



**GED115 - Sassari**  
Comune: Sassari  
Provincia: Sassari  
Regione: Sardegna

**Nome Progetto:**

GED115 - Sassari  
Progetto di un impianto agrivoltaico sito nel comune di Sassari in località  
"Mandra Ebbas" di potenza nominale pari a 34,04 MWp in DC

**Proponente:**

**Sassari S.r.l.**  
Via Dante, 7  
20123 Milano (MI)  
P.Iva: 13130040960  
PEC: sassarisrl@pec.it

**Consulenza ambientale e progettazione:**

**ARCADIS Italia S.r.l.**  
Via Monte Rosa, 93  
20149 | Milano (MI)  
P.Iva: 01521770212  
E-mail: info@arcadis.it

# PROGETTO DEFINITIVO

**Nome documento:**

Relazione Tecnica Impianto Fotovoltaico

| Commissa | Codice elaborato | Nome file                             |
|----------|------------------|---------------------------------------|
| 30200208 | PRO_REL_09       | PRO_REL_09 - Rel. Tecnica Impianto FV |

| Rev. | Data    | Oggetto revisione | Redatto | Verificato | Approvato |
|------|---------|-------------------|---------|------------|-----------|
| 00   | Mar. 24 | Prima Emissione   | MA      | SDA        | SDA       |

# Indice

|   |          |
|---|----------|
| <b>1 PREMESSA</b>   | <b>3</b> |
| <b>2 DESCRIZIONE GENERALE</b>   | <b>4</b> |
| 2.1 DETTAGLI DEL PROGETTO   | 4        |
| 2.2 Configurazione d'impianto   | 5        |
| 2.3 Configurazione campo FV   | 6        |
| 2.4 Definizione del layout  | 7        |
| <b>3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO</b>                             | <b>8</b> |
| 3.1 Moduli fotovoltaici   | 8        |
| 3.2 Strutture di sostegno   | 10       |
| 3.3 Dispositivi di conversione, trasformazione e protezione – Power Station | 11       |
| 3.4 Cabina AT di smistamento  | 14       |
| 3.5 Collegamenti elettrici  | 16       |
| 3.5.1 Cavi in corrente continua (BT)  | 16       |
| 3.5.2 Cavi di stringa – Configurazione e modalità di installazione          | 17       |
| 3.5.3 Cavi in corrente continua (BT)  | 18       |
| 3.5.4 Cavi in corrente alternata (AT)                                       | 20       |
| 3.5.5 Cavi di sicurezza e sorveglianza                                      | 23       |
| 3.5.6 Cavi dati   | 23       |
| 3.6 Protezioni elettriche   | 23       |
| 3.7 Impianto di Terra   | 24       |
| 3.7.1 Impianto di terra dell'impianto fotovoltaico                          | 24       |
| 3.8 Impianto di supervisione e monitoraggio (SCADA)                         | 24       |
| 3.9 Impianto di sorveglianza/illuminazione                                  | 25       |
| 3.10 Impianto anti-roditori   | 25       |

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica generale costituisce parte integrante del progetto definitivo di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 34,04 MWp e potenza in immissione CA di 50 MW (29 MW dall'impianto fotovoltaico e 21 MW dall'impianto di accumulo), da realizzarsi in aree ubicate nel Comune di Sassari (SS). Occuperà una superficie pari a circa 39,77 ha.

Il codice del progetto è **GED115 - Sassari**.

Si prevede che il campo agrivoltaico venga collegato a una futura Stazione Elettrica RTN "Olmedo" a 36 kV.

Si prevede pertanto un cavidotto a 36 kV per arrivare alla SE RTN distante circa 2,36 km.

La proponente è la società SASSARI S.R.L. con sede legale in Milano (MI), Via Dante n. 7, codice fiscale e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Milano Monza Brianza Lodi 13130040960.

## 2 DESCRIZIONE GENERALE

L'impianto fotovoltaico ha la capacità di generare energia elettrica dai moduli fotovoltaici: ogni singolo modulo fotovoltaico trasforma l'irraggiamento solare in energia elettrica, generata in forma di corrente continua. I moduli fotovoltaici sono posizionati su strutture dedicate (strutture fotovoltaiche), che sono in grado di massimizzare l'irraggiamento dal quale è investito il pannello lungo l'arco dell'intera giornata, e collegati elettricamente in serie a formare una "stringa" di moduli.

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici è raggruppata tramite collegamenti in cavo CC e successivamente immessa negli inverter centralizzati tramite box di stringa, che sono in grado di trasformare l'energia elettrica da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA). L'energia disponibile in corrente alternata BT verrà quindi trasformata dai trasformatori in alta tensione (AT), tramite container skid o "power station" i quali sono composti da inverter, trasformatore elevatore e celle di protezione AT.

L'energia disponibile in corrente alternata AT verrà portata alla cabina generale di smistamento o raccolta, tramite collegamenti (cavi AT), dove verrà raggruppata e resa disponibile alla linea AT di trasmissione tra il campo FV e la Sottostazione RTN di Terna ovvero il Punto di Connessione (PdC) alla RTN.

### 2.1 DETTAGLI DEL PROGETTO

In Tabella 1 sono riportate le principali caratteristiche tecniche relative all'impianto in progetto.

Tabella 1 - Principali caratteristiche dell'impianto FV

|   |   |
|---|---|
| <b>Committente</b>  | Sassari S.r.l.  |
| <b>Luogo di realizzazione:<br/>Impianto AGRIVOLTAICO<br/>Elettrodotta</b> | Sassari (SS)<br>Sassari (SS)  |
| <b>Denominazione impianto</b>   | GED115 - Sassari  |
| <b>Superficie di interesse</b>  | Area Lorda: 61,00 Ha<br>Campo agrivoltaico: 39,77 Ha (area recintata)<br>Superficie coperta dai moduli: 14,07 Ha<br>Fascia perimetrale di mitigazione ambientale: 1.500 m <sup>2</sup><br>Opere di compensazione (rimboschimento): 2,63 Ha<br>Aree di rinfoltimento (mitigazione ambientale): 3,06 Ha |
| <b>Potenza di picco</b>   | 34,04 MWp   |
| <b>Potenza/energia sistema di accumulo</b>                                | 21MW/42MWh  |
| <b>Modalità connessione alla rete</b>                                     | Collegamento in antenna a 36 kV sulla Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150/36 kV denominata "Olmedo".  |
| <b>Tensione di esercizio:</b>   |   |
| <b>Bassa tensione CC</b>  | <1500 V   |
| <b>Bassa tensione CA</b>  | <800 V sezione generatore (inverter)<br>400/230 V sezione ausiliari   |
| <b>Alta tensione</b>  | 36 kV   |
| <b>Strutture di sostegno</b>  | Fisso 2Pi   |
| <b>Inclinazione piano dei moduli (tilt)</b>                               | 25° (Sud)   |
| <b>Angolo di azimuth</b>  | 0°  |
| <b>N° moduli fotovoltaico</b>   | 49.336  |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>N° inverter centralizzati</b>                 | 7                           |
| <b>N° strutture fisse 2x14</b>                   | 1.678 strutture             |
| <b>N° strutture fisse 2x7</b>                    | 168 strutture               |
| <b>N° cabine di trasformazione BT/AT</b>         | 7                           |
| <b>Producibilità energetica attesa (1° anno)</b> | 56,095 GWh<br>1.648 kWh/kWp |

## 2.2 Configurazione d'impianto

L'energia generata dall'impianto fotovoltaico, composto da un singolo campo fotovoltaico con diversi sottocampi a volte non contigui tra di loro, viene raccolta tramite una rete di elettrodotti interrati in Alta Tensione eserciti a 36 kV che confluiscono in un unico punto all'interno della cabina di smistamento, ubicata lungo il confine Nord-Ovest dell'impianto.

Inoltre, l'impianto sarà inoltre dotato di un sistema per l'accumulo dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico per successiva immissione nella rete elettrica, costituito da batterie al Litio LFP (tecnologia Litio-Ferro-Fosfato) e relative apparecchiature elettroniche. Si prevedono n.10 container da 2,10 kW per una potenza complessiva di 21MW e 42 MWh. Ogni container batteria sarà collegato ad altrettanti power station dedicati solo all'impianto di accumulo. L'impianto di accumulo si collegherà in cabina di smistamento/raccolta a 36kV.

Un elettrodotto interrato in Alta Tensione a 36 kV di lunghezza pari a circa 2,36 km trasporterà quindi l'energia generata presso la sottostazione di trasformazione della RTN, all'interno della quale sarà ubicato il punto di consegna (PdC) dell'impianto con la Rete di Trasmissione Nazionale.



Figura 1: Inquadramento dell'impianto FV ed opere di connessione su ortofoto

La potenza nominale complessiva dell'impianto agrivoltaico, determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici, è pari a 34.04 kWp.

In Tabella 2 è riportata la consistenza dell'impianto agrivoltaico, in termini di potenza nominale e di numerosità dei principali componenti installati:



Tabella 2: Consistenza dell'impianto FV

| Moduli FOTOVOLTAICO | Fisso 7x2 | Fisso 14x2 | Inverter e Cabine trasformazione BT/AT |
|---------------------|-----------|------------|--|
| 49.336              | 168       | 1.678      | 7                                      |

## 2.3 Configurazione campo FV

All'interno dei confini dell'impianto fotovoltaico sarà prevista l'installazione di 7 cabine di trasformazione/power stations (si veda Figura 29) realizzate in soluzioni containerizzate e contenenti n°3 sezioni ben definite: una sezione per il quadro in alta tensione, una sezione per il trasformatore di potenza AT/BT (che riceve l'energia da un inverter) e una sezione inverter, il tutto in un'unica struttura preassemblata e monomarca.

Per l'impianto fotovoltaico in oggetto si prevede l'utilizzo di inverter di tipo centralizzato, posizionati direttamente in campo, a ciascuno dei quali saranno collegate fino ad un massimo di 26 connessioni per terminale, 24 bipolari con fusibile (32 poli protetti da fusibili) provenienti dalle "string box" presenti sul campo.

La scelta di utilizzare inverter multi-MPP consente di minimizzare le perdite di disaccoppiamento o mismatch massimizzando la produzione energetica, agevolando inoltre le eventuali operazioni di manutenzione/sostituzione degli inverter aumentando il tempo di disponibilità dell'impianto fotovoltaico nel suo complesso.

I moduli fotovoltaici, realizzati con tecnologia bifacciale ed in silicio monocristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 28 moduli nel caso di stringhe complete oppure da n.14 stringhe, chiamate mezze stringhe, e posizionati su strutture fisse, in configurazione a doppia fila con modulo disposto orizzontalmente (configurazione 2P).

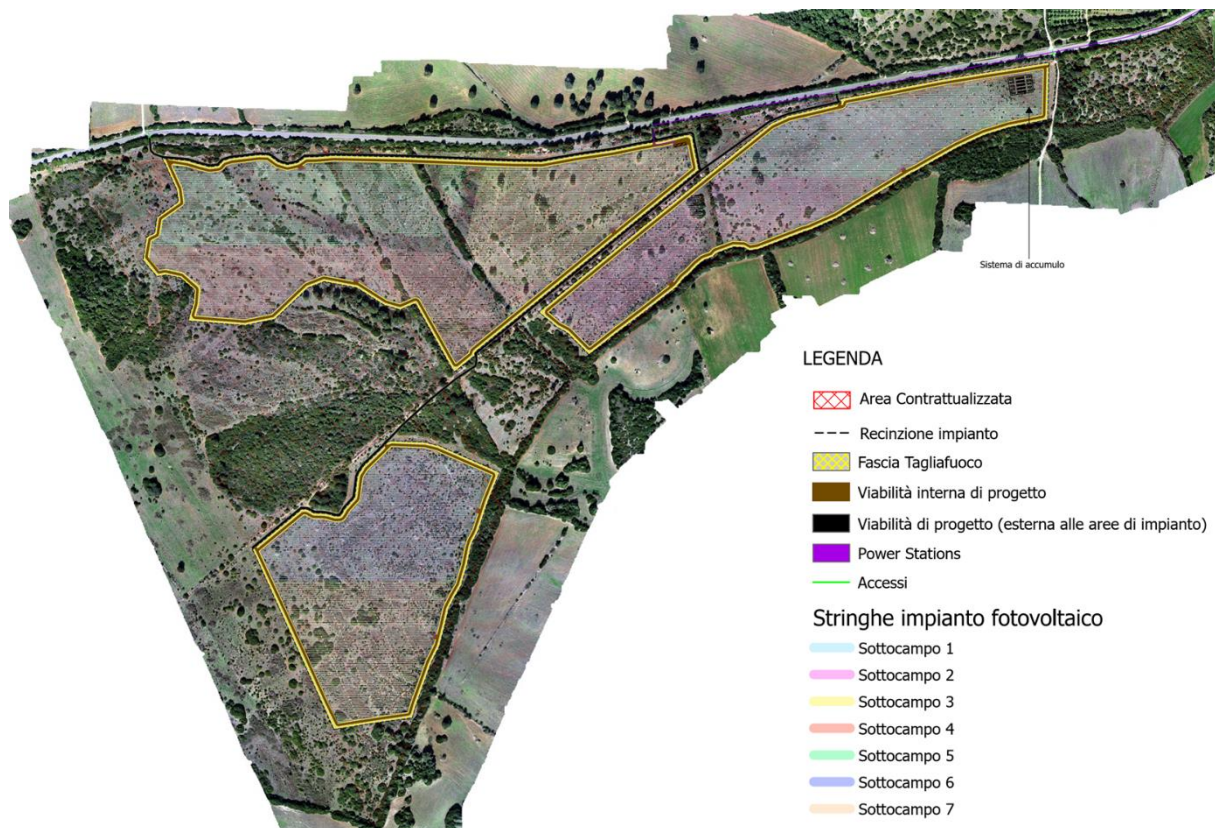


Figura 2: Configurazione dell'impianto (estratto di PRO\_TAV\_08)

L'energia proveniente dal generatore fotovoltaico e dagli Inverter viene convogliata nella cabina utente e attraverso i relativi quadri BT, equipaggiati con gli organi di sezionamento, protezione e controllo, e poi

trasferita al trasformatore BT/AT (600V / 36 kV). L'energia convertita in AT a 36KV, tramite cavidotto interrato, sarà ceduta in rete mediante collegamento alla SE RTN "Olmedo".

## 2.4 Definizione del layout

Il layout dell'impianto fotovoltaico è stato definito, nel pieno rispetto dei vincoli paesaggistici e territoriali, al fine di ottimizzare lo sfruttamento della radiazione solare incidente e conseguentemente massimizzare la produzione energetica dell'impianto.

La disposizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaico, degli inverter e delle cabine elettriche è stata progettata in maniera tale da:

Rispettare i confini dei terreni disponibili prevedendo l'inserimento di opportune opere di mitigazione ambientale lungo il perimetro dell'impianto fotovoltaico;

Utilizzare le sole superfici che presentano già allo stato attuale una pendenza ed una esposizione idonee allo sviluppo impiantistico di progetto;

Evitare interferenze con il reticolo idrografico minore, prevedendo il rispetto della fascia di 10 m prevista dal R.D. 523/1904 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";

Mantenere fruibile l'accesso al tracciato della Condotta Truncu Reale-Tottubella del SIMR, realizzando una viabilità di accesso ai campi che possa essere utilizzata anche per le attività manutentive delle condotte idriche stesse, agevolando di fatto tali interventi;

Mantenere un significativo spazio libero tra le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (pitch 5 m), nonché tra le strutture di sostegno e la recinzione perimetrale (>5m), tale da consentire la conduzione di attività agricole con l'impiego di mezzi meccanici; la viabilità interna all'impianto è stata altresì progettata per consentire una agevole circolazione dei mezzi agricoli all'interno dell'area;

Minimizzare gli ombreggiamenti reciproci tra i filari di moduli fotovoltaico, regolando opportunamente la posizione delle strutture di sostegno ovvero la distanza tra le stesse;

Consentire l'installazione dei locali tecnici/cabine elettriche, rispettando i 5 m richiesti secondo prescrizione VVFF ed allo stesso tempo senza generare ombreggiamenti sui moduli fotovoltaico e lasciando libero un sufficiente spazio di manovra per gli automezzi sia in fase di costruzione che di esercizio e manutenzione dell'impianto.

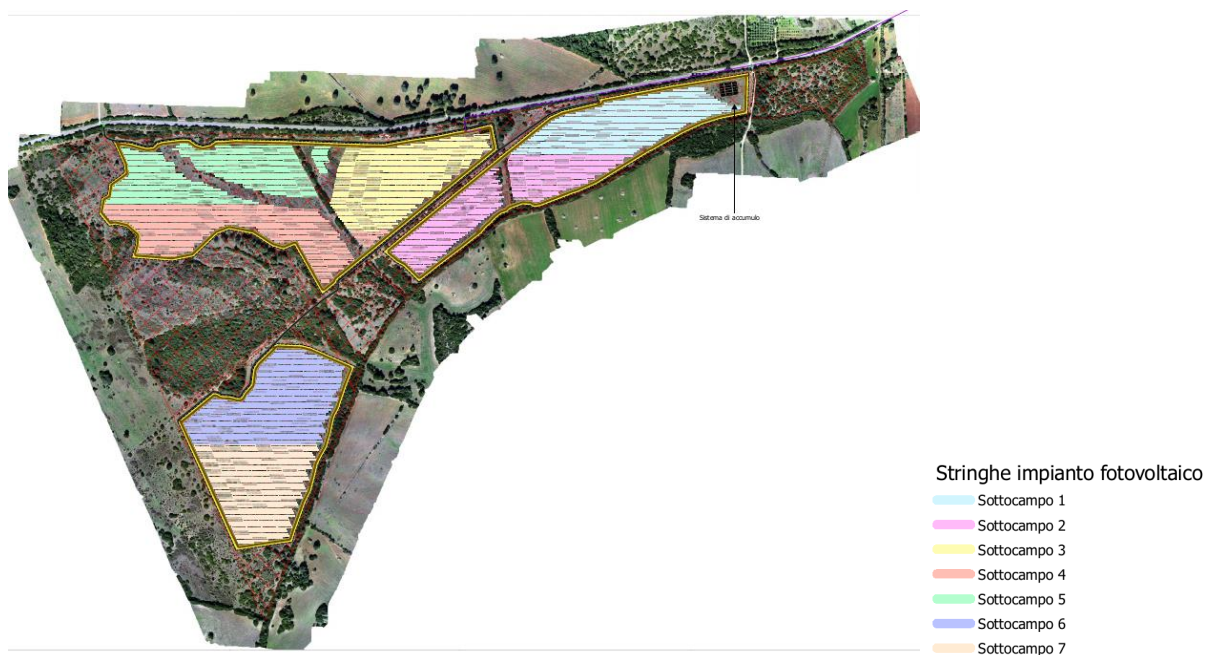


Figura 3: Dettaglio suddivisione in sottocampi (estratto di PRO\_TAV\_8)

## 3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Nei seguenti paragrafi è riportata la descrizione di dettaglio dei componenti d'impianto.

### 3.1 Moduli fotovoltaici

Il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 132 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza, connesse elettricamente in serie. L'impianto sarà costituito da un totale di 49.336 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 34,04 MWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti sono le seguenti:

- Marca: Trinasolar
- Modello: Vertex N Bifacial Dual Module - TSM-NEG21C.20
- Caratteristiche geometriche e dati meccanici
- Dimensioni: 2384 x 1303 x 33 mm
- Peso: 38,3 kg
- Tipo celle: silicio monocristallino
- Telaio: alluminio anodizzato
- Caratteristiche elettriche (STC)
- Potenza di picco (Wp): 690 Wp
- Tensione a circuito aperto (Voc): 47,9 V
- Tensione al punto di massima potenza (Vmpp): 40,1 V
- Corrente al punto di massima potenza (Impp): 18,61 A
- Corrente di corto circuito (Isc): 18,25 A

I moduli previsti dal progetto sono in silicio monocristallino, con tecnologia bifacciale che consente di catturare la luce solare incidente sul lato anteriore che sul lato posteriore del modulo, garantendo così maggiori performance del modulo in termini di potenza in uscita e, di conseguenza, una produzione più elevata dell'impianto fotovoltaico. Il retro del modulo bifacciale, infatti, viene illuminato dalla luce riflessa dall'ambiente, consentendo al modulo di produrre in media il 25% di elettricità in più rispetto a un pannello convenzionale con lo stesso numero di celle. I moduli saranno montati su strutture di tipo fisse, in configurazione bifilare con configurazione 2P7 e 2P14.

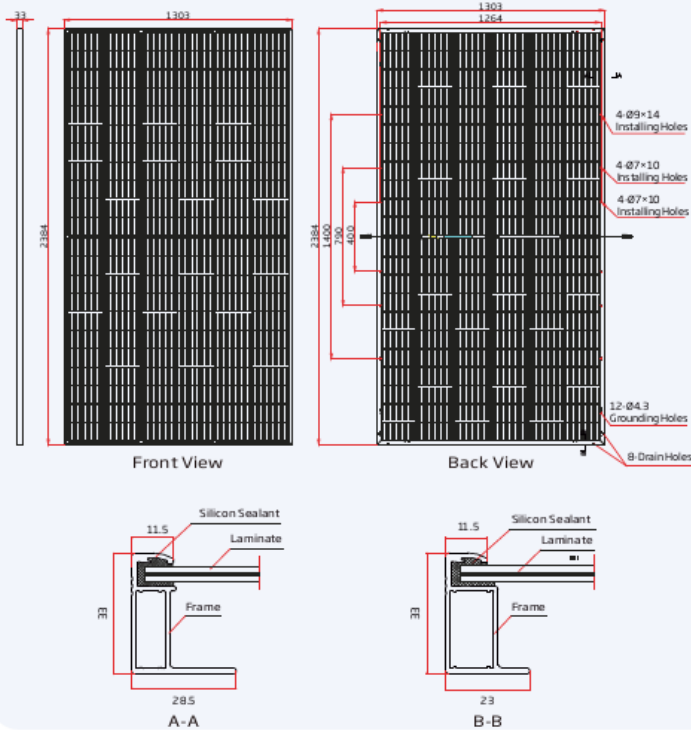
Tali moduli fotovoltaici presentano caratteristiche tecniche innovative, di cui si riportano le principali:

- I moduli sono costituiti da celle fotovoltaiche in Silicio mono-cristallino con tecnologia bifacciale: le celle fotovoltaiche realizzate tramite questa innovativa tecnologia costruttiva sono in grado di convertire in energia elettrica la radiazione incidente sul lato posteriore del modulo fotovoltaico. L'incremento di energia generata rispetto ad un analogo modulo tradizionale/mono-facciale è dipendente da molti fattori, primo fra tutti l'albedo del terreno, e può raggiungere fino a +25% in casi particolarmente favorevoli.
- Layout costruttivo con "mezze-celle": ciascun modulo sarà costituito da celle fotovoltaiche, collegate elettricamente tra loro. La divisione in due di ciascuna cella fotovoltaica consente di ridurre la corrente foto-generata da ciascuna di esse, comportando una diminuzione delle perdite resistive (direttamente proporzionali all'entità della corrente stessa) e conseguentemente un incremento di efficienza della cella stessa;
- Collegamento elettrico delle celle fotovoltaiche tramite tecnologia "multi-busbar" in grado di ridurre ulteriormente le perdite resistive, minimizzando l'entità della corrente trasportata dalla singola busbar;
- Collegamento elettrico delle celle tramite ribbon di forma cilindrica, anziché la consueta sezione rettangolare, la quale consente di ridurre le perdite ottiche e di minimizzare la resistenza elettrica.

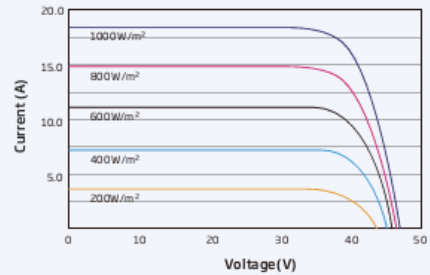
Di seguito si riporta invece un estratto dal datasheet del modulo fotovoltaico selezionato riportante le principali caratteristiche costruttive.



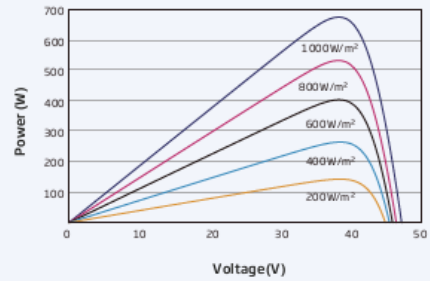
### DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



### I-V CURVES OF PV MODULE(675W)



### P-V CURVES OF PV MODULE(675W)



#### ELECTRICAL DATA (STC)

| Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*    | 670   | 675   | 680   | 685   | 690   |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Power Tolerance- $P_{MAX}$ (W)       |       |       | 0     | +5    |       |
| Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V) | 39.2  | 39.4  | 39.6  | 39.8  | 40.1  |
| Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A) | 17.09 | 17.12 | 17.16 | 17.19 | 17.23 |
| Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)   | 47.0  | 47.2  | 47.4  | 47.7  | 47.9  |
| Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)  | 18.10 | 18.14 | 18.18 | 18.21 | 18.25 |
| Module Efficiency $\eta_m$ (%)       | 21.6  | 21.7  | 21.9  | 22.1  | 22.2  |

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. \*Measuring tolerance: ±3%

#### Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

|   |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total Equivalent power - $P_{MAX}$ (Wp) | 724   | 729   | 734   | 740   | 745   |
| Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)    | 39.2  | 39.4  | 39.6  | 39.8  | 40.1  |
| Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)    | 18.46 | 18.49 | 18.53 | 18.57 | 18.61 |
| Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)      | 47.0  | 47.2  | 47.4  | 47.7  | 47.9  |
| Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)     | 19.55 | 19.59 | 19.63 | 19.67 | 19.71 |
| Irradiance ratio (rear/front)           |       |       | 10%   |       |       |

Product Bifaciality: 80±5%

#### ELECTRICAL DATA (NOCT)

|                                      |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power- $P_{MAX}$ (Wp)        | 510   | 514   | 517   | 521   | 526   |
| Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V) | 36.8  | 37.0  | 37.2  | 37.3  | 37.7  |
| Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A) | 13.86 | 13.89 | 13.91 | 13.94 | 13.96 |
| Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)   | 44.5  | 44.7  | 44.9  | 45.2  | 45.4  |
| Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)  | 14.59 | 14.62 | 14.65 | 14.67 | 14.71 |

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

#### MECHANICAL DATA

|                      |   |
|----------------------|---|
| Solar Cells          | Monocrystalline   |
| No. of cells         | 132 cells   |
| Module Dimensions    | 2384×1303×33 mm (93.86×51.30×1.30 inches)   |
| Weight               | 38.3 kg (84.4 lb)   |
| Front Glass          | 2.0mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass   |
| Encapsulant material | EVA/POE   |
| Back Glass           | 2.0mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)   |
| Frame                | 33mm (1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy   |
| J-Box                | IP68 rated  |
| Cables               | Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ),<br>Portrait: 350/280 mm (13.78/11.02 inches)<br>Length can be customized |
| Connector            | MC4 EVO2/ TS4*  |

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

#### TEMPERATURE RATINGS

|   |             |
|---|-------------|
| NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) | 43°C (±2°C) |
| Temperature Coefficient of $P_{MAX}$      | -0.30%/°C   |
| Temperature Coefficient of $V_{OC}$       | -0.24%/°C   |
| Temperature Coefficient of $I_{SC}$       | 0.04%/°C    |

#### MAXIMUM RATINGS

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| Operational Temperature | -40~+85°C      |
| Maximum System Voltage  | 1500V DC (IEC) |
| Max Series Fuse Rating  | 35A            |

#### WARRANTY

|                                      |
|--------------------------------------|
| 12 year Product Workmanship Warranty |
| 30 year Power Warranty               |
| 1% first year degradation            |
| 0.4% Annual Power Attenuation        |

(Please refer to product warranty for details)

#### PACKAGING CONFIGURATION

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Modules per box:           | 33 pieces  |
| Modules per 40' container: | 594 pieces |

Si prevede di realizzare stringhe costituite da 28 e mezze stringhe da 14 moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie. Le stringhe saranno direttamente attestate alla sezione di input degli inverter di stringa, tramite connettori MC4 o similari.

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello del modulo fotovoltaico da installare sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità di moduli FV da parte dei produttori.

Le caratteristiche saranno comunque simili e comparabili a quelle del modulo fotovoltaico precedentemente descritto, in termini di tecnologia costruttiva, dimensioni e caratteristiche elettriche e non sarà superata la potenza di picco totale dell'impianto (kWp).

### 3.2 Strutture di sostegno

Per il presente progetto si prevede l'impiego di strutture di sostegno di tipo fisso, nello specifico si prevede l'installazione di 1.846 strutture. Si prevedono le seguenti tipologie di strutture:

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| N° strutture fisse 2P | 1.678 strutture 2Px14 |
|                       | 168 strutture 2Px7    |

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (fisse) sono composte da telai metallici, pali di sostegno e trave di collegamento superiore, trattati superficialmente con zincatura a caldo, per una maggiore durata nel tempo. Gli elementi di sostegno garantiscono l'ancoraggio al terreno senza l'ausilio di opere di fondazione in calcestruzzo.

Le strutture sono dimensionate per resistere ai carichi trasmessi dai pannelli e alle sollecitazioni esterne alle quali vengono sottoposte in condizione ordinaria e straordinaria (vento, neve...).

La parte in elevazione delle strutture è composta da pochi elementi da montare rapidamente in loco mediante fissaggi meccanici. I componenti sono:

- Teste palo;
- tubo esagonale;
- staffe;
- staffe di supporto moduli fotovoltaici;

Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene eseguito con bulloneria in acciaio inossidabile evitando quindi fenomeni di corrosione. Le fondazioni sono a secco, pertanto viene utilizzata l'infissione a battere. I pali sono realizzati in profilati di acciaio HEA, la profondità di infissione è determinata in funzione delle sollecitazioni e delle caratteristiche meccaniche del terreno.

La durabilità dei materiali metallici è garantita dal trattamento superficiale di zincatura a caldo come da normativa EN ISO 1461 & EN 10346.

| Tipologia di sistema fisso   | Tipo  |
|------------------------------|---|
| Configurazione               | 28 moduli FV in configurazione 2xPortrait e 14 moduli FV in configurazione 2xPortrait |
| Dimensioni                   | 38,62m x 2,40m x 1,30m e 19,28x2,70mx1,30m (altezza minima dal suolo)                 |
| Tipologia fondazioni         | pali infissi nel terreno  |
| Superficie Fotovoltaica      | 140.794 m <sup>2</sup>  |
| Grado di protezione          | IP 55   |
| Temperatura di funzionamento | -10°C ÷ +50°C   |
| Altitudine massima           | 2.000 m a.s.l.  |

|                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Inclinazione massima del terreno | ≤15° Nord-Sud, illimitata Est/Ovest |
|----------------------------------|-------------------------------------|

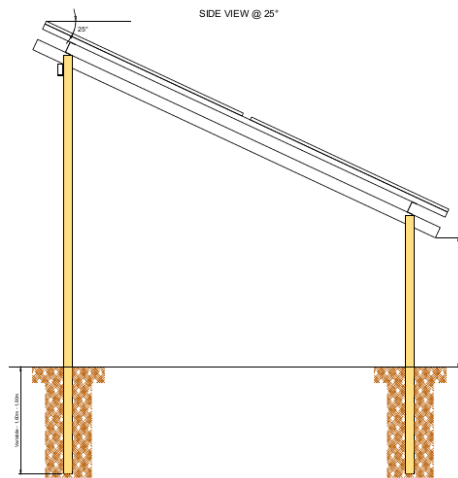


Figura 1 - Particolare strutture di sostegno moduli fotovoltaici

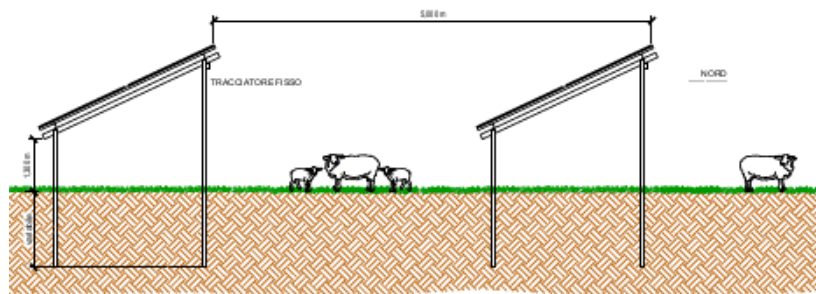


Figura 2 - Strutture di sostegno dei moduli, tipologiche

### 3.3 Dispositivi di conversione, trasformazione e protezione – Power Station

I gruppi di conversione CC/CA sono composti sostanzialmente dagli inverter e dalle relative componentistiche di protezione interne (sezionatori/filtri/relè/connettori/ecc.). Gli inverter sono distribuiti all'interno del campo fotovoltaico in maniera da avere cablaggi i più corti possibile. Dal componente principale inverter avviene il trasferimento della potenza convertita in CA al trasformatore elevatore a 36kV e successivamente da esso al quadro di protezione e di anello in AT, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili. Il tutto avviene in un unico prodotto chiamato Power station

La scelta dell'Inverter e della sua taglia va effettuata verificando che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici, risultino verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

$$V_m \min \geq V_{invMPPTmin}$$

$$V_m \max \leq V_{inv MPPT \max}$$

$$V_{oc} \max < V_{inv \max}$$

dove:

$V_m$  = tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{inv MPPT \min}$  = tensione minima ammissibile dall'inverter per la ricerca del punto di massima potenza;

$V_{invMPPTmax}$  = tensione massima ammissibile dall'inverter per la ricerca del punto di massima potenza;

$V_{oc}$  = tensione a vuoto delle stringhe fotovoltaiche;

$V_{invmax}$  = tensione massima in corrente continua ammissibile ai morsetti dell'inverter;

In base alle caratteristiche elettriche determinate con il dimensionamento del sistema, sarà selezionato l'inverter centralizzato più adatto. Nello specifico, saranno utilizzati inverter centralizzati posizionati in modo baricentrico per raccogliere l'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici.

Da un punto di vista generale, si richiedono le seguenti caratteristiche:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- disponibilità di informazione di allarme e di misura sul display integrato;
- funzionamento automatico, quindi semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- massima sicurezza, con il trasformatore di isolamento a frequenza di rete incorporato;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati (interfaccia seriale RS485).

Gli inverters saranno certificati CE e muniti di opportuna certificazione sia sui rendimenti che sulla compatibilità elettromagnetica e non saranno dotati di trasformatore di isolamento ca/ca in uscita. Di seguito si riporta un'immagine esemplificativa del componente inverter:



Figura 6 - Inverter Sunny central UP

Il progetto, come evidenziato nei paragrafi precedenti, prevede l'utilizzo di 7 inverter centralizzati installati dentro delle Power Station che rappresentano il punto di raccolta in cui l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici viene portata da BT (CC) ed elevata fino ad una tensione di 36kV (AT). Le power station scelte per il progetto in esame sono del tipo SMA o similari, costituite da un inverter centralizzato connesso ad un trasformatore BT/AT isolato ad olio con opportuna vasca di raccolta.

Il sistema così composto è poi collegato ad un HV switchgear o quadro AT di seguito illustrato:

### 4.3 Components of the Medium-Voltage Cabinet

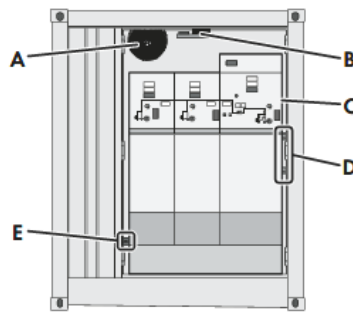


Figure 7: Components of the medium-voltage cabinet (example)

| Position | Designation  |
|----------|--|
| A        | Fan*   |
| B        | Lighting* / heat detector*   |
| C        | Medium-voltage switchgear*   |
| D        | Thermostats for heating and safety shutdown of the medium-voltage switchgear** |
| E        | Heating**  |

\* Optional

\*\* With order option \*Ambient Temperature: -40°C to +45°C"

Further details are to be found in the circuit diagram.

Figura 7 – HV switchgear

Esistono almeno 2 opzioni: celle marca Siemens oppure Ormazabal. La scelta finale sarà a carico del cliente in fase esecutiva/costruttiva

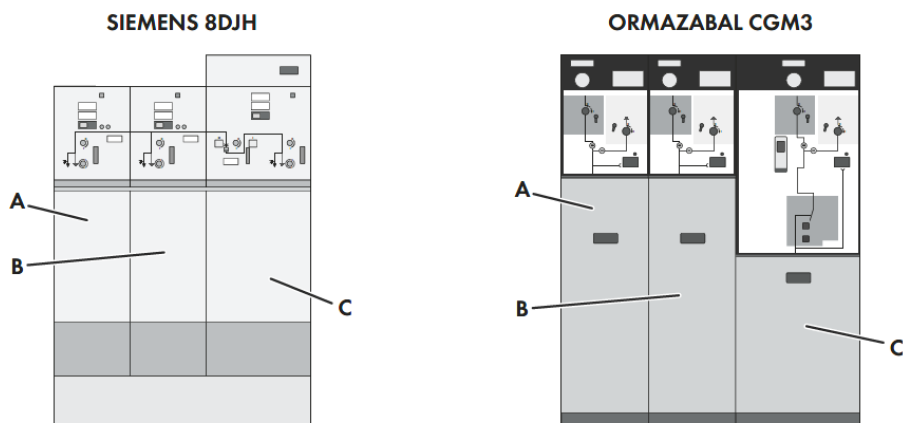


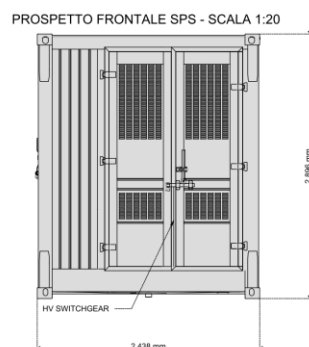
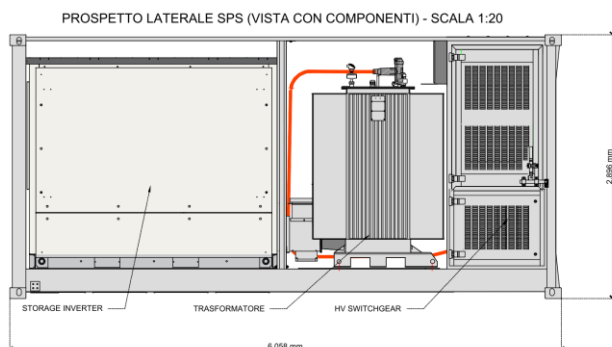
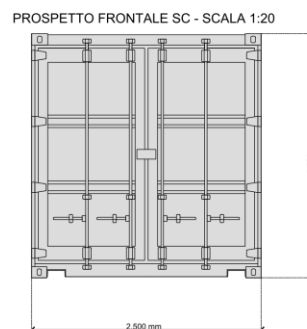
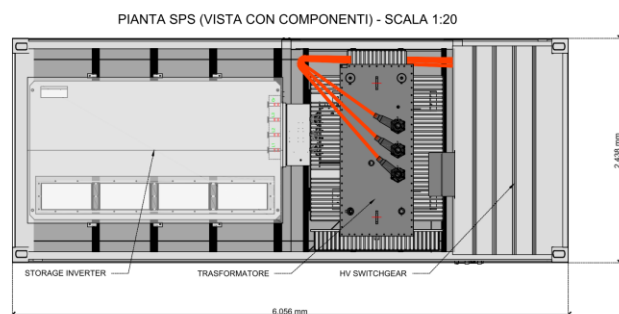
Figure 14: Components of the medium-voltage switchgear (example)

| Position | Designation                                 |
|----------|---|
| A        | Outer cable panel with load-break switch*   |
| B        | Central cable panel with load-break switch* |
| C        | Transformer panel with circuit breaker      |

\* Optional

Tutti gli organi comprendenti la power station sono dotati di sistemi di telecontrollo e gestione. Si riportano a seguire i dettagli costruttivi delle power station utilizzate nel progetto in esame:





### 3.4 Cabina AT di smistamento

Lungo il confine dell'impianto fotovoltaico sarà ubicata una cabina di smistamento in alta tensione, esercita a 36kV-50Hz, avente lo scopo principale di veicolare la produzione energetica proveniente dalle cabine di trasformazione (power station) ubicate nel campo fotovoltaico, verso la Sottostazione Elettrica di Terna RTN, tramite un cavidotto interrato in alta tensione.

La cabina sarà costituita da elementi prefabbricati di tipo containerizzato con dimensioni pari a 26x6x3,60 m; realizzati prefabbricati in stabilimento, saranno trasportati in cantiere ed eventualmente montati contemporaneamente alla fase di scarico.

Prima della posa della cabina sarà predisposto il piano di posa con un fondo di pulizia e livellamento in magrone di cls oppure con una massiciata di misto di cava.

Le cabine saranno dotate di porte in VTR, aperture grigliate sempre VTR nonché una maglia di terra in corda di rame nudo. Rete di terra.

La cabina sarà posata su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità, e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale. Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni nonché al sistema di fissaggio del container si rimanda all'elaborato "Particolare cabina smistamento", di cui di seguito si riporta un estratto:

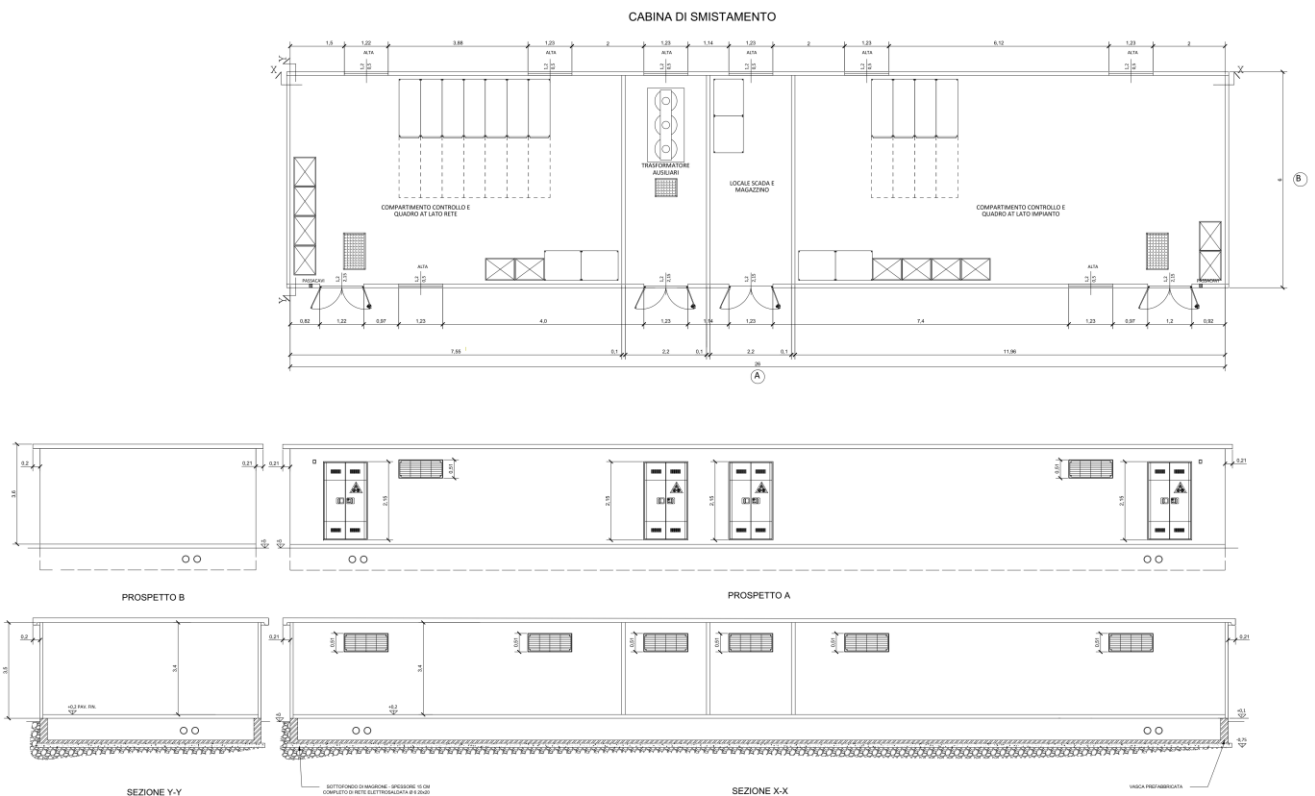


Figura 8: Cabina AT di smistamento - Vista in pianta e prospetto

All'interno della cabina AT di smistamento (o raccolta) sarà essenzialmente previsto:

- Nr. 1 locale tecnico con Quadro AT della rete del campo fotovoltaico
- Nr.1 locale tecnico con Quadro AT dedicati alla rete che va verso la SE RTN
- Nr.1 locale tecnico sezione ausiliari con trasformatore dedicato.
- Nr.1 locale con una postazione SCADA di controllo impianto ed area dedicata ad un minimo di magazzino.

Il quadro di alta tensione (QAT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40.5kV -40kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 40kA x 1s

ovvero in particolare con l'Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto dalle seguenti unità:

- n. 3 unità per la protezione delle linee AT provenienti dal campo fotovoltaico, in configurazione anello aperto, quindi accessoriate con un relè avente le seguenti protezioni AT:
  - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
  - massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67N).
- n. 1 unità per la protezione delle linee AT provenienti dal sistema di accumulo, in configurazione anello aperto, quindi accessoriate con un relè avente le seguenti protezioni AT:
  - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);

- massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67N).
- n. 1 partenza per la protezione del trasformatore ausiliari con sezionatore-fusibile AT;
- n. 1 scomparto misure con TV per l'alloggio dei trasformatori di misura di tensione che servono per il controllo dei parametri elettrici di sbarra AT;
- n. 1 scomparti partenza cavi AT che va verso la SE RTN "Olmedo";
- n.1 scomparto scaricatori di sovratensione.
- n.1 scomparto reattore.

La sezione ausiliari sarà completata da un trasformatore AT/BT (resina E2/C2/F1, 36/0.4kV, installato nel locale tecnico di cabina) di potenza nominale pari a 150 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari, costituiti da:

- Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
- Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali;
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA -230/230V, autonomia 24h@ 200 VA). Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA -230/230V, autonomia 24h@ 200 VA).

### 3.5 Collegamenti elettrici

I cavi previsti nell'impianto di generazione fotovoltaica sono essenzialmente:

- Cavi in CC - Cavi di stringa: ovvero i cavi CC che collegano la stringa al quadro di parallelo stringa (di seguito String Box – SB) e i cavi BT (CC) o cavi di campo, che collegano le SB agli inverter dentro i container o power station;
- Cavi in AT: ovvero i cavi AT utilizzati nelle linee ad anello aperto interne al campo fotovoltaico verso la Cabina di smistamento, interna al campo fotovoltaico, e l'elettrodotto AT di connessione dalla cabina di smistamento verso la sottostazione RTN di Terna;
- Altri cavi: quali ad esempio i cavi di alimentazione dei tracker, cavi dei sistemi di sicurezza, etc.

Il dimensionamento dei cavi eserciti in BT (in corrente continua) ed in AT (in corrente alternata), utilizzati per il trasporto di energia dai moduli FV alle cassette di parallelo stringa (SB), quindi ai power station, ed infine alla cabina di smistamento AT fino al punto di consegna, è stato effettuato tenendo conto dei seguenti criteri di verifica:

- verifica della portata di corrente e coordinamento protezioni;
- verifica della caduta di tensione;
- verifica della tenuta al corto circuito;
- verifica delle perdite.

Per dettagliati relativi alle caratteristiche di cavi e cavidotti, si rimanda all'elaborato dedicato "PRO\_REL\_08\_Disciplinare Tecnico Descrittivo e Prestazionale".

#### 3.5.1 Cavi in corrente continua (BT)

I cavi in corrente continua sono necessari per raggruppare i moduli fotovoltaici e rendere disponibile questa energia in ingresso ai quadri di stringa.

I moduli fotovoltaici di per sé stessi sono forniti già dotati di cavi e relativo connettore CC (uno per il polo negativo, uno per il polo positivo), ma di lunghezza tale da permettere il solo collegamento tra moduli fotovoltaici contigui. Verranno quindi collegati in serie tra di loro fino a comporre una stringa, che in questo progetto è composta dalla serie di 28 moduli fotovoltaici nel caso di stringhe complete oppure da 14 moduli fotovoltaici nel caso di mezze stringhe che però nel complessivo dovranno essere in quantità pari, del costruttore Trina Solar, serie Vertex N Bifacial Dual Module - TSM-NEG21C.20da 690Wp ognuno.

Il cavo di collegamento di questa stringa è chiamato cavo di stringa e per questo progetto è stato selezionato un cavo del tipo FG21M21.

Dato che gli inverter sono di tipologia "centralizzata" e installati in posizione il più possibile baricentrica rispetto al sottocampo dei moduli ad essi afferenti, i cavi in CC dei diversi quadri di stringa saranno collegati direttamente agli ingressi in CC dei relativi inverter.

La sezione CC verrà esercita con un Sistema Isolato. In accordo con il Sistema Normativo Internazionale, il funzionamento in Sistema Isolato:

- prevede entrambi i poli (Negativo e Positivo) NON connessi a terra in nessun punto ed in nessun caso;
- prevede un controllore di isolamento, che garantisca il continuo monitoraggio del valore di resistenza tra i poli e terra; il cedimento dell'isolamento dovrà essere chiaramente rilevato in modo da permettere al gestore dell'impianto di effettuare i necessari interventi di manutenzione straordinaria alla ricerca del guasto;
- permette il funzionamento del sistema con il primo guasto a terra, a patto che il primo guasto sia chiaramente rilevato e che il secondo guasto determini l'intervento degli organi di protezione atti al sezionamento della parte di circuito sottoposta al doppio guasto.

### 3.5.2 Cavi di stringa – Configurazione e modalità di installazione

I cavi avranno tratti sia all'aperto (tipicamente lungo la struttura fotovoltaica di sostegno dei moduli fotovoltaici), sia sottoterra per il raggruppimento delle Sting Box.

Dato che il cavo avrà tratti in cui verrà esposto all'irraggiamento diretto è necessario che il cavo sia adatto a questo tipo di funzionamento. Come già specificato nel paragrafo precedente è scelto il cavo in rame, tipo FG21M21, con la seguente configurazione:

2// (1x6) mm<sup>2</sup>

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche del cavo selezionato e una descrizione delle sezioni tipo dei cavidotti:

| Tipo                                  | FG21M21   |
|---------------------------------------|---|
| Conduttore                            | Rame stagnato, flessibile                                 |
| Isolante                              | HEPR tipo G21   |
| Guaina                                | Mescola elastomerica reti - colata senza alogeni tipo M21 |
| Temperatura di esercizio              | -40°C ÷ +120°C  |
| Tensione massima AC [V]               | 1200  |
| Tensione massima DC [V]               | 1800  |
| Sezione conduttore [mm <sup>2</sup> ] | 6   |
| Portata corrente in aria [A]          | 70 (@60°C)  |

La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 600/800mm e profonda 1.100mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
  - o uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
  - o uno spessore pari a circa 200mm nel quale verranno installati cavi e corrugati in base alla specificità di ogni tratta;
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica;
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

Bassa Tensione  
Low Voltage

**FG21M21**

Fotovoltaico  
Photovoltaic

**Riferimento Normativo/ Standard Reference**

|              |  |
|--------------|--|
| CEI 20-91    | Costruzione e requisiti/ Construction and specifications |
| EN 60332-1-2 | Propagazione incendio/ Fire propagation                  |
| EN 50267-2-1 | Emissione gas/ Gas emission                              |
| EN 50267-2-2 | Emissione fumi/ Smoke emission                           |
| 2006/95/CE   | Direttiva Bassa Tensione/ Low Voltage Directive          |
| 2011/65/CE   | Direttiva RoHS/ RoHS Directive                           |
| CA01.00546   | Certificato IMG/ IMG Certificate                         |



**DESCRIZIONE**

Cavo unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con miscela elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

**Conduttore**

Corda flessibile di rame stagnato, classe 5

**Isolante**

Miscela LSOH di gamma reticolata speciale di qualità G21  
LSOH = Low Smoke Zero Halogen

**Guaina esterna**

Miscela LSOH di gamma reticolata speciale di qualità M21

**Colore anime**

Nero

**Colore guaina**

Blu, rosso, nero

**CARATTERISTICHE TECNICHE**

Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -40°C

Temperatura minima di posa: -40°C

Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm<sup>2</sup>

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

**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.

**DESCRIPTION**

Flexible single-core cable for connection in photovoltaic installations. Insulation and sheath made of elastomeric compound, halogen free and flame retardant.

**Conductor**

Tinned copper flexible wire, class 5

**Insulation**

Special LSOH cross-linked rubber compound, G21 quality  
LSOH = Low Smoke Zero Halogen

**Outer sheath**

Special LSOH cross-linked rubber compound, M21 quality

**Cores colour**

Black

**Sheath colour**

Blue, red or black

**TECHNICAL CHARACTERISTICS**

Maximum voltage U<sub>o</sub>/U: 1800 V d.c. - 1200 V a.c.

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -40°C

Minimum installation temperature: -40°C

Maximum short circuit temperature: 250°C

Maximum tensile stress: 15 N/mm<sup>2</sup>

Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

**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.

### 3.5.3 Cavi in corrente continua (BT)

I cavi in corrente continua sono necessari per collegare le string box (SB) agli inverter.

Per la realizzazione della rete di distribuzione in corrente continua, ovvero per il collegamento elettrico in BT agli inverter, che si trovano dentro e formano parte del container insieme al trasformatore elevatore e le celle di AT, si prevede l'utilizzo di cavi tipo ARG16R16.

I cavi saranno installati:

- all'interno di tubo corrugato in uscita dagli string box (SB) per evitare l'irraggiamento diretto; l'altra estremità, arrivando già dal terreno, raggiungerà il fondo della "power station" in aria libera;

Come già specificato nel paragrafo precedente è stato scelto il cavo in Alluminio, tipo ARG16R16; con sezioni differenti in base alla distanza delle Sting Box (SB) all'inverter.

In fase di progettazione esecutiva/costruttiva, potranno essere ottimizzate le configurazioni cavi, prevedendo cavi con sezione inferiore in funzione della distanza del collegamento.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche del cavo selezionato e un estratto delle sezioni tipo dei cavidotti:



| Tipo                          | ARG16R16  |
|-------------------------------|---|
| Conduttore                    | Corda compatta a fili di alluminio (CEI 20-29, classe 2)                                |
| Isolante                      | HEPR  |
| Guaina                        | Mescola termoplastica tipo R16  |
| Temperatura max. di esercizio | 90°C  |
| Tensione massima AC           | 1200 V  |
| Tensione massima DC           | 1800 V  |
| Sezione conduttore            | Diverse in base alle distanze all'inverter di cui fa capo (vedasi schemi di sottocampo) |
| Portata corrente              | In base alla sezione  |

La sezione tipica di questi cavidotti è essenzialmente costituita da una sezione larga 600/800mm e profonda 1'000mm, che sarà riempita con:

- Sabbia di fiume nella parte più profonda per evitare che i cavi direttamente interrati possano essere a contatto diretto con sassi e/o detriti che ne possano scongiurare l'integrità durante tutti gli anni di esercizio, con:
  - o uno spessore pari a circa 100mm sul fondo;
  - o uno spessore pari a circa 200mm nel quale verranno installati cavi SB e corrugati in base alla specificità di ogni tratta;
- Un foglio plastico per la separazione tra strato inferiore e strato superiore, avente anche la funzione di protezione meccanica.
- Terra di riporto per il riempimento dello strato superiore, fino al livellamento nativo della sezione.

Per il cavidotto e la sezione tipica si faccia riferimento alla tavola "PRO\_TAV\_26-Cavidotti - Sezioni di scavo e tipici di posa".

## ARG16R16-0,6/1 kV

Costruzione, requisiti elettrici CEI 20-13  
fisici e meccanici:

Gas corrosivi o alogenidrici: EN 50267-2-1

Direttiva Bassa Tensione: 2014/35/UE

Direttiva RoHS: 2011/65/UE



#### Descrizione

- Conduttore: alluminio, corda rigida compatta, classe 2
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico
- Guaina: PVC, qualità R16
- Colore: grigio

#### Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale  $U_0/U$ : 600/1000 V c.a.  
1500 V c.c.
- Tensione massima  $U_m$ : 1200 V c.a.  
1800 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C  
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

#### Caratteristiche particolari

Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature. Resistente ai raggi UV.

#### Colori delle anime

UNIPOLARE ●

#### Marcatura

Made in Italy [Ditta] ARG16R16 0,6/1 kV [form.] Cca-s3,d1,a3 [anno] [ordine] [metrica]

#### Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 6 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione del conduttore

#### Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale. Per installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi simili. Ammessa la posa interrata, anche se non protetta.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

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.

| Formazione | Ø indicativo conduttore | Spessore medio isolante | Spessore medio guaina | Ø esterno max | Resistenza elettrica max a 20°C | Peso indicativo cavo | Portata di corrente A |                |                  |         |       |         |
|------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|------------------|---------|-------|---------|
|            |                         |                         |                       |               |                                 |                      | in aria a 30°C        |                | interrato a 20°C |         |       |         |
|            |                         |                         |                       |               |                                 |                      | in tubo a 30°C        | in aria a 30°C | K = 1            | K = 1,5 | K = 1 | K = 1,5 |
| 1 x 16     | 4,90                    | 0,7                     | 1,4                   | 10,0          | 1,91                            | 150                  | 70                    | 64             | 98               | 89      | 75    | 70      |
| 1 x 25     | 6,10                    | 0,9                     | 1,4                   | 11,7          | 1,20                            | 185                  | 102                   | 88             | 119              | 110     | 95    | 88      |
| 1 x 35     | 7,10                    | 0,9                     | 1,4                   | 13,0          | 0,868                           | 220                  | 136                   | 110            | 141              | 131     | 115   | 106     |
| 1 x 50     | 8,20                    | 1,0                     | 1,4                   | 14,7          | 0,641                           | 280                  | 164                   | 131            | 167              | 154     | 134   | 124     |
| 1 x 70     | 9,90                    | 1,1                     | 1,4                   | 16,6          | 0,443                           | 320                  | 218                   | 175            | 204              | 189     | 173   | 160     |
| 1 x 95     | 11,40                   | 1,1                     | 1,5                   | 18,6          | 0,320                           | 460                  | 261                   | 209            | 245              | 226     | 196   | 181     |
| 1 x 120    | 13,10                   | 1,2                     | 1,5                   | 20,5          | 0,253                           | 570                  | 310                   | 250            | 277              | 256     | 238   | 220     |
| 1 x 150    | 14,40                   | 1,4                     | 1,6                   | 22,8          | 0,206                           | 670                  | 350                   | 280            | 313              | 289     | 250   | 231     |
| 1 x 185    | 16,20                   | 1,6                     | 1,6                   | 25,0          | 0,164                           | 810                  | 415                   | 334            | 350              | 324     | 300   | 278     |
| 1 x 240    | 18,40                   | 1,7                     | 1,7                   | 27,9          | 0,125                           | 1025                 | 490                   | 392            | 413              | 382     | 331   | 306     |
| 1 x 300    | 20,65                   | 1,8                     | 1,8                   | 30,7          | 0,100                           | 1205                 | 567                   | -              | 454              | 420     | 400   | 370     |
| 1 x 400    | 23,60                   | 2,0                     | 1,9                   | 35,0          | 0,0778                          | 1660                 | 665                   | -              | 512              | 474     | 450   | 417     |
| 1 x 500    | 26,50                   | 2,2                     | 2,0                   | 38,6          | 0,0605                          | 1940                 | 765                   | -              | 578              | 535     | 505   | 468     |
| 1 x 630    | 30,20                   | 2,4                     | 2,2                   | 43,1          | 0,0469                          | 2460                 | 880                   | -              | 646              | 598     | 580   | 537     |

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a:  
- n°3 conduttori attivi  
- profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K-m/W  
K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K-m/W  
revisione n° 001 data 16/02/18

### 3.5.4 Cavi in corrente alternata (AT)

Per l'interconnessione tra le cabine interne/power station nel campo fotovoltaico e il cavidotto in uscita dalla cabina di smistamento verso la Stazione Elettrica RTN verranno usati cavi del tipo ARE4H5EE – 20,8/36 kV.

I cavi ARE4H5EE – 20,8/36 kV sono isolati in una miscela di polietilene estruso del tipo XLPE, con doppia guaina, la prima di PE composto estruso e la seconda idem con una miglioria alla resistenza agli impatti, con conduttore in alluminio.

Caratteristiche tecniche:

- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio (classe 2 acc. to IEC 60228).
- Semiconduttivo interno: composto semiconduttore estruso.
- Isolante: Mescola di polietilene reticolato estruso (XLPE).
- Semiconduttivo esterno: mescola semiconduttore estrusa.
- Tenuta all'acqua longitudinale: nastro semiconduttore bloccaggio acqua.
- Schermatura metallica e barriera radiale all'acqua: nastro di alluminio longitudinalmente applicato (spessore nominale 0,20 mm).
- Prima guaina: mescola di PE estruso.
- Seconda guaina: mescola di PE estruso colore rosso con resistenza agli impatti migliorata.

Applicazioni:

Essendo installati in posa interrata i cavi non richiedono caratteristiche speciali, come ad esempio:

- non propagazione dell'incendio e ridotta emissione di sostanze corrosive;
- ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%.

Di seguito la scheda tecnica:



**ARE4H5EE**  
**20,8/36 kV**  
**1x... SK2**

**HIGH VOLTAGE CABLE**

**SINGLE CORE CABLE WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALUMINIUM TAPE SCREEN AND DOUBLE PE SHEATH, SHOCK RESISTANT.**

**APPLICATIONS AND CHARACTERISTICS**

In HV energy distribution networks for voltage systems up to 42kV. Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.

**SHOCK PROOF SK2** has a very good shock resistance characteristics. The two special outer sheaths provide an excellent protection against impact and mechanical abuse during the lifetime of the cable.

**Shock Proof SK2** cable performances has been evaluated against mechanical protection by the abrasion test and the impact test included in CEI 20-68 standard.

**This type of cable can be directly buried without additional protections because it is comparable to an armoured cable.**



**FUNCTIONAL CHARACTERISTICS**

|   |                      |
|---|----------------------|
| Rated voltage $U_0/U$ :                 | 20,8/36 kV           |
| Maximum voltage $U_m$ :                 | 42 kV                |
| Test voltage:                           | 2,5 $U_0$            |
| Max operating temperature of conductor: | 90 °C                |
| Max short-circuit temperature:          | 250 °C (for max 5 s) |
| Max short-circuit temperature (screen): | 150 °C               |

**CONSTRUCTION**

1. **Conductor**  
stranded, compacted, round, **aluminium** - class 2 acc. to IEC 60228
2. **Conductor screen**  
extruded semiconducting compound
3. **Insulation**  
extruded cross-linked polyethylene (**XLPE**) compound
4. **Insulation screen**  
extruded semiconducting compound - **fully bonded**
5. **Longitudinal watertightness**  
semiconducting **water blocking tape**
6. **Metallic screen and radial water barrier**  
**aluminium tape** longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)
7. **First sheath - 1**  
extruded **PE** compound
8. **Second sheath - 2**  
extruded **PE** compound - colour: **red**  
with improved **impact resistance**

**Max pulling force during laying**

50 N/mm<sup>2</sup> (applied on the conductors)

**Min bending radius during laying**

14  $D_{cable}$  (dynamic condition)

**Minimum temperature during laying**

- 25 °C (cable temperature)

**STANDARDS**

IEC 60840 where applicable (testing)

Nexans Design

HD 620 where applicable (materials)

CEI 20-68 where applicable (impact test)

**MARKING** by link of the following legend:

**"NEXANS B <Year> ARE4H5EE 20,8/36kV 1x <S> SK2 <meter marking>"**

<Year> = year of manufacturing

<S> = section of the conductor



Mechanical resistance to impacts: **very good** (CEI 20-68)



Longitudinal waterproof



Radial waterproof



Max operating temp. of conductor: **90 °C**



Max short-circuit temperature : **250 °C**



Minimum installation temperature: **-25 °C**

### 3.5.5 Cavi di sicurezza e sorveglianza

Il sistema di sicurezza e videosorveglianza utilizza:

- Telecamere per vigilare l'area della recinzione (motion detection con illuminazione IR notturna);
- Telecamere tipo DOME nei punti strategici ed in corrispondenza delle cabine di trasformazione;
- Sistema di illuminazione da utilizzare come deterrente (nel caso il motion detection rilevi un'intrusione, l'illuminazione relativa a quella zona viene attivata).

### 3.5.6 Cavi dati

I cavi dati sono i cavi di trasmissione di tutti i dati dei vari sistemi.

Le tipologie di cavo possono essere di due tipi:

- cavo RS485 per tratte di cavo di lunghezza limitata (tipicamente <90m);
- cavo in fibra ottica, per tratti di cavo più lunghi.

## 3.6 Protezioni elettriche

### Protezione contro le sovracorrenti

Per la porzione di rete elettrica in corrente continua, in caso di sovracorrente elevate (corto circuito) la corrente ( $I_{sc}$ ) è limitata a valori di poco superiori alla corrente di massima potenza ( $I_{mpp}$ ) dei moduli fotovoltaici. Tali valori sono dichiarati dal costruttore e riportati sul datasheet del modulo fotovoltaico. A protezione dei circuiti sono presenti, nelle cassette di stringa (SB) nonché nella sezione di input degli inverter centralizzati, appositi fusibili.

La sezione in corrente alternata è intrinseca alle power station tramite appositi interruttori automatici e/o fusibili (si rimanda alle specifiche del produttore SMA).

### Protezione dai contatti diretti

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

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

### Protezione dai contatti indiretti

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

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

### Protezione dalle scariche atmosferiche

L'installazione dell'impianto fotovoltaico nell'area, prevedendo mediamente strutture di altezza contenuta e omogenee tra loro, non altera il profilo verticale dell'area medesima. Ciò significa che le probabilità della fulminazione diretta non sono influenzate in modo sensibile. Considerando inoltre che il sito non sarà presidiato, la protezione della fulminazione diretta è costituita da un'adeguata rete di terra che garantirà l'equipotenzialità delle masse.

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, bisogna considerare che l'abbattersi di un fulmine in prossimità dell'impianto può generare disturbi di carattere elettromagnetico e tensioni indotte sulle linee dell'impianto, tali da provocare guasti e danneggiare i componenti. Per questo motivo gli inverter sono dotati di un proprio



sistema di protezione da sovratensioni, sia sul lato in corrente continua, sia su quello in corrente alternata. Uno scaricatore di sovratensione nella cabina di smistamento o raccolta è anche previsto sulla rete di AT.

### 3.7 Impianto di Terra

L'impianto di terra è un elemento fondamentale di ogni impianto elettrico e serve per dare un riferimento di terra a tutto l'impianto elettrico. In questo impianto di generazione fotovoltaico sono presenti essenzialmente due macro-tipologie di impianto:

- l'impianto di generazione fotovoltaica, a sua volta suddiviso in campi fotovoltaici, ognuno chiaramente delimitato da un proprio sistema di recinzioni.

#### 3.7.1 Impianto di terra dell'impianto fotovoltaico

L'impianto di terra di un impianto di generazione fotovoltaico si sviluppa lungo un'area particolarmente estesa e quindi esistono regole precise da seguire per realizzare un'unica rete equipotenziale con la struttura fotovoltaica, estesa fino alle cabine di trasformazione/power station, ed alla cabina generale di smistamento. A seconda della sezione dell'impianto fotovoltaico, verrà definita una metodologia di realizzazione di questa rete equipotenziale, dai moduli e strutture fotovoltaiche (i cui pali infissi nel terreno avranno funzione di tanti picchetti di dispersione) fino a cabine siano esse di trasformazione o di smistamento (attorno alle quali verrà realizzato un anello perimetrale con picchetti ai vertici, con doppio collegamento alla cabina).

### 3.8 Impianto di supervisione e monitoraggio (SCADA)

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) in grado di effettuare il monitoraggio del suo funzionamento al fine di verificare costantemente la corretta operatività dei suoi componenti e garantire i livelli prestazionali previsti in fase progettuale.

Esso sarà costituito fondamentalmente da:

- sensori e strumenti di misura ubicati in campo (ad es. centraline meteorologiche) e nei quadri elettrici ubicati all'interno dei sottocampi e nella cabina di smistamento;
- una rete dati, via cavo di segnale (RS485 e fibra ottica), per la lettura delle misure effettuate dai sovra-mentzionati sensori, nonché di misure e segnali di allarme provenienti dalle apparecchiature dotate di sistema di comunicazione (es. protocollo ModBus RTU), quali:
  - Inverter centralizzati: misure elettriche in CC e CA quali tensione, corrente, potenza, energia, frequenza, ecc. ed allarmi;
  - Trasformatori: misure elettriche, temperatura interna, stato protezioni, ecc.
  - Contatori energetici, centraline, ecc.
- PC industriali, ubicati presso la cabina di smistamento, in grado di gestire il flusso di dati, nonché di ricevere istruzioni provenienti dal gestore di rete o da operatore remoto e di inviare comandi ai principali componenti d'impianto (es. set point di funzionamento agli inverter);
- Server per la memorizzazione locale di tutti i dati acquisiti, nonché la trasmissione via internet degli stessi presso un server remoto, ubicato in un locale dedicato posizionato all'interno del prefabbricato "O&M + Security - Scada", dentro la cabina di smistamento.

Presso il campo fotovoltaico sarà installata una stazione meteorologica dedicata, dotata di strumenti di misura (opportunamente certificati e tarati) in grado di acquisire i parametri necessari alla valutazione delle prestazioni energetiche del generatore fotovoltaico tramite il calcolo dei principali indicatori prestazionali previsti dalla normativa di settore (IEC 61724-1/2/3).

La stazione meteo comprenderà almeno i seguenti sensori:

- Piranometro a termopila per la misura dell'irraggiamento solare globale sul piano orizzontale;
- Piranometri a termopila installati in posizione solidale alle strutture per la misura dell'irraggiamento solare globale sul piano dei moduli FV;
- Sensore per la misura della temperatura ambiente (es. PT100);

- Sensori per la misura della temperatura di retro-modulo (es. PT100);
- Anemometro per la misura della velocità del vento dotato di banderuola per misura della direzione del vento;
- Sensori per misura di umidità dell'aria e pressione atmosferica.

Si prevede la realizzazione di un sistema software integrato in grado di consentire una visualizzazione organica di tutti i principali parametri operativi dei sovra-menzionati componenti, tramite apposito sinottico visualizzabile da operatore che consenta un efficace monitoraggio da remoto.

Lo SCADA sarà inoltre in grado di integrare gli allarmi provenienti sia dai singoli componenti (malfunzionamenti), che dagli impianti accessori dell'impianto fotovoltaico, quale l'eventuale impianto antincendio e il sistema antintrusione.

### **3.9 Impianto di sorveglianza/illuminazione**

Al fine di garantire la non accessibilità del sito al personale non autorizzato e l'esercizio in sicurezza dell'impianto fotovoltaico, esso sarà dotato di un sistema antintrusione.

L'impianto fotovoltaico sarà recintato e ciascun punto di accesso sarà dotato di tastierino numerico per consentire l'accesso al solo personale autorizzato.

Il sistema di vigilanza sarà essenzialmente costituito da videocamere di sorveglianza posizionate:

- lungo la recinzione prevedendo una telecamera su ogni palo dedicato di altezza pari a 5 m, ciascuna orientata in modo da guardare la successiva, posta ad una distanza massima pari a 70 m, che dovrà essere il raggio d'azione della telecamera stessa. Ogni telecamera sarà inoltre dotata di sensore IR da 1/4" per la visione notturna, con campo di funzionamento di circa 100 m. Le videocamere saranno posizionate lungo la recinzione perimetrale di ciascun campo ad intervalli di 50÷70 m;
- in prossimità di ogni power station e cabina di smistamento prevedendo una telecamera per poter controllare e registrare eventuali accessi alle stesse.

Il sistema di vigilanza è completato da una postazione dotata di PC fisso, ubicata in un locale dedicato nel fabbricato adibito a "O&M e Security-Scada", dentro il prefabbricato cabina di smistamento tramite la quale sarà possibile visualizzare le video-registrazioni.

È prevista inoltre l'installazione di un sistema di illuminazione esterna perimetrale, costituito da lampade a LED direzionali posizionate su pali, con funzione antintrusione, che si accenderà solo in caso di intrusione dall'esterno al fine di minimizzare l'inquinamento luminoso ed il consumo energetico.

In caso di rilevazione di intrusione non autorizzata saranno inoltre attivati allarmi acustici nonché segnalazioni automatiche via GSM/SMS a numeri telefonici preimpostati

### **3.10 Impianto anti-roditori**

Tutte le power station e la cabina di smistamento potranno essere equipaggiate di un proprio impianto anti-roditori ad emissioni di ultrasuoni ad alta frequenza in modo da dissuadere eventuali roditori dal danneggiare i cavi di potenza nel passaggio di vasche di fondazione.

**Arcadis Italia S.r.l.**

via Monte Rosa, 93  
20149 Milano (MI)  
Italia  
+39 02 00624665

<https://www.arcadis.com/it/italy/>

