

**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare  
denominato "Armellino" avente  
potenza di picco 41,164 MWp e  
potenza in immissione 40 MW  
situato nei Comuni di Sale (AL) e Tortona (AL)  
con relative opere connesse nel Comune di Castelnuovo  
Scrvia (AL),  
in Provincia di Alessandria**

**RELAZIONE TECNICA**



19/03/2024	00	Emissione finale	S. Pilato	A. Vaschetti	F. Boni Castagnetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente  <b>Cod037_FV_BGR_00003_RELAZIONE TECNICA</b>		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale <b>Futuro Solare 1 S.r.L.</b>			ID Documento Appaltatore		

## Sommario

1.	Introduzione .....	4
2.	Progetto impianti elettrici .....	6
2.1	Organizzazione della rete elettrica interna.....	6
2.2	Tipi di cavi e collegamenti.....	12
2.3	Servizi ausiliari .....	14
2.4	Sistema protettivo .....	14
2.5	Impianto di messa a terra .....	15
2.6	Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche .....	16
2.7	Impianto di illuminazione .....	18
2.8	Impianti speciali.....	18
3.	Locali di trasformazione e cabina di raccolta.....	20
4.	Opere civili.....	22
4.1	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.....	22
4.2	Viabilità.....	22
4.3	Fondazioni dei cabinati .....	23
5.	Connessione alla rete RTN.....	25



ID Documento Committente  
**Cod037\_FV\_BGR\_00003**

Pagina  
3 / 25

Numero  
Revisione

00

## 1. Introduzione

Questa relazione fa parte della documentazione del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico "Armellino", sito nei Comuni di Sale (AL) e Tortona (AL) e delle opere connesse ad esso, nel comune di Castelnuovo Scrivia (AL), nella titolarità di IREN GREEN GENERATION TECH s.r.l.

L'impianto viene sottoposto al procedimento di VIA Nazionale ai sensi dell'art. 23 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., nonché ad Autorizzazione Unica ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003 e s.m.i.

Si prevede di realizzare il parco fotovoltaico alloggiando i moduli su apposite strutture di sostegno che andranno a loro volta infisse nel terreno, in modo da fornire un adeguato supporto sia a fronte dei carichi propri che accidentali, mantenendo al contempo inalterate le caratteristiche di permeabilità dell'area. Le strutture saranno del tipo a inseguimento mono-assiale al fine di ottimizzare la captazione della risorsa solare.

L'impianto occuperà una parte della vasta area situata a nord-ovest del centro abitato di Tortona, in posizione baricentrica rispetto ai centri di Sale (AL), Castelnuovo Scrivia (AL) e Tortona (AL), in corrispondenza di un'area di ex-cava collaudata e ripristinata.

Si ritiene che l'impianto fotovoltaico di progetto sia ubicato in area idonea per l'installazione di impianti alimentati a fonti rinnovabili ai sensi dell'art. 20, comma 8, lettera c) del D.Lgs. n.199/2021 e s.m.i.. Nel particolare, l'impianto ricade:

- 1) in parte nella ex cava denominata "Cascina Armellino" in Comune di Tortona in cui l'attività estrattiva è definitivamente cessata con il successivo recupero all'uso agricolo e lo svincolo della polizza fidejussoria;
- 2) in parte nella ex cava denominata "Cascina Armellino" in Comune di Sale in cui l'attività estrattiva è definitivamente cessata con il recupero all'uso agricolo e lo svincolo della polizza fidejussoria;

	ID Documento Committente <b>Cod037_FV_BGR_00003</b>	Pagina 5 / 25
		Numero Revisione
		00

3) in parte in una porzione della cava denominata “Cascina Carrozza” in Comune di Tortona. La porzione di cava non più suscettibile di sfruttamento riguarda i Lotti 1, 2 e 3; la cava conta anche di un’ulteriore area (Lotto 4) in cui l’attività estrattiva risulta ancora in corso e pertanto esclusa dall’impianto fotovoltaico in progetto.

Per completezza di documentazione gli atti sopra richiamati si rimanda alla documentazione di progetto CoD037\_FV\_BPR\_00018\_Analisi Della Coerenza Normativa, Pianificatoria E Urbanistica.

L’area interessata dal sedime del parco fotovoltaico sarà pari a circa 53,39 ettari. Il collegamento alla rete elettrica nazionale avverrà in AT tramite connessione alla Stazione Elettrica di Castelnuovo Scrivia, tramite cavidotto lungo circa 10,6 km.

Complessivamente il numero di vele fotovoltaiche risulta essere pari a 2.326. Sono previste vele di differenti taglie, che quindi contengono un diverso numero di moduli fotovoltaici ciascuna; la taglia più ricorrente, che conta 2.030 vele, è quella che contiene ventisette moduli. In totale verranno installati 58.806 moduli bifacciali da 700 W<sub>p</sub>, per una potenza complessiva di 41.164,2 kW<sub>p</sub>. La potenza in immissione prevista da STMG ammonta a 40 MW. Nella presente relazione viene illustrato il progetto definitivo dell’intervento.

## 2. Progetto impianti elettrici

### 2.1 Organizzazione della rete elettrica interna

L'intervento in progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza elettrica installata (cc) di 41.164,2 kWp situato nei Comuni di Sale e Tortona (AL), con opere di connessione che si estendono al Comune di Castelnuovo Scivia (AL).

L'energia utile prodotta verrà immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) presso la Stazione Elettrica di Castelnuovo Scivia.

Ogni stringa elettrica è composta da 27 moduli da 700 Wp ciascuno. Complessivamente il numero delle stringhe elettriche risulta essere pari a 2.178.

Di seguito il dettaglio delle tipologie di strutture di sostegno previste per l'impianto in oggetto:

moduli/vela	n. vele	Tot moduli/vela
27	2.030	54.810
15	148	2.220
12	148	1.776
<b>TOT</b>	<b>2.326</b>	<b>58.806</b>

La disposizione dei moduli ed i collegamenti in stringhe vengono realizzate in modo da minimizzare gli effetti in termini di mancata produzione provocati da eventuali ombreggiamenti, al più raggruppando nelle stesse stringhe i moduli che possano subire queste penalizzazioni.

La stringa elettrica, composta da 27 moduli ciascuno da 700 Wp collegati in serie, è caratterizzata, con riferimento a condizioni standard di 1000 W/m<sup>2</sup> di radiazione solare e 25°C di temperatura celle, dai seguenti parametri:

Potenza max. stringa: 18,90 kWp

Tensione stringa alla massima potenza: 1.080,0 Vmpp

Corrente stringa alla massima potenza: 17,51 A

Tensione a vuoto stringa: 1.293,3 V

Corrente di corto circuito stringa: 18,49 A

Efficienza del modulo: 22,5 %

Le stringhe saranno raccolte in gruppi di 11 o 13, e ciascun gruppo afferrirà alle *string box*. A loro volta, le string box costituiranno dei sottocampi, attestandosi su 11 inverter centralizzati, dislocati nell'impianto in prossimità dei gruppi di stringhe in ingresso e posizionati in maniera tale da essere raggiungibili tramite le strade interne di viabilità al fine di essere facilmente mantenute.

Nello specifico, sono previsti n. 196 *string box*. Inoltre, per la potenzialità globale dell'impianto è prevista l'installazione di 11 inverter centralizzati in container completi di sezione di trasformazione in MT a 30 kV, di cui n.10 di potenza 4200 kVA e n.1 da 4000 kVA, le cui caratteristiche tipo sono riportate qui di seguito. Si segnala che la scelta dei trasformatori riportata nella scheda tecnica è a titolo di esempio, e che in fase esecutiva e di procurement saranno valutati anche altri fornitori con caratteristiche simili.

### **Caratteristiche tecniche string box**

La string box (SB), conosciuta anche con il nome di quadro di parallelo stringhe in corrente continua o quadro di campo, è una cassetta di parallelo dotata di logica di controllo, fondamentale per la diagnostica e il monitoraggio del funzionamento di un impianto fotovoltaico molto esteso, tramite il controllo dei dati di tensione, corrente, potenza, lo

	ID Documento Committente <b>Cod037_FV_BGR_00003</b>	Pagina 8 / 25
		Numero Revisione
		00

stato delle singole stringe, dei fusibili, del sezionatore di uscita e lo stato degli scaricatori di sovratensione.

Le stringhe sono collegate elettricamente in parallelo nel quadro di campo.

I quadri di parallelo dell'impianto in questione devono avere le seguenti caratteristiche elettriche minime:

- Tensione nominale ( $V_n$ ): 1500 Vcc
- Corrente nominale c.c. per input ( $I_n$ ): 19 A
- Numero di ingressi in c.c. (coppia di poli): 14
- Corrente nominale c.c. in output: 210 A / 250 A
- Cavo in uscita: 2 x 300/400 mm<sup>2</sup>

### **Caratteristiche tecniche inverter**

L'inverter è un convertitore statico della corrente continua proveniente dai pannelli fotovoltaici, in corrente alternata.

Nel caso in esame, si è ipotizzato l'utilizzo di inverter di potenza 4000 kVA e 4200 kVA, con le caratteristiche elettriche che seguono. Si segnala che la scelta dell'inverter menzionato nella scheda tecnica di seguito è a titolo di esempio, e che in fase esecutiva e di procurement saranno valutati anche altri fornitori con caratteristiche simili.

Dati tecnici	Sunny Central 4000 UP	Sunny Central 4200 UP
<b>Lato CC</b>		
Range di tensione $V_{CC}$ (a 25 °C / a 50 °C)	da 880 a 1325 V / 1100 V	da 921 a 1325 V / 1050 V
Tensione CC min. $V_{CC, min}$ / Tensione d'avviamento $V_{CC, start}$	849 V / 1030 V	891 V / 1071 V
Tensione CC max. $V_{CC, max}$	1500 V	1500 V
Corrente CC max $I_{CC, max}$	4750 A	4750 A
Corrente di cortocircuito max $I_{CC, sc}$	8400 A	8400 A
Numero ingressi CC	Sbarra collettoria con 26 collegamenti per polo, 24 fusibili su entrambi i poli (32 fusibili su polo singolo)	
Numero di ingressi CC con l'opzione di batteria connessa su lato CC	18 fusibili su entrambi i poli (36 su polo singolo) per FV e 6 fusibili su entrambi i poli per batterie	
Numero max di cavi CC per ogni ingresso CC (per ciascuna polarità)	2x 800 kcmil, 2x 400 mm <sup>2</sup>	
Zone Monitoring integrato	○	
Dimensioni di fusibili FV disponibili (per ingresso)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
La massima dimensione del fusibile di batteria disponibile (per ingresso)	750 A	
<b>Lato CA</b>		
Potenza nominale CA con $\cos \varphi = 1$ (a 35 °C / a 50 °C)	4000 kVA <sup>(2)</sup> / 3600 kVA	4200 kVA <sup>(3)</sup> / 3780 kVA
Potenza nominale CA con $\cos \varphi = 0,9$ (configurazione standard A68) (a 35 °C/a 50 °C) <sup>(5)</sup>	3600 kW <sup>(2)</sup> / 3240 kW	3780 kW <sup>(3)</sup> / 3402 kW
Potenza attiva nominale CA con $\cos \varphi = 0,8$ (a 35 °C / a 50 °C)	3200 kW <sup>(2)</sup> / 2880 kW	3360 kW <sup>(3)</sup> / 3024 kW
Corrente nominale CA $I_{CA, nom}$ (a 35 °C / a 50 °C)	3850 A / 3465 A	3850 A / 3465 A
Fattore massimo di distorsione	< 3 % alla potenza nominale	< 3 % alla potenza nominale
Tensione nominale CA / Range di tensione nominale CA <sup>(1)(8)</sup>	600 V / 480 V a 720 V	630 V / 504 V a 756 V
Frequenza di rete CA / Range	50 Hz / 47 Hz a 53 Hz 60 Hz / 57 Hz a 63 Hz	
Rapporto min di cortocircuito ai morsetti <sup>(2)</sup>	> 2	
Fattore di potenza a potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile <sup>(9)(10)</sup>	1 / 0,8 induttivo fino a 0,8 capacitivo	
<b>Grado di rendimento europeo</b>		
Efficienza max <sup>(2)</sup> / efficienza efficienza <sup>(2)</sup> / efficienza CEC <sup>(3)</sup>	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %	98,8 % / 98,7 % / 98,5 %
<b>Dispositivi di protezione</b>		
Dispositivo di disinserzione lato ingresso	Sezionatore di carico CC	
Dispositivo di sgancio lato uscita	Interruttore di potenza CA	
Protezione contro sovratensioni CC	Scaricatore di sovratensioni, tipo I e II	
Protezione da sovratensioni CA (opzionale)	Scaricatore di sovratensioni, classe I e II	
Protezione antifulmine (secondo IEC 62305-1)	Classe di protezione antifulmine III	
Monitoraggio dispersione a terra / Monitoraggio dispersione a terra remoto	○ / ○	
Monitoraggio dell'isolamento	○	
Classe di protezione del sistema elettronico / canale d'aria / campo di collegamento (secondo IEC 60529)	IP54 / IP34 / IP34	

L'impianto sarà suddiviso elettricamente in undici settori, ciascuno dei quali afferente a un inverter centralizzato ed a un trasformatore ad esso dedicati. Gli inverter e i dispositivi di trasformazione sono collocati all'interno dei prefabbricati presenti in loco, le cosiddette *conversion unit* (CU), dove avverrà la conversione dell'energia da Corrente Continua a Corrente Alternata e la trasformazione (elevazione) dell'energia in MT.

A livello di distribuzione elettrica avremo quindi:

- CU 1 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 2 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 3 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 4 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 5 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 6 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 7 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 8 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 9 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 10 (4200 kVA): 18 SB afferenti (17 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)
- CU 11 (4000 kVA): 16 SB afferenti (15 SB con 11 stringhe in parallelo; 1 SB con 13 stringhe in parallelo)

Con questa configurazione, sia le tensioni a vuoto sia le correnti di corto circuito sono compatibili con i valori di soglia del convertitore.

### **Caratteristiche tecniche trasformatori in campo MT/bt**

Gli inverter forniscono l'energia ad un livello di tensione non adeguato al trasporto dell'energia per lunghe tratte, in particolare dalla cabina di trasformazione alla cabina di raccolta, e poi fino alla SSU, per cui si ricorrerà ad un trasformatore MT/BT per poter portare il livello di tensione a quello desiderato (30 kV, nel progetto in questione). Successivamente, per l'immissione di energia nella RTN, vi sarà un secondo trasformatore elevatore per portare il livello di tensione ad un valore congruo alle caratteristiche della Stazione Elettrica di Castelnuovo Scrivia. Questo secondo step di elevazione verrà illustrato nell'apposito elaborato (Cod037\_FV\_BEU\_00072\_Schema Unifilare Di Dettaglio SSE) e descritto nella relazione di progetto Cod037\_FV\_BGR\_00050-Progetto Definitivo Delle Opere Di Connessione (PTO) - Relazione Tecnico Illustrativa.

I trasformatori sono ubicati all'interno di appositi *skid* che rappresentano una soluzione compatta e adattabile alle esigenze di progetto. Lo *skid*, che viene portato in campo pre-assemblato, è una piattaforma in acciaio che integra tutte le apparecchiature in bt e MT, nonché il trasformatore di potenza ed il suo serbatoio dell'olio.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi potranno subire lievi modifiche in fase di progettazione esecutiva in relazione a quanto disponibile sul mercato. In particolare, potranno cambiare la marca, il numero e la potenza di targa di moduli, inverter e trasformatori, nel rispetto della potenza di impianto che sarà autorizzata.

Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	1 x SC 4000 UP or 1 x SCS 3450 UP or 1 x SCS 3450 UP-XT	1 x SC 4200 UP or 1 x SCS 3600 UP or 1 x SCS 3600 UP-XT
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	dependent on the selected inverters	
Integrated zone monitoring	○	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Rated power at SC UP (at -25°C to +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA
Rated power at SCS UP (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	3450 kVA / 2880 kVA	3620 kVA / 3020 kVA
Charging power at SCS UP-XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	3450 kVA / 2880 kVA	3620 kVA / 3020 kVA
Discharging power at SCS UP-XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) <sup>1)</sup>	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA
Typical nominal AC voltages	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN <sup>2)</sup>	KNAN <sup>2)</sup>
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	4.0 kW / 3.1 kW	4.2 kW / 3.1 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	40.0 kW / 29.5 kW	41.0 kW / 32.5 kW
Max. total harmonic distortion	< 3%	
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)	○	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
<b>Inverter efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>3)</sup> / European efficiency <sup>3)</sup> / CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.7% / 98.6% / 98.5%	98.7% / 98.6% / 98.5%
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester type I	
Galvanic isolation	●	
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	

## 2.2 Tipi di cavi e collegamenti

I collegamenti dei pannelli alle string box sono realizzati con cavo solare (PV 1500 Vcc) interrato avente le seguenti caratteristiche: cavo unipolare con conduttore flessibile in rame rosso di sezione pari a 6 mm<sup>2</sup> o 10 mm<sup>2</sup>, doppio isolamento, con isolante HEPR speciale tipo G7, resistente all'ozono (EN50396) ed ai raggi UV (HD605/A1).

Risulta adatto per l'impiego in ambienti umidi (ottima resistenza all'acqua). Risulta estremamente resistente alla posa interrata se provvisto di sufficiente protezione meccanica.

Per i cavi corrente di collegamento string box - inverter si ritiene opportuno utilizzare cavi in alluminio da 300 o 400 mm<sup>2</sup>, in base alla lunghezza del cavo in questione.

I cavi in MT saranno di tipo ARG7H1RNRX - 18/30 kV, in particolare terne di cavi elicordati disposti a trifoglio in alluminio. Per il tratto di collegamento CU - cabina di

	ID Documento Committente <b>Cod037_FV_BGR_00003</b>	Pagina 13 / 25
		Numero Revisione
		00

raccolta si prevedono cavi con una sezione di 150 mm<sup>2</sup> o 240 mm<sup>2</sup>. Il collegamento avverrà con la modalità entra-esci su una dorsale, ottenendo così quattro terne di cavi in ingresso alla cabina di raccolta. Più complesso è il collegamento tra la cabina di raccolta, collocato in campo, e la SSU, situata nei pressi della Stazione Elettrica di Castelnuovo Scrvia. Per questo tratto si ipotizzano 2 terne di cavi elicordati disposti a trifoglio da 630 mm<sup>2</sup>.

L'indicazione dei cavi qui riportata non esclude la possibilità di utilizzare altre tipologie di cavo, qualora quella indicata non fosse disponibile su mercato, per la fase esecutiva.

I cavidotti in bassa tensione prevedono uno scavo di profondità di 80 cm circa. Per i cavidotti di MT, invece, gli scavi dovranno essere di almeno 1 m in campo e 1,2 m per il tratto di connessione dalla cabina di raccolta alla SSE. Per ulteriori dettagli, si rimanda alle tavole specifiche di progetto (es. Cod037\_FV\_BED\_00078\_Percorso E Dettagli Cavi Interni).

I dettagli del cavidotto in AT sono descritti nell'elaborato Cod037\_FV\_BGR\_00050 Progetto Definitivo Delle Opere Di Connessione (PTO) - Relazione Tecnico Illustrativa.

### 2.3 Servizi ausiliari

Alcuni servizi ausiliari, come i tracker, il sistema SCADA, la ventilazione e le luci dei cabinati saranno alimentati direttamente dai servizi ausiliari in bassa tensione delle Conversion Unit, anch'esse fornite di trasformatore degli ausiliari e di UPS con relative batterie.

### 2.4 Sistema protettivo

Il sistema di protezioni ha la funzione di garantire un livello di sicurezza adeguato al fine di proteggere le persone in campo o che entreranno in contatto con i dispositivi elettrici ad esso collegati, così come garantire il corretto funzionamento dell'impianto di produzione dell'energia e la sua immissione in rete.

In aggiunta ai sistemi di protezione previsti nelle SB e all'interno delle conversion unit, le protezioni in media tensione saranno, in partenza alla linea MT, di tipo: interruttore in MT equipaggiato con protezioni di massima corrente a più livelli (26, 50, 51, 97), dalla massima corrente omopolare (50N, 51N). L'arrivo della linea MT di campo, che termina nella cabina di raccolta, è invece servito dalle protezioni di massima corrente a più livelli (50, 51), dalla massima corrente omopolare (50N, 51N, 67N). La partenza della linea in MT, uscente dalla cabina di raccolta e terminante nella SSE, ha una protezione di massima corrente a più livelli (50, 51) e per correnti omopolari (50N, 51N, 67N).

Le tarature delle protezioni sopraindicate saranno determinate in accordo con il gestore della rete dopo che questi avrà comunicato i valori delle correnti di guasto ed i tempi di intervento delle protezioni della linea MT sulla quale si immette l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

I quadri bt dei servizi a 400/230 Vac, saranno previsti in carpenteria metallica con adeguate protezioni magneto-termiche per le linee e/o utenze. Per queste ultime potranno

prevedersi anche telecomandi elettromeccanici con manipolatori manuali a portella e relative segnalazioni. Anche i trasformatori bt/bt che alimentano i servizi ausiliari nelle conversion unit saranno protetti con un interruttore magneto-termico.

## 2.5 Impianto di messa a terra

L'impianto generale di messa a terra avrà lo scopo di limitare eventuali tensioni di parti dell'impianto, normalmente non in tensione, ma che potrebbero andarvi a causa di guasti elettrici. Inoltre, l'impianto di messa a terra ha la funzione di protezione contro contatti diretti e indiretti, accumulo di cariche elettrostatiche e contro i fulmini.

Esso sarà dimensionato per assicurare protezione sufficiente sia per quanto concerne la sezione MT che per la sezione BT dell'intera area e realizzato in accordo con le normative CEI in vigore.

Per garantire l'equipotenzialità, tutto l'impianto di terra dell'impianto fotovoltaico sarà collegato ad un nodo equipotenziale realizzato in barra di rame piatto. In particolare, le apparecchiature elettriche verranno messe a terra con le seguenti modalità: i tracker, in particolare la parte metallica delle strutture di sostegno, sarà messa a terra tramite conduttore PE di sezione minima 10 mm<sup>2</sup>; le strutture dei quadri saranno da collegare alla sbarra PE del quadro elettrico; anche l'armatura dei cavi sarà da collegarsi al conduttore PE del quadro elettrico, su entrambe le estremità.

Le cabine, prefabbricate, saranno fornite con un sistema di barre di messa a terra già disposto, al quale si collegheranno i trasformatori presenti in cabina, e che sarà poi da collegare ai conduttori di equipotenzialità. Sul fondo delle cabine, quindi, si troverà un anello principale di messa a terra, costituito da una barra di rame di sezione equivalente non inferiore a 50 mm<sup>2</sup>, comunque coerente con i calcoli di dimensionamento elettrico specifici. L'anello principale di messa a terra delle cabine sarà collegato all'impianto di terra generale del campo in almeno due punti.

	ID Documento Committente <b>Cod037_FV_BGR_00003</b>	Pagina 16 / 25
		Numero Revisione
		00

Le componenti metalliche non in tensione, come porte e finestre, non devono essere collegate al sistema equipotenziale.

Le componenti metalliche dell'impianto di illuminazione, come i porta lampada, saranno da mettere a metta tramite il conduttore PE all'interno del cavo di alimentazione.

La resistenza totale di terra dell'impianto disperdente sarà di valore tale che, in relazione al coordinamento con le protezioni e i dispositivi di intervento per guasto verso massa o verso terra, la tensione totale di terra sia contenuta nel tempo entro i valori normativi.

Il sistema di distribuzione dell'energia elettrica prevederà inoltre l'equipotenzializzazione delle masse estranee e il collegamento a terra di tutte le masse (CEI 64-8).

L'impianto di terra della sottostazione utente (SSU) sarà da realizzarsi secondo la norma IEC 61936-1. Questo sarà composto da una maglia interrata in rame. Le componenti metalliche all'interno della SSU saranno da connettere all'impianto di terra utilizzando dei collegamenti in rame.

Per maggiori dettagli, si rimanda alle tavole di progetto Cod037\_FV\_BED\_00074 e Cod039\_FV\_BED\_00076 e alla relazione descrittiva Cod037\_FV\_BGR\_00050 Progetto Definitivo Delle Opere Di Connessione (PTO) - Relazione Tecnico Illustrativa.

## **2.6 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche**

L'analisi del rischio associata alla probabilità di fulminazione, si completa con la realizzazione dell'impianto di protezione così articolato:

1. Impianto di protezione esterno: ciascun campo FV è provvisto di un proprio scaricatore;
2. Stazioni bt/MT: sono previsti SPD sulla linea MT in entrata ed alle sbarre bt;
3. Impianto di protezione interno: preposto ad evitare le scariche pericolose all'interno del volume protetto a seguito di fulminazioni dirette e indirette. I mezzi necessari per evitare tali possibili cause di danno potranno essere i seguenti:

- equipotenzializzazione (diretta o tramite limitatori di sovratensione SPD, comprese le linee a bus di campo);
- distanziamento (distanze di sicurezza);
- interposizione di materiale isolante tra le parti soggette a scariche pericolose.

Tali provvedimenti saranno adottati per la salvaguardia di persone, impianti e strutture, in particolare agendo su:

- corpi metallici interni ed esterni;
- impianti interni ed esterni (in corrispondenza di ogni polo).

L'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche sarà comunque da progettarsi e installarsi in accordo alla norma IEC 62305 ed altre eventuali normative vigenti.

Un'analisi di maggiore dettaglio sarà eseguita in una fase più avanzata della progettazione.

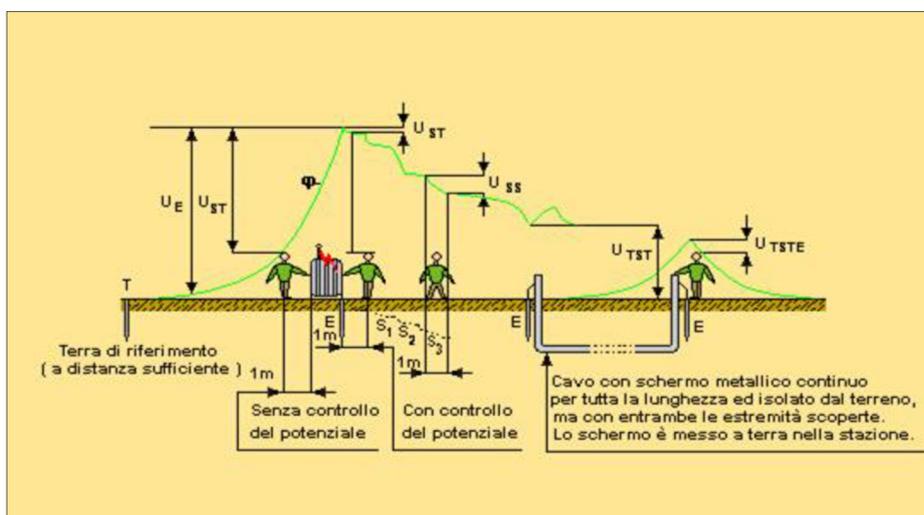


Figura 1: Scheda messa a terra da Norma Tecnica CEI

## 2.7 Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione sarà diversificato per aree funzionali, e verificato con le relazioni di calcolo illuminotecnico. Sarà assicurato un idoneo livello di illuminamento e un'alta qualità delle fonti luminose in tutte le aree limitando, tuttavia, l'impatto visivo dei corpi illuminanti. In particolare, sarà prevista l'illuminazione dedicata anche per gli accessi dei cabinati, che si attiverà solo in caso di necessità o emergenza.

I corpi illuminanti saranno ad alta resa nella tecnologia LED, singolarmente rifasati e idonei alla destinazione d'uso: fari per esterno e plafoniere per interno. Il circuito dei comandi sarà singolarmente sezionato con le rispettive alimentazioni delle linee. Le luci di sicurezza (emergenza) saranno previste allacciate alle utenze privilegiate e dotate di batteria di autoalimentazione che garantirà un funzionamento minimo dei corpi di illuminazione di 2 ore. I corpi illuminanti collocati all'interno di container sono da proteggere con un interruttore magnetotermico con un valore  $I_d = 30$  mA.

## 2.8 Impianti speciali

### *Impianto telefonico, trasmissione dati*

L'architettura di rete che sarà proposta risponde a caratteristiche di normazione, trasparenza, modularità, flessibilità, efficienza ed è proiettata verso il futuro in termini di tecnologia e di standard. L'impianto prevede una linea telefonica fissa alla stazione SAT per il personale presente in caso di sorveglianza e/o manutenzione.

Gli apparati di impianto saranno tutti a marchio CE per applicazioni industriali con apparecchiature ad intelligenza distribuita e porte per la trasmissione dati a bus di campo. La rete a bus avrà una topologia a stella e potrà utilizzare come mezzo trasmissivo un cavo di categoria 6, sia nella versione 4 coppie che multicoppia.

Anche all'interno dei fabbricati il sistema antintrusione dovrà essere attuato attraverso sensori magnetici e volumetrici collegati al centralino.

#### *Sistemi di Automazione e Supervisione*

Eventuali allarmi potranno essere diffusi anche mediante avvisi acustico/luminosi. I comandi di manovra dell'impianto elettrico saranno di tipo manuale locale e con predisposizione mediante selettori per comandi automatici da apparati esterni.

Sono tuttavia previsti il monitoraggio e la gestione delle dell'impianto che dipendono dalle caratteristiche funzionali svolte:

- sistema energia: assorbimenti, consumi, parametri elettrici, ...;
- sistema strutturale: impianto elettrico dei servizi ausiliari, sovratensioni, ...;
- sistema di controllo e sicurezza: antintrusione, controllo accessi, ...

In particolare, alcuni sistemi di controllo saranno dotati anche di mezzi di trasmissione propri per consentire una garanzia di sicurezza: antintrusione e controllo accessi.

#### *Condizionamento*

Gli impianti di climatizzazione, in collaborazione con i Fornitori degli impianti tecnologici, saranno finalizzati all'ottenimento dei seguenti requisiti funzionali:

- temperature delle apparecchiature entro i limiti di specifica dichiarati dal fabbricante;
- flessibilità di esercizio;
- contenimento energetico;
- affidabilità e ridotta manutenzione.

Dovendo garantire le caratteristiche funzionali delle apparecchiature dichiarate dal fabbricante indicativamente ma non limitatamente, le temperature previste all'interno dei fabbricati saranno: 5°C min. e 45°C max.

	ID Documento Committente <b>Cod037_FV_BGR_00003</b>	Pagina 20 / 25
		Numero Revisione
		00

### 3. Locali di trasformazione e cabina di raccolta

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico viene convogliata all'interno degli skid di conversione e trasformazione, adibiti all'alloggiamento della quadristica e della trasformazione della corrente continua di bassa tensione (bt) in corrente alternata in media tensione (MT).

Nel sito in esame risultano essere presenti n.11 skid di trasformazione, collocati in maniera tale da concordare la comodità di accesso alle stesse, con le esigenze elettriche in campo.

L'energia prodotta in MT all'interno di ciascuna conversion unit (CU) confluisce all'interno di una cabina di raccolta. Si individua il locale di raccolta presso l'impianto stesso e affiancato dalla control room. Dalla cabina di raccolta partono quattro terne di cavi in MT che collegano il locale di raccolta alla sottostazione utente (SSU) tramite cavidotto interrato MT: questa soluzione di connessione prevede un cavo in posa interrata su un tracciato che coinvolge principalmente strade pubbliche in asfalto e, per un breve tratto nelle vicinanze dell'impianto fotovoltaico, una strada sterrata terreno in disponibilità. La connessione mediante cavo in AT della SSU alla Stazione Elettrica verrà trattata in appositi elaborati (Cod037\_FV\_BEU\_00072 e Cod038\_FV\_BED\_00073).

Un elenco sommario ma non esaustivo delle apparecchiature che trovano posto all'interno delle cabine di trasformazione e di raccolta può essere il seguente:

- trasformatori
- trasformatori per servizi ausiliari
- interruttore MT per la linea che collega le cabine di trasformazione e raccolta
- quadro generale di media tensione
- quadri bassa tensione di corrente continua e corrente alternata
- quadri bassa tensione in corrente alternata per i servizi ausiliari

- UPS
- sistemi di gestione degli allarmi e della sicurezza

Nel complesso, sotto l'aspetto elettrico, l'impianto dovrà prevedere:

- sezione di arrivo linea MT;
- sezione bt a 600 V, livello di tensione in arrivo dagli inverter;
- sezione MT a 30 kV;
- i quadri bt dei servizi a 400/230 Vac sono previsti in carpenteria metallica con adeguate protezioni magneto-termiche e differenziali (ove richiesto) per le linee e/o utenze. Per queste ultime potranno prevedersi anche telecomandi elettromeccanici con manipolatori manuali a portella e relative segnalazioni;
- ogni scomparto ed ogni cella del quadro in MT verranno controllati da unità elettroniche per tutte le funzioni (protezione, sezionamento, interblocco, misura, diagnostica, memorizzazione);
- sarà inoltre prevista l'adozione di sistemi atti a garantire le caratteristiche di continuità dell'energia e di compatibilità elettromagnetica anche in seguito a disturbi provenienti dalla rete elettrica a monte del punto di consegna dell'ente distributore o provenienti da fenomeni atmosferici (protezioni da sovratensioni MT/bt).

I quadri MT/bt saranno dotati di scomparti con segregazione completa delle sbarre, scomparti per le apparecchiature e scomparti per le morsettiere di uscita. Questa forma costruttiva dovrà consentire un agevole e sicuro accesso a ciascuna delle sezioni con le altre in servizio.

Dal punto di vista costruttivo, i fabbricati che costituiscono le cabine, di raccolta, di trasformazione e cabina di controllo, verranno realizzati con strutture prefabbricate, ad oggi molto diffuse essendo dotate di standard costruttivi omogenei.

All'interno della cabina di controllo, anche detta control room, è presente la componentistica di controllo dei dispositivi presenti in campo al fine di mantenere l'impianto nelle condizioni di funzionamento ottimali.

## 4. Opere civili

### 4.1 Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici

Per il progetto in esame è stata selezionata quale struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici la tipologia ad inseguimento monoassiale che, tramite servomeccanismi, compie una vera e propria rotazione secondo l'asse nord-sud, esponendo i moduli all'irraggiamento solare per tutto l'arco della giornata.

Si utilizzano strutture prefabbricate tali per cui si possa alloggiare nel frame soltanto un numero prestabilito di moduli, con il pregio della semplicità strutturale e la rapidità di installazione in fase di cantiere. Come precedentemente descritto, per il progetto in esame i moduli fotovoltaici sono alloggiati in vele che contengono al massimo ventisette elementi, su supporti costituiti da strutture metalliche tralicciate.

La staticità della struttura a fronte dei carichi propri ed accidentali (vento e neve), viene garantita mediante strutture di fondazione realizzate con elementi infissi nel terreno in modo tale da fornire un adeguato supporto alle strutture di sostegno dei moduli, mantenendo al contempo inalterate le caratteristiche di permeabilità. Questi elementi di fondazione, costituiti da profilati metallici, permettono inoltre all'atto della futura dismissione dell'impianto a fine vita, una restituzione del piano di campagna allo stato ante-operam tramite piccoli riempimenti di terra in corrispondenza dei fori lasciati dopo la rimozione degli stessi.

### 4.2 Viabilità

La viabilità all'interno del campo permette il raggiungimento di tutti gli elementi in campo in modo funzionale e con continuità. La viabilità perimetrale e interna è stata infatti progettata con al fine di permettere l'accesso in campo ai veicoli di manutenzione, e allo stesso tempo garantendo il passaggio dei mezzi dei Vigili del Fuoco, nel caso di necessità.

	ID Documento Committente <b>Cod037_FV_BGR_00003</b>	Pagina 23 / 25
		Numero Revisione
		00

In particolare, l'interasse tra i tracker è stato mantenuto a 5 metri, così da garantire il passaggio di persone e veicoli tra le file di moduli. In questo modo, si possono raggiungere le string box posizionate all'interno del campo fotovoltaico per effettuare controllo e, se necessario, riparazioni.

Per quanto riguarda la viabilità stradale, si garantisce una larghezza minima di passaggio di 3,5 metri in ciascun punto dell'impianto. Essendo infatti presenti macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m<sup>3</sup>, nello specifico i trasformatori ad olio, l'area di impianto è soggetta al controllo dei Vigili del Fuoco e quindi deve garantire le seguenti caratteristiche minime:

- larghezza della strada 3,5 metri;
- raggi di curvatura uguali a 13 metri nei tratti in cui è previsto il passaggio dei mezzi dei VVF
- altezza libera pari a 4 metri

Inoltre, la pendenza longitudinale delle strade non sono superiore al 10%, mentre la pendenza trasversale non supera il 2%.

Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto Cod037\_FV\_BCD\_00082\_Planimetria e Sezioni Viabilità Interna e nelle quote indicate nella tavola di progetto Cod037\_FV\_BGD\_00052\_Inquadrimento Catastale Impianto.

#### **4.3 Fondazioni dei cabinati**

I cabinati presenti all'interno dell'area di impianto sono costituiti da locali prefabbricati di dimensioni variabili, in base alla destinazione d'uso (e.g. CU per il contenimento degli inverter centralizzati e i trasformatori, cabina di raccolta...).

Le aree interessate al loro posizionamento dovranno essere preparate, tramite asportazione del terreno ed escavazione al fine di collocarvi le fondazioni. I volumi di terra movimentata risultanti dagli scavi possono essere impiegati per la sistemazione delle aree a verde o per la livellazione del terreno in campo. Il terreno sul quale insisteranno le

	ID Documento Committente <b>Cod037_FV_BGR_00003</b>	Pagina 24 / 25
		Numero Revisione
		00

fondazioni deve risultare il più regolare possibile, per evitare problematiche di stabilità, messa in posa e allagamenti.

Le fondazioni delle cabine elettriche saranno del tipo prefabbricato in cemento armato o messe in opera con pannelli prefabbricati. Queste dovranno essere progettate in maniera tale da mantenere una rigidità strutturale sufficiente a sostenere i manufatti posati sopra di esse e i componenti al loro interno.

A titolo d'esempio, le fondazioni dei cabinati che ospiteranno dei trasformatori ad olio saranno così strutturate: la struttura poggerà su una vasca di fondazione per il contenimento dei cavi che prevederà dei fori per la dispersione delle acque; vi sarà inoltre una vasca di raccolta dell'olio del trasformatore, nel caso di eventualità. Il volume di tale vasca è proporzionale al volume di tutto l'olio del trasformatore, dato specifico per il componente che si intende utilizzare. La vasca dovrà avere il fondo con una pendenza minima tale da far confluire i liquidi lateralmente, per prevederne la fuoriuscita tramite tubazione. La vasca di contenimento poggerà su un magrone di sottofondazione in calcestruzzo con classe di resistenza minima C12/15. I getti di conglomerato cementizio strutturale (e.g. per fondazioni, platee) dovranno invece essere realizzati con un calcestruzzo con classe di resistenza minima C25/30.

Per approfondimenti, si rimanda alla tavola di progetto rappresentante le cabine e i particolari costruttivi delle fondazioni (Cod037\_FV\_BCD\_00067).

	ID Documento Committente <b>Cod037_FV_BGR_00003</b>	Pagina 25 / 25
		Numero Revisione
		00

## 5. Connessione alla rete RTN

L'impianto fotovoltaico verrà connesso alla rete elettrica di alta tensione di Terna per l'immissione dell'energia prodotta nella RTN.

Nel caso in esame il cavo MT interrato che partirà dalla cabina di raccolta raggiungerà in un primo momento la SSU e poi la Stazione Elettrica di Castelnuovo Scrivia seguendo il tracciato riportato nelle planimetrie di progetto (elaborati Cod037\_FV\_BGD\_00055 e Cod038\_FV\_BED\_00073). Tale soluzione prevede la posa di circa 11 chilometri di cavo interrato MT.

In base a quanto previsto in STMG, l'ultimo tratto della linea elettrica di connessione in arrivo alla Stazione Elettrica avverrà nelle seguenti modalità: i cavi in AT, provenienti dalla SSU, si collegheranno ad uno stallo in condivisione con altri due produttori, MYT e BLUE BESS. Questo è necessario per l'ingresso della linea 132 kV da realizzarsi nella Stazione Elettrica di proprietà di Terna. Le sbarre a 132 kV, così come la linea di collegamento in AT in partenza dallo stallo e i relativi dispositivi di protezione e sezionamento per la partenza della suddetta linea, sono in condivisione con gli altri due produttori menzionati. Si rimanda all'elaborato Cod037\_FV\_BEU\_00072 per un inquadramento dell'unifilare delle opere relative all'alta tensione e al documento descrittivo dell'opera di elevazione e di collegamento in AT "Cod037\_FV\_BGR\_00050-Progetto Definitivo Delle Opere Di Connessione (PTO) - Relazione Tecnico Illustrativa".