

Regione  
Sicilia



Provincia di  
Trapani



Comune di  
Marsala



# PARCO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "RINAZZO" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DI POTENZA PARI A 21 MW NEL COMUNE DI MARSALA (TP)

Società proponente:

**ecenergy**  
Powering renewables.

Via A. Manzoni, 30 - Milano (20121)  
P.IVA: 11119020961  
Pec: ecosicily3srl@legalmail.it

Scala

n.d.

Formato

A4

Titolo elaborato:

RELAZIONE TECNICA E  
SIMULAZIONE PVSYS

PROGETTISTI INCARICATI

Progettazione elettrica:  
Ing. Clementi Riccardo

CODICE ELABORATO

PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.
RNZFV	003	R	00

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	05/22	Prima emissione	G.R.	R.C.	R.C.
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA

**Terna**  
Rete Elettrica Nazionale

Progettazione a cura di:

**STE energy**

STE Energy S.r.l. società a socio unico  
Via Sorio, 120 - 35141 Padova (IT)

Tel. +39 049.2963900 Fax +39 049.2963901 www.ste-energy.com

# Indice

1	Dati generali di progetto .....	2
2	Presentazione dell'intervento .....	3
2.1	Localizzazione del sito .....	4
3	Descrizione generale delle opere in progetto .....	5
4	Componenti di impianto .....	7
4.1	Pannello fotovoltaico.....	7
4.2	Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico .....	7
4.2.1	Tracker monoassiali.....	7
4.2.2	Strutture di supporto fisse.....	9
4.3	Gruppo di conversione C.C./C.A.: inverter di stringa .....	9
4.4	Cabina di trasformazione.....	11
4.5	Cabina prefabbricate .....	13
4.5.1	Cabina di arrivo-partenza linee.....	13
4.5.2	Cabine elettriche di BT – Ufficio e magazzino.....	13
4.6	Cavidotti interni .....	15
4.7	Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo. ....	17
4.8	Sistema di TLC .....	17
4.9	Sistema di sicurezza e antintrusione .....	18
4.10	Impianti di illuminazione.....	18
4.11	Impianto di terra.....	19
4.12	Viabilità, recinzione e cancelli.....	19
5	Calcolo della produzione fotovoltaica .....	19
5.1	Stima di Produttività dell'impianto nel periodo di vita operativa .....	20
6	Norme e documentazione di riferimento .....	22

# 1 Dati generali di progetto

<b>Ubicazione</b>	
Regione	Sicilia
Provincia	Trapani
Comune	Marsala, Loc. Rinazzo
Superficie totale area di progetto	Circa 35 ha

<b>Società proponente</b>	
Ragione sociale	Ecosicity 3 s.r.l.
P.iva e c.f.	11119020961
Indirizzo sede legale	Via Alessandro Manzoni, 30 – 20121 Milano
PEC	ecosicity3srl@legalmail.it

<b>Grandezze principali di impianto</b>	
Potenza DC	21192.60 kW
Potenza AC di connessione	23000 kW

<b>Componenti principali di impianto</b>	
Moduli	n.37180 moduli Jinkosolar N-type 570W
Inverter di stringa	n.76 inverter da Sungrow 320kW
Cabina di trasformazione	n.7 skid con trasformatore in resina da 3200-4000 kVA
Strutture di supporto	Tracker monassiali 1-P con azimut 15°/26° e strutture fisse 2V con tilt 25°
Cabina arrivo linea	n.1 in CAV dim. (LxPxA) 800x250x280 cm
Cabine ufficio-magazzino	n.3 in container da 20'
Cabine elettriche per ausiliari	n.3 in container da 20'

<b>Opere di connessione alla rete</b>	
Tensione di connessione	30 kV e 150kV
Gestore di rete	Terna spa
Cod. pratica	201901644

## 2 Presentazione dell'intervento

Nella presente relazione tecnico specialistica vengono illustrate le scelte progettuali adottate per la realizzazione di un impianto Agri-fotovoltaico per la produzione di energia da fonte solare, di potenza di picco pari a 21192.60 kWp, con tracker ad inseguimento mono-assiale (est-ovest) nel Comune di Marsala (TP) e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

Per impianto *agri-voltaico* (o agri-fotovoltaico), come indicato dal MITE nelle Linee Guida pubblicate nel mese di Giugno 2022, si intende un impianto fotovoltaico, compreso di tutte le opere e strutture - elettriche e civili – necessarie alla produzione di energia elettrica da fonte solare, pensato e progettato per garantire l'utilizzo della medesima area anche per attività agricole o di pastorizia. Questo concept innovativo permette di aumentare sensibilmente quello che è definito come il *coefficiente di utilizzazione del terreno*, rispetto a quello che si avrebbe nel caso di occupazione solo di fotovoltaico o solo colture. Nel caso in esame, alla produzione di energia pulita, si affiancherà l'attività di *agricoltura*.

L'impianto in questione sarà prevalentemente del tipo a pannelli fotovoltaici su strutture ad inseguimento infisse nel terreno; una parte di esso invece, sarà costituito da strutture fisse. L'impianto sarà dunque costituito dai seguenti elementi:

- Strutture di sostegno ad inseguimento mono assiale "tracker" e strutture fisse;
- Pannelli fotovoltaici;
- Quadri Elettrici BT;
- Inverter di stringa per la conversione CC/CA;
- Cabina di trasformazione 0.8/30kV;
- Cabine prefabbricate per ufficio, alloggio materiale, quadri elettrici ausiliari.
- Fanno parte dell'impianto altri elementi complementari:
  - Impianti ausiliari;
  - Sistema di sicurezza e sorveglianza;
  - Viabilità di accesso e strade di servizio;
  - Recinzione perimetrale;

Dal confronto delle misure topografiche effettuate in situ, dei dati satellitari e delle mappe catastali, si è potuto procedere alla definizione del layout di impianto, che è stata il risultato dall'unione delle esigenze provenienti da tutti gli ambiti interessati, quali a titolo esemplificativo:

- vincoli imposti dalla normativa urbanistica vigente;
- input normativi indicati dalle Linee Guida del Mite per garantire l'applicabilità del termine Agri-voltaico;
- esigenze tecnico-elettriche per il corretto e efficiente funzionamento dell'impianto fotovoltaico;
- input di natura civile e logistica di cantiere;
- inclusione di opere idrauliche per la corretta compatibilità idrogeologica della trasformazione introdotta.

## 2.1 Localizzazione del sito

L'area oggetto di intervento per la realizzazione dell'impianto agri-voltaico ha una superficie complessiva di circa 35ha ed è ubicata nel Comune di Marsala, località Rinazzo. In tabella sono specificati i riferimenti catastali dell'area di intervento.

Comune	Foglio	Mappali
Marsala	134	113-125-116-117- 129-131-1-134- 174-132-147-156- 140-141-122-119- 118-148-142-165- 152-186-2-50-120- 121-143-167-175- 176-184-149-164- 153-146-173-126- 127-128-185-130- 138-144-145-169- 170-171-172-124- 154
	135	156-157-158-159
	166	7-8-259-68-91-93- 258

Il sito è accessibile dalla Strada Provinciale 24; risulta comodo quindi il raggiungimento del sito anche da mezzi pesanti, soprattutto in fase di cantiere. Le coordinate geografiche di riferimento, latitudine e longitudine sono: 37.824127° 12.623007°.

L'impianto sarà connesso alla rete di Terna spa tramite realizzazione di una nuova linea MT a 30kV collegata sulla sezione MT della futura Stazione Elettrica Utente(SE) di Trasformazione 30/150 kV, la quale sarà collegata in cavo AT a 150kV alla Stazione Elettrica denominata Partanna2.

Per un corretto inquadramento del parco solare e delle opere di connessione fare riferimento agli elaborati grafici di progetto tavole VIA 1-32.

### 3 Descrizione generale delle opere in progetto

L'impianto fotovoltaico è stato progettato seguendo la logica dell'uso dell'inverter di stringa, che prevede l'installazione dei vari inverter direttamente sul campo, e non concentrati in apposite cabine. Questo permette, a differenza della configurazione con inverter centralizzati, di convogliare la potenza generata in modo più efficace e con minor cavi. Tale struttura, descritta con lo scema a blocchi sotto riportato, è facilmente modulabile, perciò utilizzabile sia per impianti relativamente piccoli (1-10 MW) sia per quelli di un ordine di grandezza superiore.

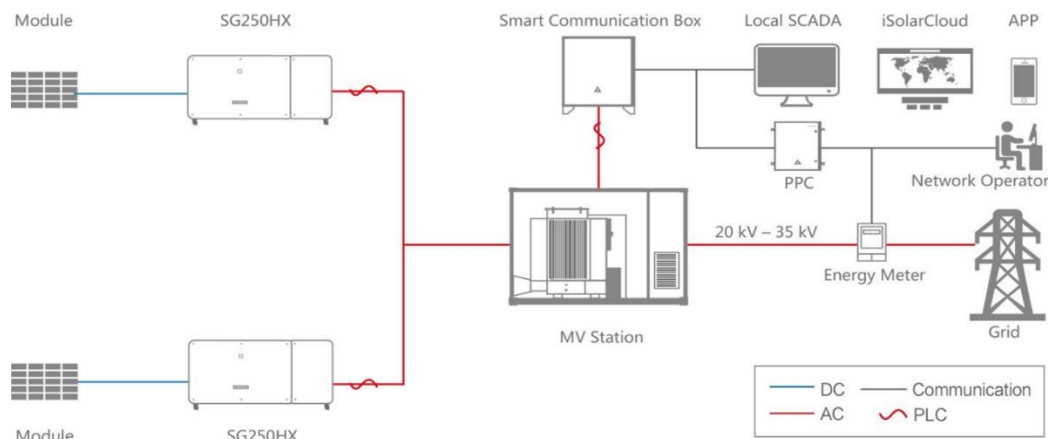


Figura 1: schema a blocchi impianto fotovoltaico con inverter di stringa.

L'impianto fotovoltaico è costituito dai seguenti componenti, la cui descrizione dettagliata è affrontata nei vari paragrafi nel capitolo successivo:

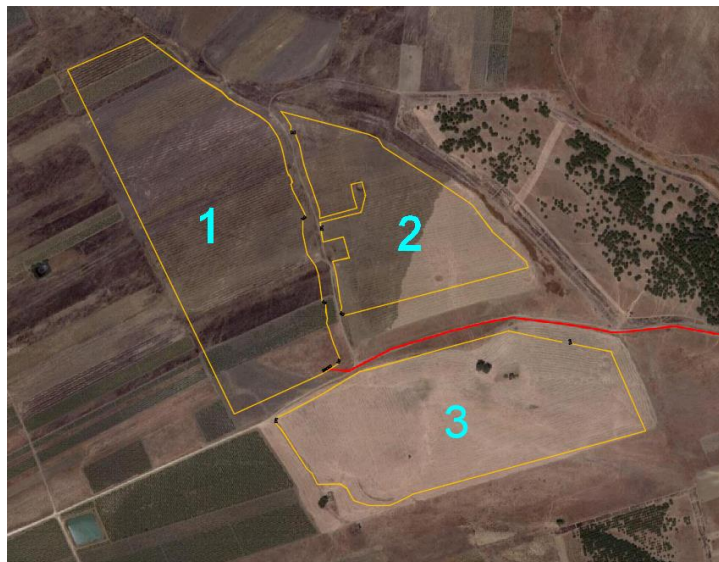
- n. 37180 moduli fotovoltaici bifacciali Vertex 650W Trina solar
- i moduli fotovoltaici saranno sorretti su specifiche strutture metalliche dette Tracker, in grado di ruotare da Est verso Ovest durante l'arco della giornata; questi saranno di quattro taglie:
  - tracker ospitanti 26 moduli ciascuno (una stringhe)
  - tracker ospitanti 39 moduli ciascuno (una stringa e mezza)
  - tracker ospitanti 52 moduli ciascuno (due stringhe)
  - tracker ospitanti 78 moduli ciascuno (tre stringhe)oppure saranno sorretti da strutture metalliche fisse in grado di ospitare 26 moduli in posizione 2-p
- n. 76 inverter di stringa
- n. 7 cabine di trasformazione Skid bt/MT
- n.1 cabina in CAV partenze linea
- n.1 cabine containerizzate da 20' per ufficio e magazzino e alloggio quadri ausiliari
- cavidotti interni, suddivisi in:
  - cavi in CC per il collegamento dei moduli agli inverter
  - cavi in CA bt di collegamento degli inverter al quadro di bassa tensione del trasformatore
  - cavi CA AT di collegamento del trasformatore al quadro di AT nella cabina di consegna
  - cavi CA bt di alimentazione degli ausiliari che collegano il trasformatore bt/bt contenuto nello Skid con la cabina Utente e tutti gli ausiliari di campo (illuminazione e tvcc)
  - maglia di terra
  - cavi di segnale per il controllo degli inverter
  - è oggetto di questa autorizzazione anche il cavidotto in doppia terna MT di circa 5.9km per collegare la cabina MT di arrivo-partenza linea con la cabina MT in stazione Utente.
- illuminazione e TVCC

A ciò va aggiunta l'esecuzione delle seguenti opere civili

- preparazione del terreno ed esecuzione delle opere di compatibilità idraulica
- viabilità interna e recinzione
- predisposizione del verde di mitigazione

L'impianto sarà, elettricamente e visivamente, diviso in 3 sottocampi, aventi le seguenti caratteristiche. La denominazione dei vari sottocampi è mostrata in figura.

	sottocampo 1	sottocampo 2	sottocampo 3	Totale
<b>tracker da 26 moduli</b>	25	24	30	79
<b>tracker da 39 moduli</b>	16	20	30	66
<b>tracker da 52 moduli</b>	15	75	18	108
<b>tracker da 78 moduli</b>	213	25	57	295
<b>strutture fisse 2P</b>	0	0	151	151
<b>Potenza totale [kW]</b>	10640,76	4134,78	6417,06	21192,60



*Figura 2: Denominazione dei vari sottocampi*

## 4 Componenti di impianto

### 4.1 Pannello fotovoltaico

Il parco fotovoltaico è costituito da 37180 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, dotato di una potenza nominale pari a 570 Wp, costruito da Jinkosolar, modello Tiger Neo N-type 72HL4-BDV. In sede di progettazione definitiva, prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare la scelta verso altra tipologia di pannelli.

Tali moduli hanno dimensioni pari a 2278x1134x30mm, con un peso di circa 32kg. Considerata la dimensione, peso e altezza di installazione, si prevede che l'installazione avverrà mediante l'ausilio di carri mobili.

Ciascun modulo è accompagnato da un datasheet e da una targhetta che sottoposta a foto e termodegradazione, possa durare nel tempo, apposta sopra il modulo stesso, riportante le principali caratteristiche, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

### 4.2 Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico

Come anticipato, l'impianto fotovoltaico sarà dotato per la maggior parte (circa 19 dei 21MW totali) di strutture di sostegno per i moduli fotovoltaici a inseguimento solare monoassiale; nella restante parte (sita nella porzione sud est dell'area di progetto) verranno installati i pannelli fotovoltaici su strutture fisse. Di seguito sono descritti entrambi i modelli.

#### 4.2.1 Tracker monoassiali

Le strutture ad inseguimento solare di tipo "mono-assiale", detti tracker, ospiteranno i moduli fotovoltaici in modalità "ritratto" (ossia in modo che il lato corto del pannello sia parallelo all'asse del tracker). Tali strutture permettono la rotazione lungo l'asse orizzontale, da Est a Ovest, da +60° a -60°, durante la giornata affinché sia mantenuta il più possibile l'ortogonalità tra i pannelli e i raggi solari.

I tracker sono costituiti da travi in acciaio zincato (tipicamente IPE) opportunamente dimensionati e direttamente infissi nel terreno tramite macchine battipalo, senza la necessità di fondazioni in c.a.: si prevede l'infissione per circa 3m di profondità, predisponendo un palo ogni 6/7m. Su detti sostegni, tramite opportune giunzioni snodabili, è posta la trave orizzontale, su cui vengono fissati i pannelli. Il movimento rotatorio è assicurato da un motore – uno per ogni struttura – alimentato da piccoli pannelli fotovoltaici ad hoc. Il controllo è gestito centralmente e la comunicazione avviene wireless.

L'asse dei tracker è posizionata a circa 3m di altezza, cosicché, nel momento di massima inclinazione, il punto più basso del pannello sia ad una quota  $\geq 2.10$ m, in ottemperanza con le Linee Guida sull'Agrivoltaico emanate dal Mite.

I tracker che verranno installati saranno dotati della funzionalità "backtracking", ossia un apposito sistema di controllo che gestisce la rotazione affinché, quando il sole è particolarmente basso, si eviti l'ombreggiamento reciproco tra le varie file vicine. Questo comporta un aumento di energia prodotta di circa 5%.

Nel caso in oggetto, i parametri di posizionamento dei tracker sono riassunti in tabella:

	<b>sottocampo 1</b>	<b>sottocampo 2</b>	<b>sottocampo 3</b>
<b>Pitch</b>	4.60m	4.60m	4.60m
<b>Azimut</b>	-26°	-15°	-15°





*Figura 3: Esempio di tracker monoassiali.*



Figura 4: Esempio di fissaggio delle strutture di supporto.

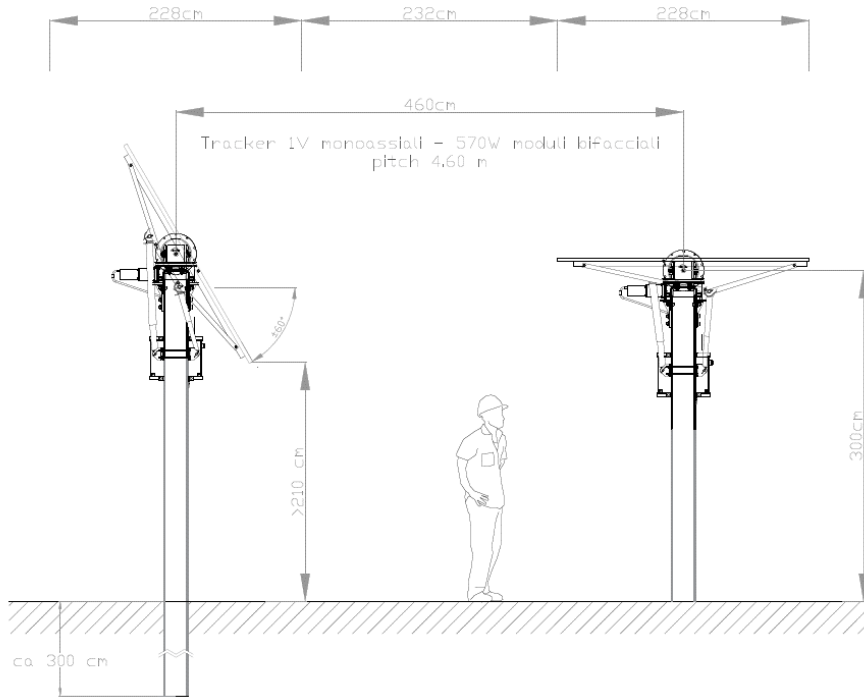


Figura 5: dimensioni tracker

#### 4.2.2 Strutture di supporto fisse

La porzione di impianto sita a sud ovest, causa della forte pendenza che non permette il montaggio dei tracker, sarà caratterizzata dalla presenza di strutture in acciaio fisse. Anche queste strutture non prevedono fondazioni di c.a., ma solo infissione diretta dei pali nel terreno. Su queste alloggeranno i moduli in posizione 2-Portrait, ossia verticalmente su due file. Le strutture sono modulari, ognuna di queste conterrà 26 moduli, affinché questi formino insieme una stringa elettrica.

Nel caso in oggetto, i pannelli avranno un tilt di 25° e azimut -15°.

Si faccia riferimento alla tavola FTV-10.



Figura 6: Esempio di struttura fissa 2P.

#### 4.3 Gruppo di conversione C.C./C.A.: inverter di stringa

La conversione C.C./C.A. avverrà tramite l'installazione di 76 inverter di stringa, modello Sungrow SG350HX o similari con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri.

Tali macchine hanno dimensioni di 1136\*870\*361 mm, dal peso di circa 115kg. Essi saranno alloggiati su apposite strutture metalliche infisse a terra o sfruttando direttamente i sostegni dei pannelli.

Il datasheet è riportato in Appendice A.

Gli inverter saranno dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE. Gli inverter dovranno rispettare i seguenti standard principali: EN 50178; IEC/EN 62109-1; IEC/EN 62109-2; IEC/EN61000-6-2; IEC/EN61000-6-4; IEC 62109-1; IEC 62109-2; IEC/EN61000-3-11; IEC/EN61000-3-12; IEC/EN61000-3 series; IEC/EN61000-6 series; Annexes A68 e A70 TERNA.



*Figura 7: Inverter SG350HX*

## 4.4 Cabina di trasformazione

L'impianto sarà dotato di 7 cabine di trasformazione plug&play detta comunemente Skid, contenente:

- Trasformatore 0,8/30 kV da 3200kVA o 4000kVA kVA a doppio secondario in resina
- Trasformatore ausiliario in resina 0,8/0,4 kV da 40 kVA
- Quadro di bassa tensione di parallelo inverter (ogni ingresso sarà dotato di interruttore fusibile)
- Quadro di bassa tensione per alimentazione ausiliari
- Quadro di media tensione

La cabina riporta la tipica struttura containerizzata; ha dimensioni di circa 6100\*2500\*2950 mm e peso di circa 24T. Arriverà in situ già predisposta dei componenti interni e poggerà su fondamenta costituite da plinti di cemento armato opportunamente dimensionati.

Nella figura sotto è riportato un esempio di cabina Skid:



*Figura 8: Esempio di cabina Skid di trasformazione, modello containerizzato.*

Qui sono riportate le caratteristiche tecniche del trasformatore utilizzato:

*Tabella 1 - Caratteristiche tecniche trasformatore a doppio secondario*

DESCRIZIONE	U. M.	VALORE
Caratteristiche elettriche		

---

Potenza nominale	kVA	4000/3200
Numero di fasi	-	3
Frequenza nominale	Hz	50
Tipologia raffreddamento	-	AN
Tensione nominale primario	kV	36
Tensione nominale secondario	kV	0.8
Gruppo vettore	-	Dy11y11
Impedenza di cc	%	9.5/8

---

## 4.5 Cabina prefabbricate

### 4.5.1 Cabina di arrivo-partenza linee

A sud del sottocampo 1 sarà necessario installare una cabina di C.A.V., prefabbricata o costruita in opera, adibita ad ospitare i quadri di elettrici a 30kV, provenienti dagli skid e di partenza verso la stazione utente, la cella misure e i quadri di controllo. Tale cabina sarà dotata di una vasca di fondazione interrata di circa 70cm, cava, dalla quale entreranno i cavi all'interno della cabina stessa.

Tale cabina avrà ingombro fuori terra pari a 800x250x280 cm.



*Figura 9: esempio di cabina in C.A.V.. La parte nera costituisce la vasca di fondazione e raccolta cavi, che sarà interrata.*

### 4.5.2 Cabine elettriche di BT – Ufficio e magazzino

In ogni sottocampo, affianco a uno skid, saranno alloggiata una cabina (in totale quindi 3) di tipo containerizzato, adibita a contenere i quadri di BT per il controllo degli ausiliari di sottocampo e sistemi SCADA, alimentati dal trasformatore ausiliario alloggiato nello skid.

Nel sottocampo 2, invece, come indicato nelle planimetrie allegate, saranno alloggiare 3 cabine, della stessa natura delle precedenti, destinate a magazzino e ufficio.

Le dimensioni di queste cabine sono 320x244x270cm. La disposizione delle porte e delle finestre è indicativa e sarà definita in fase esecutiva in base all'utilizzo.



*Figura 10: esempio di ufficio in container.*

## 4.6 Cavidotti interni

Le connessioni elettriche previste per il funzionamento dell'impianto fotovoltaico, e oggetto di questa relazione, sono l'insieme di tutti i cavidotti di potenza interni al parco fotovoltaico e dei due cavidotti MT di connessione dello stesso alla Stazione Utente.

Tutto il terreno naturale che verrà rinvenuto dagli scavi delle trincee per la posa dei cavidotti interni al campo sarà riutilizzato in situ. Parte del terreno, invece, rinvenuto dallo scavo per la posa del cavidotto MT su strada pubblica sarà considerato rifiuto e opportunamente smaltito. I volumi sono indicati negli elaborati specifici.

Le tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) individuate garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi, le sezioni per i vari collegamenti sono tali 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 ed in condizioni ordinarie di esercizio. Si nota che per i vari tratti di collegamento dell'impianto fotovoltaico, la caduta massima di tensione è stata considerata pari a 1%.

Nel seguente schema seguente sono sintetizzate le modalità di posa dei vari cavi dell'impianto, con relative tipologie.

Tabella 1: tipologia cavi BT

Connessione	Tensione di esercizio	Corrente nominale	Tipologia cavo	Posa
Modulo FV - inverter di stringa	800V dc	14A	FG21M21 1500 V cc da 10 mmq	Fissati alle strutture dei tracker con fascette plastiche anti-UV oppure direttamente interrati
Inverter di stringa - trasformatore	800 V ac	230A	3x (0.6/1 kV ARG16R16 da 240 mmq)	Direttamente interrati, 50cm di profondità, 15cm l'uno dall'altro
Alimentazione BT degli ausiliari	220V ac	30	FG17 450/750 V 3x25+16 mmq oppure 2x10mmq	Direttamente interrato a 50cm di profondità

Tabella 2: tipologia cavi MT (cfr. tav FTV-002 Schemi elettrici0029

Sottocampo	Connessione	Tensione di esercizio	Corrente nominale	Tipologia cavo	Posa
1	Trasf. 3→2	30kV	65A	ARP1H5EX 3X70mmq	Direttamente interrata a trifoglio, 70cm di profondità.
1	Trasf. 2→1	30kV	154A	ARP1H5EX 3X70mmq	Direttamente interrata a trifoglio, 70cm di profondità.
1	Trasf. 1→cabina arrivo linee	30kV	210A	ARP1H5EX 3X95mmq	Direttamente interrata a trifoglio, 70cm di profondità.
2	Trasf. 2→1	30kV	65A	ARP1H5EX 3X70mmq	Direttamente interrata a trifoglio, 70cm di profondità.
2	Trasf. 1→cabina arrivo linee	30kV	145A	ARP1H5EX 3X70mmq	Direttamente interrata a trifoglio, 70cm di profondità.



3	Trasf. 2→1	30kV	81A	ARP1H5EX 3X70mmq	Direttamente interrata a trifoglio, 70cm di profondità.
3	Trasf. 1→cabina arrivo linee	30kV	162A	ARP1H5EX 3X70mmq	Direttamente interrata a trifoglio, 70cm di profondità.

## 4.7 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo.

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni, verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM. A tale scopo nelle cabine di trasformazione sarà installata apparecchiatura elettronica, di acquisizione e raccolta dati, e di telecomunicazioni facenti parte dell'architettura generale di detto sistema di supervisione. Ovviamente l'architettura di questo sistema integrerà la connessione di tutti gli elementi di impianto. Il tutto in modo da avere una piattaforma unica, centralizzata e remotabile di acquisizione, raccolta, memorizzazione ed elaborazione dati. Mediante questa piattaforma ci sarà anche interoperatività da remoto con l'impianto fotovoltaico. Pertanto, il sistema potrà non solo acquisire i dati ma anche ricevere informazioni e comandi da trasferirsi in termini di operatività sull'impianto: apertura interruttori, impostazione parametri di controllo, etc. etc.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

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

Nello specifico partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i "bus di campo", saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva

I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

## 4.8 Sistema di TLC

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati. L'interconnessione in fibra ottica interesserà:

1. Ciascun inverter di stringa;

2. Cabine di trasformazione;
3. Cabina di Raccolta;
4. Stazione produttore.

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche della Fibra Ottica prevista a progetto:

- Tipo di fibra multimodale 62.5/125  $\mu\text{m}$
- Diametro cavo 11,7 mm
- Lunghezza d'onda 1300 nm
- Banda 500 MHz/Km
- Peso del cavo 130 kg/km circa
- Massima trazione a lungo termine 3000 N
- Massima trazione a breve termine 4000 N
- Minimo raggio di curvatura in installazione 20 cm
- Minimo raggio di curvatura in servizio 10 cm

## 4.9 Sistema di sicurezza e antintrusione

Il sistema di sicurezza e antintrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo la recinzione che prevede la rilevazione di eventuali scavalcamenti o tagli della stessa.

Abbinata a questa sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro.

La seconda consiste nel creare un sistema di rilevazione e monitoraggio mediante sistema di video sorveglianza a circuito chiuso delle aree dell'impianto maggiormente sensibili e cruciali quali:

- cabine;
- zone in cui si concentrano gran numero di apparati;
- aree difficilmente monitorabili;
- aree di transito.

Il terzo sistema adottato è un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi.

Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy.

## 4.10 Impianti di illuminazione

L'illuminazione è collegata all' impianto allarme per ridurre inquinamento luminoso. Infatti, l'impianto di illuminazione verrà attivato solamente quando l'impianto di allarme darà il segnale di allarme.

In particolare, è stata prevista l'illuminazione in prossimità della cabina di raccolta, delle singole cabine di trasformazione e dei percorsi perimetrale e interni di accesso alle cabine di trasformazione. L'illuminazione sarà effettuata mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per illuminazione esterna, ubicati sulle pareti esterne delle cabine nonché su paline ancorate al terreno mediante piccolo plinto di fondazione, per i percorsi perimetrali e quelli interni di accesso alle cabine di trasformazione.

Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina. L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine.

#### 4.11 Impianto di terra

L'impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti verrà realizzato in conformità alle norme CEI 64-8, CEI 11-1.

Verrà realizzata una rete di terra con corda di rame nudo da 35 mmq, con estensione pari a quella del campo FV, a maglie di lato 20 mt. In prossimità di ogni fila di moduli verrà posizionato un collettore (nodo) che unisce i conduttori di protezione con il conduttore di terra.

Perimetralmente al locale di consegna Enel verrà posizionato un doppio anello di terra corda nuda da 50 mmq interconnesso con la rete magliata del campo.

Nella fase esecutiva del progetto verrà valutata l'opportunità, secondo CEI 81-10, di realizzare un LPS.

#### 4.12 Viabilità, recinzione e cancelli

Il parco fotovoltaico sarà circondato da recinzione metallica di altezza pari 2.10m, ancorata a pali di acciaio zincato, fissati a terra. Per il passaggio della piccola fauna locale verrà rialzato, ogni 20m, il limite inferiore della rete a 30cm dal suolo.

L'accesso al sito avverrà tramite 8 cancelli in acciaio zincato, di dimensioni 600x210cm.

Per garantire l'accesso dei mezzi pesanti alle cabine di trasformazione, è prevista una viabilità interna al parco sarà costituita da strade sterrate larghe circa 4m, come rappresentata nelle planimetrie allegate.

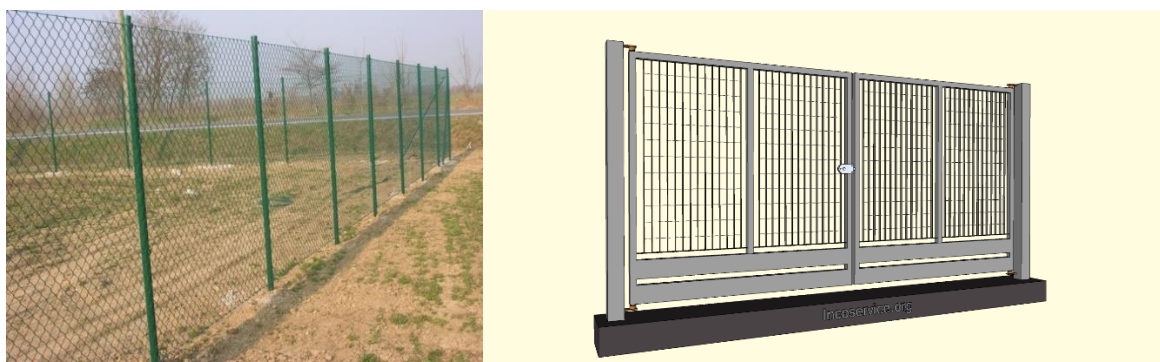


Figura 11: Recinzione e cancello.

### 5 Calcolo della produzione fotovoltaica

Il calcolo della produzione fotovoltaica è stato realizzato con riferimento alla posizione geografica del sito utilizzando con il software PVsyst.

PVsyst è riconosciuto come uno strumento attendibile e affidabile nella stima della produzione di energia da fonte fotovoltaica.

PVsyst simula la produzione di energia utilizzando dati meteo rielaborati su base statistica.

Come Base Dati Meteo si è utilizzato Pvgis, il quale fornisce una banca dati di dati meteorologici per la progettazione di sistemi solari e la simulazione energetica degli edifici per qualsiasi località del mondo. Si avvale di una esperienza di oltre 25 anni nello sviluppo di banche dati per applicazioni energetiche.

In Appendice, è allegato il report della simulazione effettuata.

Nell'impianto in analisi, si utilizzeranno moduli fotovoltaico bifacciali. Significa che anche il retro del modulo, colpito dalla radiazione riflessa dal terreno e dall'atmosfera, contribuisce alla produzione fotovoltaica. La stima è difficile, essendo questo contributo estremamente variabile in dipendenza della radiazione diretta che arriva al suolo e dall'albedo dello stesso. Dalla letteratura tecnica, riguardante questo argomento, si riscontra un aumento di produzione compreso nel range 5% - 20% della produzione della componente "Front".

L'albedo risulta estremamente variabile, anche a parità di superficie. Ad esempio, l'albedo assume un valore tipico di 0,20 per erba secca, mentre l'erba fresca ha un valore caratteristico di circa 0,26. Nel caso analizzato, nel periodo di maggior produzione, considerata le specie agricole coltivate, si può ragionevolmente assumere il valore di albedo dell'erba secca pari a colture agricole, ovvero sia un valore di **albedo 0,20**.

L'applicazione di questo coefficiente di albedo comporta, per impianti fotovoltaico mono assiali, un incremento di produzione del 10%. **Cautelativamente, nelle tabelle che seguono ci si riferisce ad un incremento dato dalla facciata "back" dei moduli fotovoltaico biassiali del 5%.**

La Producibilità Fotovoltaica Unitaria Annuale incrementata per l'utilizzo dei moduli bifacciali è pertanto pari a **2083 kWh/kWp/anno**.

I produttori di moduli garantiscono una perdita di efficienza inferiore al 2% per il primo anno, e inferiore al 0,45% per gli anni successivi.

Cautelativamente, si è assunto come perdita massima di efficienza dei pannelli con gli anni, il valore minimo garantito dai fornitori.

## 5.1 Stima di Produttività dell'impianto nel periodo di vita operativa

La produzione effettiva dell'impianto si calcola moltiplicando la produzione unitaria emersa dall'analisi con PVsyst per la potenza installata dell'impianto.

$$\text{Produced Energy} = 1911 * 21370 = 40,84 \text{ GWh/year}$$

La tabella che segue riporta la stima di produzione per ciascun anno di vita operativa (per un totale di 30 anni), riducendola delle perdite per vetustà:

Tabella 2 - Produzione stimata

PRODUZIONE IMPIANTO			
ANNO	MWh/anno	ANNO	MWh/anno
1	40841,60	16	38084,79
2	40657,81	17	37901,00
3	40474,03	18	37717,22
4	40290,24	19	37533,43
5	40106,45	20	37349,64
6	39922,66	21	37165,86
7	39738,88	22	36982,07
8	39555,09	23	36798,28
9	39371,30	24	36614,49
10	39187,52	25	36430,71
11	39003,73	26	36246,92
12	38819,94	27	36063,13

13	38636,15	28	35879,35
14	38452,37	29	35695,56
15	38268,58	30	35511,77

TOTALE MWh = 1145300,57

PRODUZIONE MEDIA NEI 30

ANNI= 38176,69

Ciò consentirà di raggiungere importanti benefici in termini di emissioni in atmosfera risparmiate, rispetto alla corrispettiva produzione di energia da combustibili fossili, come si vede dalle tabelle di seguito riportate:

INQUINANTE	FATTORE EMISSIVO	ENERGIA PRODOTTA MEDIA	VITA IMPIANTO	EMISSIONI RISPARMIATE	
	[g/kWh]	[kWh/anno]	[anni]	T/a	T
CO2	444	38176685,6	30	16950,44841	508513,4522
NOx	0,6			22,90601136	687,1803408
SOx	0,59			22,5242445	675,7273351
Polveri	0,12			4,581202272	137,4360682

Inoltre, saranno conseguiti ulteriori importanti benefici ambientali:

- sarà migliorato l'assetto idraulico dell'area grazie alla realizzazione di una rete di deflusso delle acque meteoriche, riducendo fenomeni di ristagno;
- In fase di realizzazione, essendo quasi tutti materiali pre-assemblati, si avranno minimi scarti di cantiere che saranno in ogni caso conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente. A regime, durante la produzione di energia elettrica, non si avrà alcun rifiuto;
- saranno create delle aree verdi delimitate con siepi.

Alla luce dell'analisi del quadro programmatico, progettuale, ambientale, delle valutazioni degli impatti e delle alternative progettuali eseguite, si ritiene che il progetto potrà contribuire al raggiungimento degli obiettivi riguardanti la politica energetica a livello nazionale ed europea e potrà determinare vantaggi termini di:

- riduzione dei consumi di risorse non rinnovabili;
- riduzione degli impatti ambientali derivanti dall'estrazione delle stesse risorse;
- risparmio di emissioni in atmosfera derivanti da altre forme di produzione mediante combustibili fossili;
- creazione di posti di lavoro e di impiego di manodopera qualificata.

Alla luce delle indagini e delle valutazioni svolte, si ritiene che gli interventi progettuali siano ambientalmente compatibili.

## 6 Norme e documentazione di riferimento

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

Leggi e decreti:

Direttiva Macchine 2006/42/CE - "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" indicate dal DM del 14 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle "Istruzioni per l'applicazione delle Norme NTC "di cui al DM 14/01/2018, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27 Eurocodici

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.
- UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
- UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

Altri documenti

Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti Italiani;
- Leggi e regolamenti comunitari (EU);
- Documento in oggetto;
- Specifiche di società (ove applicabili);
- Normative internazionali.

Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2018 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione norme tecniche per le costruzioni";
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

- D. Lgs 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i.
- Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).
- CEI EN 50110-1 (Esercizio dell'impianto elettrici)
- CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)

- CEI 0-10 (Guida alla manutenzione dell'impianto elettrici)
- CEI 82-25
- CEI 0-16
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto dell'impianto elettrici
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori Sicurezza elettrica
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed M delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14 Guida alla verifica dell'impianto elettrici utilizzatori
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione dell'impianto elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici- Impianti di piccola produzione distribuita.
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

#### Parte fotovoltaica

- ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels
- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols
- CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaico
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino
- CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaico - Prescrizioni di sicurezza e prove
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaico in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaico – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaico – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaico – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaico (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaico - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaico - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaico (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaico - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaico
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaico - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico



- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaico - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda
- CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaico (FV) per la produzione di energia – Guida
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaico (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri –

#### Qualifica del progetto e omologazione del tipo

- CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaico (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo
- CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaico (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaico (FV)
- CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaico - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza
- CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaico (FV)
- CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaico – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaico (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaico (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaico (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove
- CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaico (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaico - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
- CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaico a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

#### Quadri elettrici

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

#### Rete elettrica del distributore e allacciamento dell'impianto

- CEI 99-2 (EN 61936-1): "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata: Parte1. Prescrizioni comuni";
- CEI 99-3 (EN 50522): "Messa a terra dell'impianto elettrici a tensione > 1 kV c.a.";
- CEI 99-4: "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale";
- CEI 99-5: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-17: (2006-07, 3<sup>a</sup> ed.) Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

- CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante
- CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio dell'impianto elettrici
- CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

#### Cavi, cavidotti e accessori

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata 1500 V e in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogenata non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaico
- CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi
- Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche
- CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

#### Conversione della Potenza

- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

#### Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

#### Dispositivi di Potenza

- CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi -Apparecchiatura a corrente continua
- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici

#### Compatibilità elettromagnetica

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature concorrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase.
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

## Energia solare

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici - Sistemi di misura dell'energia elettrica
- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità -Temperatura e umidità elevate