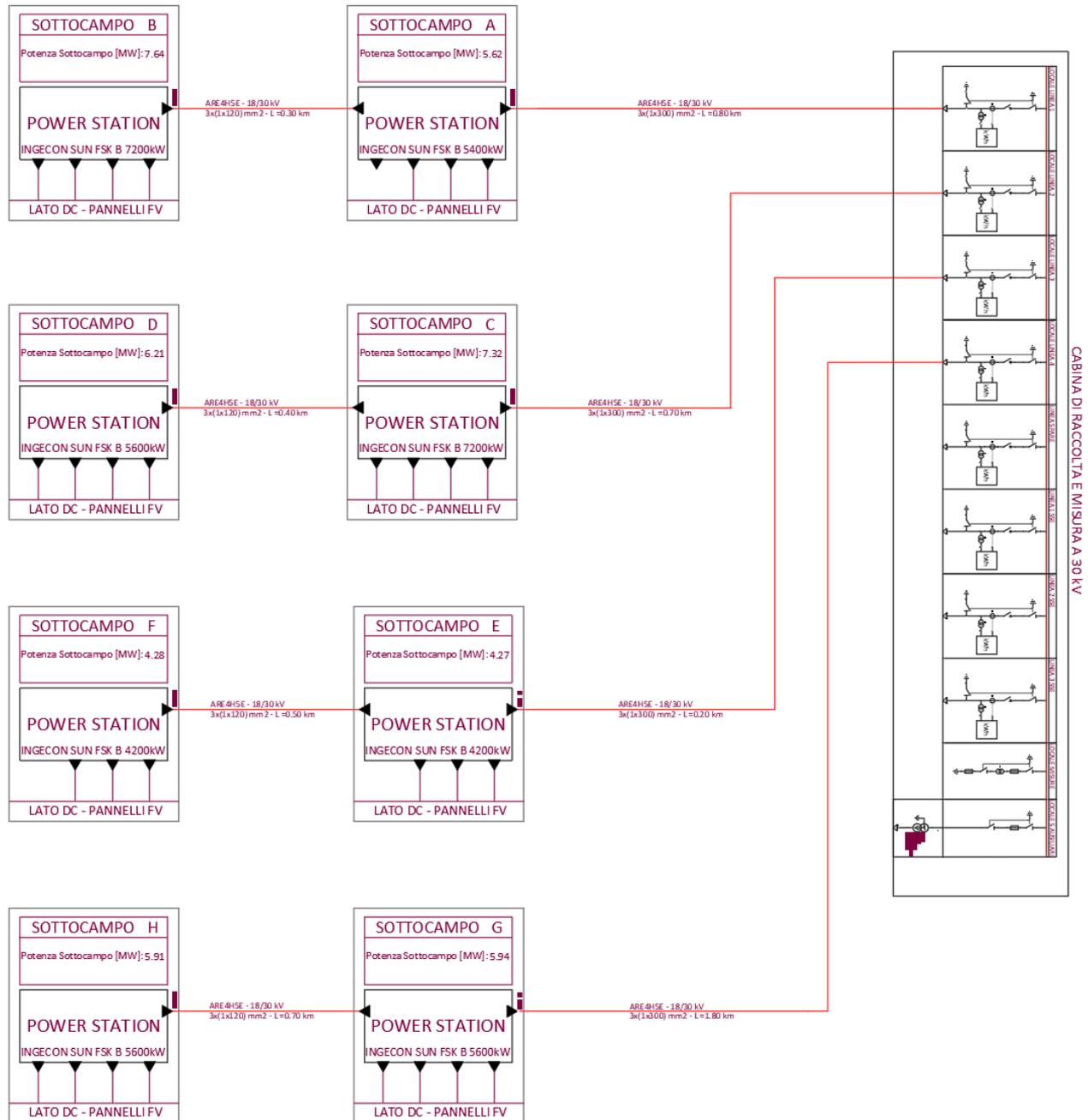


Figura 30. Collegamento entra esci tra le power station e verso la cabina di raccolta

Tali cavi sono stati impiegati poiché adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze, con possibilità di posa in aria libera, in tubo, in canale o posa direttamente interrata anche non protetta.

Essi hanno le seguenti caratteristiche costruttive:

- Anima realizzata con conduttore a corda rotonda compatta di alluminio;
- Semiconduttore interno a miscela estrusa;
- Isolante in miscela di polietilene reticolato per temperature a 85°C XLPE;
- Semiconduttore esterno a miscela estrusa;
- Rivestimento protettivo realizzato con nastro semiconduttore igroespandente;
- Schermo a nastro in alluminio avvolto a cilindro longitudinale ($R_{\max} = 3 \Omega/\text{km}$);
- Guaina in polietilene, colore rosso.

Il datasheet e le specifiche tecniche del cavo sono riportati nella Figura 31 e Figura 32

ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo
Anima
Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio
Semiconduttivo interno
Mescola estrusa
Isolante
Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)
Semiconduttivo esterno
Mescola estrusa
Rivestimento protettivo
Nastro semiconduttore igroespandente
Schermatura
Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)
Guaina
Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)
Marcatura
PRYSMIAN (**) ARE4H5E <tensione>
<sezione> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

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

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

Standard
HD 620/IEC 60502-2

Cable design
Core
Compact stranded aluminium conductor
Inner semi-conducting layer
Extruded compound
Insulation
Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)
Outer semi-conducting layer
Extruded compound
Protective layer
Semiconductive watertight tape
Screen
Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)
Sheath
Polyethylene: red colour (DMP 2 type)
Marking
PRYSMIAN (**) ARE4H5E <rated voltage>
<cross-section> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

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

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



Condizioni di posa / Laying conditions



Figura 31. Datasheet cavo MT_ ARE4H5E

ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura
<i>conductor cross-section</i>	<i>conductor diameter</i>	<i>diameter over insulation</i>	<i>nominal outer diameter</i>	<i>approximate weight</i>	<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio	
<i>conductor cross-section</i>	<i>open air installation</i>	<i>p=1 °C m/W</i>	<i>p=2 °C m/W</i>
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	28	580	370
70	9,7	20,8	29	650	380
95	11,4	22,1	30	740	400
120	12,9	23,2	32	840	420
150	14,0	24,3	33	930	440
185	15,8	26,1	35	1090	470
240	18,2	28,5	37	1310	490
300	20,8	31,7	42	1560	550
400	23,8	34,9	45	1930	610
500	26,7	37,8	48	2320	650
630	30,5	42,4	53	2880	700

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	186	175	134
70	230	214	164
95	280	256	197
120	323	291	223
150	365	325	250
185	421	368	283
240	500	427	328
300	578	483	371
400	676	551	423
500	787	627	482
630	916	712	547

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	34	830	450
70	9,7	25,6	34	870	450
95	11,4	26,5	35	950	470
120	12,9	27,4	36	1040	470
150	14,0	28,1	37	1130	490
185	15,8	29,5	38	1260	510
240	18,2	31,5	41	1480	550
300	20,8	34,7	44	1740	590
400	23,8	37,9	48	2130	650
500	26,7	41,0	51	2550	690
630	30,5	45,6	56	3130	760

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

50	190	175	134
70	235	213	164
95	285	255	196
120	328	291	223
150	370	324	249
185	425	368	283
240	503	426	327
300	581	480	369
400	680	549	422
500	789	624	479
630	918	709	545

Figura 32. Specifiche tecniche cavo MT_ ARE4H5E 18/30 Kv

6.7 CABINA DI RACCOLTA

Nel progetto presentato verrà utilizzata una cabina prefabbricata, congruente con le norme CEI 17-103.

Tale cabina ha lo scopo principale di accorpare le correnti provenienti dai cavidotti in uscita dai sottocampi, al fine di portare la potenza alla sottostazione d'utente con una o più terne. Tale cabina è essenzialmente suddivisibile in 3 scomparti:

- Locali Linea Input: i locali nei quali è previsto l'arrivo delle linee provenienti dai sottocampi, oltre che i sistemi di protezione e di misura per singola linea; nel caso proposto vi saranno 3 cavidotti interrati in arrivo alla cabina di raccolta, ad una tensione di 30 kV.
- Locale Misure: il locale ove è previsto il prelievo di tutti i dati atti a monitorare lo stato dell'impianto e i sistemi di protezione.
- Locali Linea Output: i locali nei quali è previsto l'uscita della linea o delle linee che andranno nella sottostazione d'utente; nel caso proposto vi saranno 2 cavidotti interrati alla tensione di 30 kV.

Oltre questa suddivisione concettuale vi saranno anche un locale spare ed un locale per i servizi ausiliari.

Si riporta in Figura 33 la planimetria elettromeccanica:

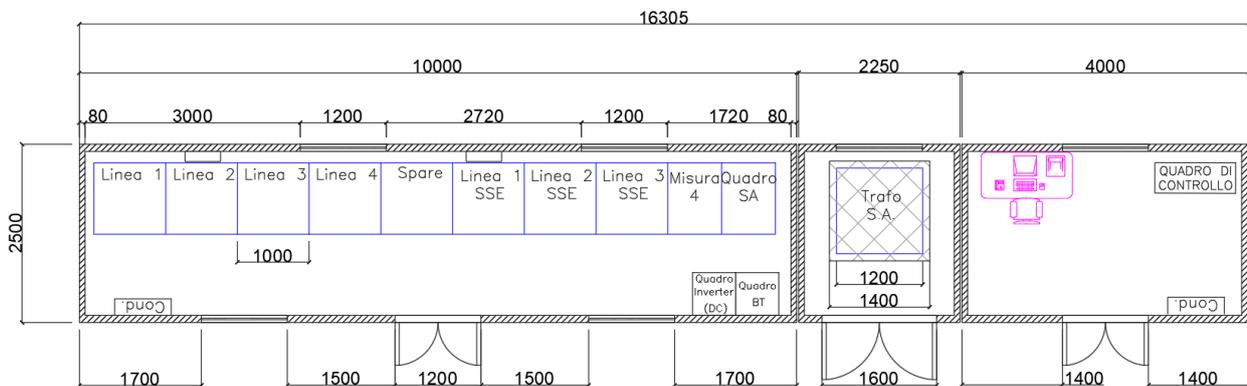


Figura 33. Planimetria elettromeccanica cabina di raccolta

6.8 CONTROL ROOM

Il sistema di monitoraggio dell'impianto fotovoltaico è posizionato in apposite control room.

Il sistema di monitoraggio e controllo installato è basato su architettura SCADA in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni. Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione del campo solare;
- di produzione degli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare dati climatici e dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico. I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FV.

I dati monitorati saranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA. Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di auto-diagnosi e auto-tuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperatura moduli.

6.9 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

La norma CEI 82 - 4 prevede, indipendentemente dalla classe di isolamento dei componenti, la messa a terra delle masse metalliche (cornici dei moduli fotovoltaici, struttura di supporto, ecc.), la norma CEI 64 – 8, invece, non consente la messa a terra delle parti metalliche dei componenti elettrici di Classe II. Se quindi tutti i componenti sono dotati di doppio isolamento o rinforzato è vietata la messa a terra delle masse, ed è quello che normalmente si deve fare.

I moduli, quindi, non richiedono collegamento verso terra. Le strutture metalliche a supporto dei pannelli invece sono da collegare a terra, come tutti i supporti, con capicorda e cavo fino al pozzetto. L'impianto di terra cui saranno collegato è lo stesso

Per maggiori informazioni sul dimensionamento dell'impianto di terra (per la sottostazione d'utente) si rimanda al paragrafo 7.5.

7 OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN

7.1 CAVIDOTTO MT

Il collegamento tra la cabina di raccolta e la rete elettrica nazionale (RTN) avviene mediante una rete di cavidotti interrati; nello specifico, il cavidotto MT in uscita dalla cabina raccolta si connette ad una cabina di trasformazione 30/150kV, installata all'interno della stazione utente.

Il cavidotto MT interrato attraversa esclusivamente il comune di Ascoli Satriano (FG).

A partire dalla cabina di raccolta, è stato definito il tracciato di connessione fino alla SSE MT/AT d'utente; la viabilità interessata da questa dorsale coinvolge diverse strade comunali e sterrate, come è possibile vedere in Figura 34.



Figura 34. Layout impianto e collegamento con SSE su ortofoto

I cavi utilizzati saranno interrati ad una profondità variabile da 1 a 1,5 metri, la posa sarà effettuata realizzando trincee a sezione ristretta obbligata con dimensioni variabili, ponendo sul fondo dello scavo, opportunamente livellato, un letto di sabbia fine o di terreno escavato, se dalle buone caratteristiche geomeccaniche.

Al di sopra di tale strato si poseranno quindi i conduttori a media tensione (due terne di cavi MT) avvolte ognuna ad elica. I cavi saranno poi ricoperti da uno strato di circa 15/20 centimetri di terra vagliata e compattata. Al di sopra di tale strato saranno posate per tutta la lunghezza dello scavo, ed in corrispondenza dei cavi, delle beole in CLS rosso, aventi la funzione di protezione da eventuali colpi di piccone o altro attrezzo da scavo, in caso di dissotterramenti futuri, nonché quella di indicare la posizione dei cavi stessi. Dopo la posa delle beole, si procederà al rinterro dello scavo con la terra proveniente allo scavo stesso debitamente compattata, fino ad una quota inferiore di 30 centimetri al piano campagna. A tale quota si poserà quindi, una rete di plastica rossa o altro mezzo indicativo simile (nastri plastificati rossi, etc.) atto a segnalare la presenza dei cavi sottostanti.

In caso di percorso totalmente su terreno vegetale, lo scavo sarà completato con il rinterro di altro terreno vegetale, proveniente dallo scavo stesso, fino alla quota del piano campagna. In caso di attraversamenti stradali o di percorsi lungo una strada, la trincea di posa verrà realizzata secondo le indicazioni dei diversi Enti Gestori (Amm.ne Comunale e/o Provinciale). Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con l'infissione periodica di cartelli metallici indicanti l'esistenza dei cavi a MT sottostanti. Tali cartelli potranno essere eventualmente, sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (Profondità di posa, Tensione di esercizio).

In fase esecutiva, in funzione delle lunghezze commerciali dei cavi, potranno essere predisposti dei pozzetti di ispezione adatti ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quelle indicate nella tabella seguente tratta dalle norme CEI 64-8:

Tabella 4. Estratto da Norme CEI 64-8

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm ²)	Cond. protez. facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm ²)	Cond. protez. non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo nel conduttore di fase (mm ²)
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
minore o uguale a 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione. In alternativa ai criteri sopra indicati è ammesso il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 9.6.01 delle norme CEI 64-8.

7.2 CAVI MT

Il dimensionamento del cavidotto MT che va dalla cabina di raccolta alla sottostazione d'utente, è stato analizzato nel paragrafo 6.6.

Dall'analisi specificata nella relazione "FV.ASC02.PD.H.07 – Relazione di calcolo preliminare sugli impianti" è stato possibile concludere che la sezione scelta è sufficiente per garantire una caduta di tensione inferiore al 4% ed una potenza dissipata inferiore al 2%.

Per il collegamento elettrico in MT alla sottostazione d'utente, si prevede l'utilizzo di tre terne trifase in cavo interrato; i cavi unipolari utilizzati sono ARE4H5E - 18/30 kV di sezione (1x400) mm².

Tali cavi sono stati impiegati poiché adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze, con possibilità di posa in aria libera, in tubo, in canale o posa direttamente interrata anche non protetta.

Essi hanno le seguenti caratteristiche costruttive:

- Conduttore in alluminio in corda rigida rotonda compatta;
- Strato semiconduttore in materiale estruso;
- Isolamento in HEPR (Hard Ethylene Propylene Rubber) senza piombo;
- Strato semiconduttore in materiale estruso, pelabile a freddo;
- Schermo composto con fili di rame rosso avvolti in controspirale;
- Guaina esterna in mescola a base di PVC (Polivinilcloruro), qualità Rz;

Il cavo rispetta le prescrizioni delle norme HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta la IEC 60502-2.

Tali cavi sono gli stessi utilizzati internamente al campo fotovoltaico; il datasheet e le specifiche tecniche del cavo sono riportate nella Figura 31 e Figura 32.

7.2.1 Pozzetti e camerette

I pozzetti e le camerette potrebbero essere realizzati sulla rete di cavidotti per contenere le giunzioni fra le varie tratte, al fine di proteggere e rendere ispezionabile il giunto stesso.

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette si terrà presente che:

- si devono poter introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura;

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi MT deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione.

In particolare, occorre:

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

7.2.2 Messa a terra dei rivestimenti metallici

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziale le masse metalliche che ricoprono il cavo, ponendole tutte a potenziale zero; dato l'elevato valore di tensione del conduttore (30kV e 150kV), il materiale isolante (dielettrico) che ricopre il conduttore sarà sede di correnti di spostamento che dal conduttore fluiscono verso il rivestimento metallico; per effetto di queste correnti la massa metallica esterna (armatura) si troverà sotto tensione, ad un valore pericoloso per il corpo umano; qualora nella trincea fossero posati più cavi o coesistano cavi e altre condotte (telecomunicazioni, gas, acquedotti) il fenomeno può estendersi ad altre parti metalliche presenti; pertanto la messa a terra delle masse metalliche annulla questo fenomeno, evitando sollecitazioni dannose per l'isolante del cavo e offrendo maggiore sicurezza al personale tecnico ed elementi di altre reti.

Lo schermo dei cavi a MT deve essere messo a terra ad entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto. Ai sensi della CEI 11-27, essendo il

tratto più lungo del cavidotto oltre i 4 km, gli schermi dei cavi MT saranno sempre atterrati alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.

7.3 CAVI IN FIBRA OTTICA

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

- Tracciato delle linee: Il tracciato delle linee in cavo in fibra ottica dovrà seguire più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto.
- Sforzi di tiro per la posa: Durante le operazioni di posa, lo sforzo di tiro che può essere applicato a lungo termine sarà al massimo di 3000 N.
- Raggi di curvatura: Il raggio di curvatura dei cavi durante le operazioni di installazione non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Durante le operazioni di posa è indispensabile che il cavo non subisca deformazioni temporanee. Il rispetto dei limiti di piegatura e tiro è garanzia di inalterabilità delle caratteristiche meccaniche della fibra durante le operazioni di posa. Se inavvertitamente il cavo subisce deformazioni o schiacciamenti visibili, la posa deve essere interrotta e dovrà essere effettuata una misurazione con OTDR per verificare eventuali rotture o attenuazioni eccessive provocate dallo stress meccanico. Nel caso che il cavo subisca degli sforzi di taglio pronunciati, con conseguente rottura della guaina esterna, deve essere segnalato il punto danneggiato e si potrà procedere alla posa del cavo dopo aver preventivamente isolato la parte di guaina lacerata con nastro gommatto vulcanizzante tipo 3M. Le bobine con ancora avvolto il cavo ottico, vanno manipolate con cura evitando ripetuti spostamenti. Non sono ammesse giunzioni lungo il percorso dei cavi in fibra ottica, se non quelle dovute all'impossibilità di disporre di un'unica pezzatura del cavo.

7.4 STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

La stazione elettrica utente 30/150 kV prevederà uno stallo di trasformazione MT/AT, un sistema sbarre AT ed uno stallo arrivo linea AT comune ad un secondo stallo trasformatore di futura realizzazione.

Lo stallo MT/AT prevede:

- Un trasformatore 30/150 kV avente potenza nominale pari a 48/52 MVA con variatore sotto carico e predisposizione per la messa a terra del centro stella;
- Tre scaricatori di sovratensione;
- Tre trasformatori di corrente (protezione e misure);
- Tre trasformatori di tensione induttivi (misure);
- Un interruttore automatico, isolato in SF6 con comando unipolare;
- Tre trasformatori di tensione capacitivi/induttivi (protezione/misura);
- Un sezionatore di isolamento sbarre (tripolare);
- Tre isolatori rompitratta AT;
- Un portale per il collegamento aereo alla sezione di impianto d'area comune.

I collegamenti tra le varie apparecchiature AT saranno di tipo rigido con conduttori in tubo di alluminio.

La disposizione elettromeccanica della stazione elettrica utente è stata progettata tenendo in considerazione la possibile necessità futura di espansione con predisposizione dello spazio necessario ad accogliere un ulteriore stallo produttore.

7.4.1 Edificio Utente

L'Edificio si presenta, a pianta rettangolare, composto dai seguenti locali:

- Tre scaricatori di sovratensione in MT;
- Cavi MT tra il trasformatore AT/MT ed il quadro MT a 30 kV;
- Uno scomparto con interruttore automatico e sezionatore a protezione del trasformatore AT/MT, lato MT;
- Due scomparti con interruttore automatico e sezionatore a protezione della rete a 30 kV del campo Agro-Fotovoltaico;
- Due scomparti con interruttore automatico e sezionatore di scorta;
- Uno scomparto con IMS e fusibili a protezione del trasformatore di alimentazione dei servizi ausiliari di impianto;

- Uno scomparto con IMS e fusibili di scorta;
- Due scomparti con interruttore automatico e sezionatore a protezione degli eventuali banchi di rifasamento;
- Uno scomparto misura con IMS, fusibili e TV in MT.

La copertura del tetto è impermeabilizzata, gli infissi realizzati in alluminio anodizzato. Nei locali apparsi è posto in opera un pavimento modulare flottante per consentire il passaggio dei cavi.

7.4.2 Protezioni

Il sistema scelto per la protezione, il comando e controllo dell'Impianto di Utente apparirà ad una generazione di apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni di acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione sarà costituito da:

1. Sezione lato AT stallo e sezione protezioni lato AT/MT Trasformatore e reg. tensione AT
 - Protezioni lato AT a microprocessore 50-51-51N-27-59-81
 - Protezioni lato AT/MT a microprocessore differenziale 87T
 - Regolatori automatici di tensione
2. Predisposizione per protezioni lato MT
 - Protezioni lato MT a microprocessore 50-51-51N-67N per arrivo dal trasformatore di potenza
 - Protezioni lato MT a microprocessore 50-51-51N-67N per partenza feeder
 - Protezioni lato MT a microprocessore 50-51-51N per unità congiunte
3. Sezione Sinottico, comando di stazione, metering
 - n. 1 pannello sinottico costituito da n.1 piastra serigrafata con riportato lo schema dell'impianto a 5 colori e con montato e connesso le seguenti apparecchiature:
 - dispositivi per la misura di tensione, corrente, potenza (attiva e reattiva), etc.
 - micromanipolatori per comando apparecchiature AT ed MT, con segnalazione di posizione ed accessori
 - sistema di misura e relativi accessori, sistema di trasmissione misure di energia teleleggibile su specifiche TERNA, sezione trasmissione dati/sistemi TLC
 - sistema di protezione comando, controllo e monitoraggio al fine di consentire service e reperibilità 24h su 24h, compreso sistema di telecomunicazione con Terna e gestione distacco carico dalla rete

7.4.3 Composizione minima servizi ausiliari

La composizione minima dei servizi ausiliari prevede la seguente configurazione minima:

- Armadi e quadri MT
- Trasformatori MT/BT
- Gruppo elettrogeno
- Armadi BT Servizi Ausiliari in corrente alternata
- Armadi BT Servizi Ausiliari in corrente continua
- Armadi Raddrizzatori
- Armadi Batterie
- Quadri BT Servizi Ausiliari

7.4.4 Apparecchiature MT

Il quadro di distribuzione generale delle alimentazioni MT della stazione è del tipo in lamiera zincata, con porte e pannelli frontali verniciati in grigio RAL 7035; tutti gli scomparti che compongono il quadro MT sono del tipo a tenuta di arco interno, al fine di garantire ulteriormente la sicurezza del personale, inoltre, ognuno di esso è predisposto con interblocchi di sicurezza che garantiscono la sicurezza delle manovre. Gli scomparti sono predisposti per alloggiare al loro interno le apparecchiature MT che necessitano per l'esercizio dell'impianto, di seguito sono elencate le principali caratteristiche degli scomparti utilizzati:

- Sbarre Omnibus da 1250 A.
- Struttura metallica con isolamento a 36 kV e tenuta a 30 kA
- Interruttore motorizzato generale in SF6 - 36 kV, fisso.
- Interruttore di manovra sezionatore con fusibili estraibili.
- Interruttore linea e batteria rifasamento in SF6 A.
- Sezionatore d'isolamento lato sbarre.
- Sezionatore di messa a terra lato cavi.
- Derivatori capacitivi per segnalazione presenza tensione.
- Trasformatori di corrente.
- Trasformatori di tensione.
- Batteria di condensatori di rifasamento in accordo agli standard normativi IEC 60871.
- Contatti ausiliari per segnalazioni.

Gli interruttori MT sono tutti manovrabili a distanza al fine di garantire la sicurezza degli operatori tutti gli interruttori sono associati ad un sistema di protezione a microprocessore.

7.5 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa impedenza.

L'impianto di terra in oggetto si riferisce ad un sistema di II categoria in cui la cabina di trasformazione risulta di proprietà dell'utente. Il sistema, del tipo TN-S, prevede il collegamento del conduttore di protezione, direttamente al centro stella del circuito secondario dei trasformatori. Esso verrà realizzato in accordo alle prescrizioni delle Norme CEI EN 61936-1, CEI EN 50522 e CEI 64-12.

Il dispersore dovrà essere costituito da un dispersore orizzontale disposto ad anello chiuso, posato in modo tale da racchiudere l'area in oggetto.

La sua configurazione (nelle cabine di raccolta e nelle PS) sarà del tipo a maglia di lato non superiore a 1x1 metri. Ai vertici e nel punto mediano dei lati lunghi di ogni cabina, dovranno essere collegati non meno di n° 6 dispersori tubolari di profondità in acciaio al carbonio semiduro con R 37/45, di spessore 5 mm zincato a caldo e altezza non inferiore a 2,5 metri.

Il dispersore sarà realizzato in corda in rame nudo di sezione dell'ordine dei 70 mm² posata in intimo contatto con il terreno, la dispersione sarà assicurata da dispersori di tipo ramato con lunghezza non inferiore a 2,5 metri infissi verticalmente nel terreno e posizionati lungo le linee di terra e connessi alla stessa con una interdistanza indicativa pari a 25 m. Inoltre, il perimetro del fabbricato sarà racchiuso da una corda in rame nudo di sezione non inferiore a 95 mm². Il dispersore in questo caso sarà di tipo con picchetti infissi verticalmente nel terreno con lunghezza non inferiore a 2,5m. Si evidenzia che il dispersore costituito da picchetti e maglia dovrà essere collegato con l'anello disperdente di terra previsto per il campo fotovoltaico. In questa fase di intervento è stata ipotizzata una resistività del terreno pari a circa 100 ohm/m; tale valore verrà verificato in fase esecutiva.

Saranno collegati al dispersore, i ferri dell'armatura delle fondazioni in cls armato, mediante giunzioni di dimensioni tali da garantire la continuità elettrica; tali giunzioni dovranno evitare la formazione di coppie galvaniche e in generale dovranno essere resistenti alla corrosione.

Le giunzioni dovranno essere realizzate mediante saldatura forte o autogena o alluminio-termica, oppure in alternativa, con morsetti a compressione e/o a bullone, i quali dovranno avere una superficie di contatto non inferiore a 200 mm² e i bulloni avranno un diametro non inferiore a 10 mm.

Le connessioni tra il dispersore e i ferri d'armatura dovranno essere realizzate almeno ogni metro, seguendo la posa dello stesso dispersore. Per quanto riguarda il collegamento dell'armatura in ferro delle fondazioni opere in cls, si dovrà riportare all'esterno delle stesse, (prima delle gettate finali), porzioni di un conduttore di terra di sufficiente lunghezza che si collegherà al dispersore orizzontale dell'impianto generale di terra.

Il conduttore di protezione dovrà essere collegato a tutte le masse di tutti gli apparecchi da proteggere compresi gli apparecchi di illuminazione. L'impianto dovrà comprendere come minimo (ammettendo eventuali modifiche a favore della sicurezza in fase esecutiva):

- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono tutti i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità;
- il sezionatore di terra che consentirà le misure e le verifiche sullo stato dell'impianto;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra);
- Sia all'interno, che all'esterno delle Cabine, non si dovranno verificare, in nessun punto, tensioni di contatto e di passo superiori ai valori indicati dalla norma CEI 11-1.