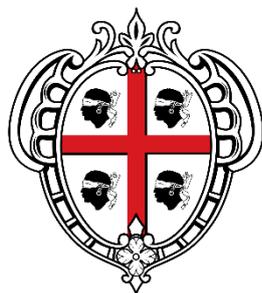


REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA  
DEL SUD SARDEGNA



COMUNE DI  
SERRAMANNA



COMUNE DI  
VILLASOR



**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO.**

**PRODUZIONE AGRICOLA DA IMPIANTO INTENSIVO DI MELOGRANI E  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE  
FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN VILLASOR E  
SERRAMANNA – POTENZA 45,524 MWdc  
(Immissione in rete 38,532 MWac)**

**AU42 – RELAZIONE OPERE CONNESSIONE**

<b>Committente:</b>			
VERDE 8 SRL			
<b>Il Tecnico</b>		Revisioni	DATA
			
		Protocollo Iter Autorizzativo	DIC/2022
Descrizione	<b>Relazione Opere Connessione</b>		
Commessa	Villasor		

---

## Indice

1.	PREMESSA .....	4
1.1	Inquadramento dell'area di Impianto e della connessione .....	4
1.1	Oggetto e scopo .....	7
1.2	Criteri adottati per le scelte progettuali .....	8
2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA .....	9
2.1	Caratteristiche principali .....	9
3	DOTAZIONE IMPIANTISTICA CABINA PRINCIPALE IN SSE .....	11
3.1	Aree di servizio del locale cabina .....	11
3.2	Ventilazione e condizionamento .....	12
3.3	Cavi unipolari in MT .....	12
3.4	Dispositivo generale .....	13
3.5	Sistema di protezione Interfaccia-Generale (PG-SPI) .....	13
3.6	Trasformatori di misura .....	14
3.7	Trasformatori Amperometrici TA di fase .....	15
3.8	Trasformatori Voltmetrici TV Misure e Protezioni .....	15
3.9	Dispositivo di Interfaccia .....	16
3.10	Rincalzo alla mancata apertura del dispositivo di interfaccia .....	16
4	DATI TECNICI E DESCRIZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE .....	18
5	APPARECCHIATURE AT .....	19
5.1	Interruttore ibrido AT .....	19
5.2	Trasformatore AT/MT .....	19
5.3	Scaricatori AT .....	20
5.4	Carpenteria metallica per apparecchiature AT .....	21
6	OPERE CIVILI .....	22
6.1	Area di stazione ed edificio elettrico .....	22
6.2	Vie di transito e piazzale .....	22
7	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA .....	23
8	SISTEMA DI SMLTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE .....	24
9	Cavidotti .....	24
10	SERVIZI AUSILIARI E IMPIANTI SPECIALI .....	25
10.1	Sistema alimentazioni di continuità .....	25
10.2	Quadri di distribuzione 400/230 Vca e 110 Vcc .....	25
10.3	Impianto d'illuminazione .....	26
10.4	Impianto antincendio .....	26
10.5	Impianto di condizionamento e ventilazione dei locali .....	26
10.6	Sistema di protezione, controllo e misura .....	27

---

11	COLLAUDO .....	29
12	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO GENERALI .....	31
13	CONCLUSIONI .....	34

---

## 1. PREMESSA

### 1.1 Inquadramento dell'area di Impianto e della connessione

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Serramanna (SU) in Località Mitza Porcedda e nel territorio comunale di Villasor (SU) in località Stradoni de Biddaxirdu.

L'area è posizionata ad una distanza media di circa 4 km in direzione Sud-Ovest rispetto al nucleo urbano della città di Serramanna e ad una distanza media di circa 5 km in direzione Ovest rispetto al nucleo della città di Villasor.

L'area interessa dall'impianto è tagliata dalla Strada Statale 196 che collega Villasor al Comune di Villacidro.

Cartograficamente questa area è all'interno delle tavole CTR regionali alla scala 1:10.000 denominate Elemento n. 547150 ed Elemento n. 556030.

L'area interessata dal progetto è raggiungibili grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona; tra queste l'arteria di collegamento più importante è costituita dalle SS196, oltre che da varie strade comunali che collegano le porzioni del campo agrivoltaico oggetto del presente studio.

L'area di impianto è a circa 3,5 km in direzione Ovest, distanti in linea aerea dalla Stazione Elettrica Utente SE.

I lotti verranno collegati alla SE Utente tramite un cavidotto interrato della lunghezza di circa 8.5 km.

La Stazione Elettrica Utente SE sarà collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor.

Il preventivo per la connessione è stato accettato in data 24/12/2020.

#### Coordinate Geografiche Sito:

Lat. 39.409294° - Lat. 39.389261°

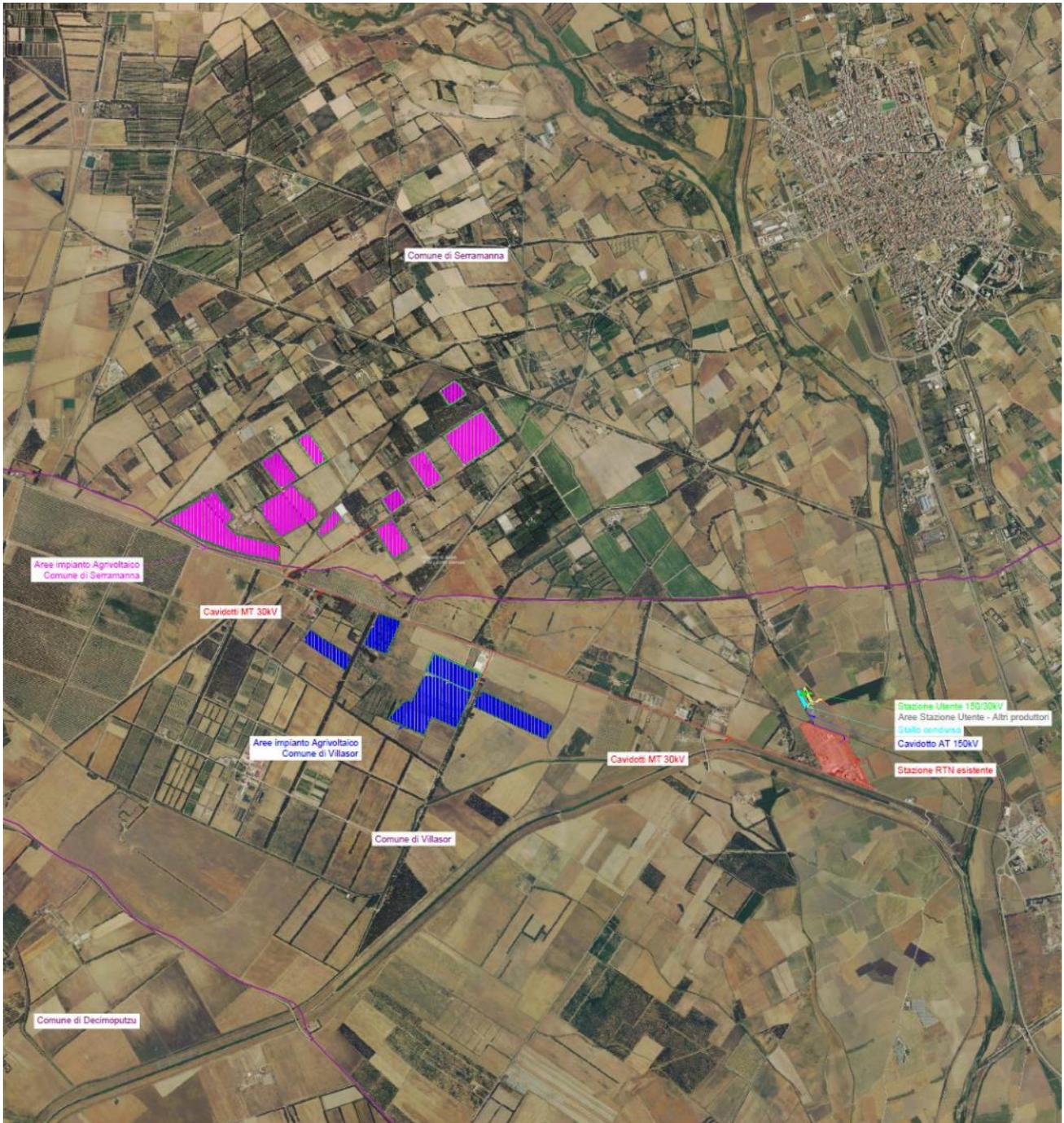
Long. 8.862496° - Long. 8.896497°

#### Coordinate Geografiche Stazione Elettrica connessione:

Lat. 39.391813° - Long. 8.915276°



Inquadramento regionale



Stralcio Ortofoto (estratto Tav.39)

La nuova sottostazione occuperà una superficie di circa 840mq (37.3x22.5m) e sarà essenzialmente costituita di un edificio elettrico con struttura prefabbricata, un trasformatore 150/30 kV e dispositivi AT.

La SE di Utenza sarà realizzata a nord della Stazione Elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor e verrà inserita in antenna a 150 kV, e più precisamente localizzate nel Comune di Villasor Fg.22 p.lle 378 e 81.

La linea di connessione AT dalla Stazione Elettrica di Impianto alla Stazione Elettrica RTN di TERNA sarà lunga circa 500 m.

---

## 1.1 Oggetto e scopo

Lo scopo del presente documento è definire dal punto di vista elettrico – tecnologico l'impianto di produzione elettrica da fonte rinnovabile solare attraverso conversione fotovoltaica.

In generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. impatto visivo);

Le opere elettromeccaniche constano in:

- fornitura e posa delle strutture metalliche di sostegno dei moduli;
- fornitura e posa dei moduli fotovoltaici, compresi i collegamenti elettrici;
- fornitura e posa delle apparecchiature per la conversione ed il controllo dell'energia fotovoltaica prodotta;
- fornitura e posa dei quadri di parallelo, protezione stringhe;
- fornitura e posa delle condutture interrate in corrente continua e in corrente alternata, in bassa e media tensione;
- fornitura e posa delle apparecchiature di protezione e comando per le cabine elettriche della tipologia a skid outdoor;
- fornitura e posa degli impianti di terra delle cabine elettriche;
- realizzazione stazione elettrica MT/AT 30/150 kV dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto sarà realizzato a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n.186 del 1° Marzo 1968 e ribadito dal DM 37/08. Per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro, sarà naturalmente rispettato quanto prescritto dal Testo unico sulla Sicurezza Dlgs 81/08.

Le caratteristiche dell'impianto, nonché di tutte le componenti l'impianto, saranno in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare saranno conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali;
- alle prescrizioni ed indicazioni del Gestore di Rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

---

## 1.2 Criteri adottati per le scelte progettuali

I criteri con cui è stata realizzata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico in progetto sono:

- soddisfazione di massima dei requisiti di base richiesti dalla committenza;
- rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettoniche o ambientali;
- impianto collocato a terra con moduli orientati su struttura della tipologia tracker su file distanziate in modo tale da garantire il minimo ombreggiamento reciproco;
- disposizione dei moduli fotovoltaici e formazione delle stringhe dettate, oltre che dal rispetto dei dati elettrici dei singoli componenti, anche dall'esigenza di ottimizzare la produttività del generatore fotovoltaico e dalla volontà di garantire un'adeguata uniformità estetica in unione al massimo irraggiamento possibile.

---

## 2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

### 2.1 Caratteristiche principali

La potenza nominale complessiva del generatore fotovoltaico sarà di 45,524 MWp con immissione in rete di 38,532 MWac.

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da 77.818 moduli fotovoltaici da 585 Wp.

Si è scelto di utilizzare n° 11 Stazioni di potenza (di seguito Power Station) per un complessivo di in media tensione di 38.532 kVA che provvederanno alla trasformazione dell'energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici, da continua in alternata trifase, ed inoltre alla trasformazione del livello di tensione da 0,65 kV a 30 kV.

Le apparecchiature descritte costituiscono le unità di conversione e trasformazione fornite già complete e contenenti le apparecchiature elettriche quali Inverter, Quadri MT e BT, TRASFORMATORE BT/MT.

Le unità ricevono in ingresso agli inverter una potenza come di seguito descritta, in base alla suddivisione logica del relativo sottocampo di pertinenza:

- N.2 da 2660kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 2.66MVA)
- N.3 da 3060kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 3.06MVA)
- N.5 da 4200kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.2MVA)
- N.1 da 4600kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.6MVA)

e saranno installati, come detto, in 11 Power Station dislocate in modo baricentrico.

Le Power Station svolgeranno inoltre le seguenti funzioni:

- convertire della tensione da continua ad alternata e da 0,6 kV a 30 kV;
- ospitare i dispositivi di protezione e comando;
- alimentare i servizi ausiliari, anche con alimentazione di sicurezza mediante gruppi di continuità (UPS).

Le Power Station saranno collegate alle celle di arrivo della cabina di raccolta MT (Cabina Ausiliaria).

Essendo l'impianto composto da 2 campi fotovoltaici, le linee di Media Tensione delle Power Station di ogni sottocampo, faranno capo a 2 Cabine Ausiliarie MT, nelle quali saranno posizionati i quadri generali di Media Tensione.

Dalle due Cabine Ausiliarie proseguiranno le linee 30kV generali fino alla cabina elettrica di MT principale, situata nella SSE MT/AT 30/150 kV dell'impianto fotovoltaico di elevazione tensione di nuova realizzazione.

L'intera produzione netta di energia sarà quindi riversata in rete con allaccio che sarà realizzato in cavo interrato a 150 kV in direzione sud-est, per una lunghezza di circa 500m, e farà capo ad uno stallo nella Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 220/150 kV di

---

Villasor.

Le tavole elettriche allegate al progetto definitivo riportano gli schemi unifilari lato CC, AC, gli schemi degli string monitor e gli schemi di cabina, attraverso i quali è possibile evidenziare le principali funzioni svolte dai vari sottocampi e dalle apparecchiature che compongono l'impianto stesso.

---

### 3 DOTAZIONE IMPIANTISTICA CABINA PRINCIPALE IN SSE

La cabina principale è intesa come il locale prefabbricato da realizzare all'interno della futura SSE di step up 30-150kV. In essa troverà alloggio un quadro generale MT 30kV, composto da uno stallo di arrivo linea, uno di protezione trafo MT/AT, uno stallo di protezione linea che sarà la partenza per il collegamento con la Main Station di impianto, ed uno stallo per la partenza trafo relativa al trasformatore 30/0,4kV per i servizi ausiliari da 100kVA. Il suddetto quadro MT alimenta il TRAF0 MT/AT da 39/48MVA, il quale a sua volta attraverso il suo stallo AT, permetterà la connessione alla rete di distribuzione RTN Terna.

Nella SSE quindi troveranno luogo tutti i dispositivi e protezioni, di seguito indicate, così come richiesto da CEI 0-16, aventi nel funzionamento della centrale fotovoltaica, la mansione di alimentare, nonché proteggere gli impianti e le persone dalle situazioni anomale di funzionamento degli impianti elettrici:

- il Dispositivo e la Protezione Generale del Cliente;
- il Dispositivo e la Protezione di Interfaccia di impianto;
- le Protezioni MT ed AT del Trasformatore 150kV;
- il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS);
- il misuratore dell'energia scambiata.
- Il DI ed il DG saranno allocati negli stalli MT 30kV rispettivamente di arrivo linea e di partenza trasformatore AT.

I dispositivi automatici di interruzione posti a monte ed a valle del trasformatore proteggeranno macchine ed impianti dalle sovracorrenti, nonché le persone dai contatti elettrici. Il collegamento elettrico tra le apparecchiature contenute all'interno della cabina è riportato negli schemi di potenza e funzionali allegato al progetto.

Nei paragrafi che seguono si esplicitano le caratteristiche dei componenti su elencati, rimandando al capitolo dedicato all'impianto fotovoltaico per quanto attiene il DI, la PI ed il PCS.

#### 3.1 Aree di servizio del locale cabina

Nel posizionare le apparecchiature all'interno di una cabina bisogna verificare che siano rispettate le distanze delle aree di servizio, come corridoi, passaggi, accessi, percorsi per il trasporto materiale e vie di fuga. In particolare:

- i passaggi devono avere una larghezza minima di 800 mm;
- lo spazio per l'evacuazione deve essere sempre almeno di 500 mm e libero da ostacoli. (sporgenze di apparecchiature, porte del quadro aperte, ecc);
- passaggi per montaggi e manutenzione, se posti dietro apparecchiature chiuse, necessitano di 500 mm;
- lunghezze massime vie di fuga 20 m (per cabine alimentate dal Distributore in

---

MT);

- numero di uscite in funzione alla lunghezza della via di fuga (una fino a 10m, due oltre).

È da sottolineare che l'accesso alla cabina è permesso solo al personale autorizzato ed addestrato (CEI 11-27) e tramite uso di attrezzi o chiavi (CEI 11-1).

### **3.2 Ventilazione e condizionamento**

Il locale dovrà possedere delle caratteristiche tali da mantenere la temperatura interna entro i limiti stabiliti per le apparecchiature elettriche in esso contenute.

La ventilazione sarà sia naturale sia forzata.

#### *Ventilazione naturale*

Nel locale sono previste:

- nella parte inferiore, uno o più prese d'aria con bordo inferiore sopraelevato rispetto al pavimento del locale (entrata aria fredda);
- nella parte superiore camini o finestre aperte verso l'aria libera (uscita di aria calda).

#### *Ventilazione forzata*

Quando la ventilazione naturale è insufficiente allo smaltimento del calore prodotto si ricorre alla ventilazione forzata.

#### *Condizionamento d'aria*

Anche se nei locali fuori terra è in genere sufficiente la ventilazione naturale, nel caso specifico, per maggior cautela ed al fine di garantire agli inverter le condizioni di lavoro ottimali, è prevista l'installazione di estrattori d'aria.

### **3.3 Cavi unipolari in MT**

Per i cavi unipolari devono essere adottate ("Guida CEI 99-04 ex 11-35") le seguenti precauzioni:

- vanno posati in modo che non siano danneggiati dalle sollecitazioni dovute alle correnti di corto circuito (minima distanza);
- la schermatura, o armatura, deve essere di tipo amagnetico e in caso di tensione di contatto superiore a quella ammessa non deve essere accessibile;
- i cavi unipolari devono essere raggruppati in modo che i conduttori di fase siano inseriti nello stesso tubo (se di tipo metallico).

---

### 3.4 Dispositivo generale

Il DG è situato nello stallo MT 30kV, protezione primario del trafo AT 30/150kV, consistente da un interruttore estraibile MT 3P 1250A, asservito poi all'intervento della protezione generale.

L'interruttore dovrà avere potere d'interruzione adeguato alla corrente di cortocircuito della linea d'alimentazione TERNA, con un minimo di 12,5 kA. Deve, inoltre, disporre di bobina di apertura a mancanza di tensione comandata dalla PG. Per quanto non espressamente riportato nel presente paragrafo si rimanda alla norma CEI 0 - 16.

### 3.5 Sistema di protezione Interfaccia-Generale (PG-SPI)

La linea AT TERNA che alimenta il Cliente è dotata in partenza di protezioni di massima corrente e contro i guasti a terra. TERNA non installa alcun dispositivo di protezione presso i Clienti.

Al fine di evitare che guasti interni all'impianto del Cliente abbiano ripercussioni sull'esercizio della rete di distribuzione TERNA, il Cliente deve installare un sistema di protezione generale di massima corrente e contro i guasti a terra; tale sistema di protezione non è finalizzato alla protezione delle apparecchiature del Cliente.

Il sistema di protezione generale coincidente con la protezione di interfaccia, è composto da relè alimentati da riduttori di corrente e di tensione. Esso, nella sua globalità, deve essere in grado di funzionare correttamente in tutto il campo di variabilità delle correnti e delle tensioni che si possono determinare nelle condizioni di guasto per le quali è stato previsto.

L'esercizio della rete di alta tensione di TERNA avviene con neutro connesso francamente a terra. Ciò al fine di evitare in caso di guasto verso terra, sovratensioni importanti sul sistema di distribuzione AT, avente tensioni nominali già elevate. Di conseguenza ciò determina correnti di guasto maggiori, il che comporta livelli di taratura adeguati che per intervento delle protezioni, portano ad interruzioni del servizio.

Tutti i clienti AT, dovranno quindi provvedere alle seguenti operazioni circa:

- il necessario adeguamento della PI/PG ed i relativi valori di taratura;
- il dimensionamento e la verifica degli impianti di terra, dopo aver conosciuto il valore di corrente di guasto monofase a terra con relativo tempo di eliminazione del guasto.

Come previsto dal Codice di Rete pubblicato sul sito Internet del gruppo TERNA ([www.terna.it](http://www.terna.it)) l'Utente produttore dovrà stipulare prima dell'entrata in esercizio dell'impianto un Regolamento di Esercizio che conterrà la regolamentazione tecnica di dettaglio del collegamento del proprio impianto alla Rete AT, nonché dei rapporti di tutti i soggetti interessati al collegamento stesso.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato A17 del Codice di Rete saranno impostate le seguenti tarature della PI, salvo diverse indicazioni di TERNA, comunque specificate nel Regolamento di Esercizio:

- 
- Massima tensione (59):  $1,2 V_n - 1 \text{ s}$ ;
  - Minima tensione (27):  $0,85 V_n - 2 \text{ s}$ ;
  - Massima frequenza (81 $>$ ):  $51,5 \text{ Hz} - 1 \text{ s}$ ;
  - Minima frequenza (81 $<$  - soglia 1):  $47,5 \text{ Hz} - 4 \text{ s}$ ;
  - Minima frequenza (81 $<$  - soglia 2):  $46,5 \text{ Hz} - 0,1 \text{ s}$ ;
  - Massima tensione omopolare (59Vo – soglia 1):  $0,1 V_{\text{omax}} - 2 \text{ s}$ ;
  - Massima tensione omopolare (59Vo – soglia 2):  $0,7 V_{\text{omax}} - 0,1 \text{ s}$ .

Le suddette determineranno l'apertura dell'interruttore lato MT QM1-TR del trasformatore.

Il coordinamento e la definizione delle tarature delle protezioni sarà definita di concerto con TERNA in sede di stesura del Regolamento di esercizio. Il Produttore sarà responsabile dei valori di taratura forniti e imposti da TERNA, ed in ogni caso varrà il principio che qualunque guasto e/o anomalia dell'impianto di produzione, che potrebbe avere ripercussioni pericolose sulla rete AT, dovrà provocare automaticamente l'esclusione dell'impianto o della sezione di impianto guasto, nel minimo tempo compatibile con gli automatismi di impianto. Inoltre in caso di cortocircuito sulla Rete AT i generatori del Produttore dovranno trovarsi predisposti con i loro sistemi di protezione in modo da separarsi dalla rete nei modi e nei tempi previsti dai piani di taratura.

Lo stato delle protezioni sarà periodicamente monitorato dal Produttore, allo scopo di garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature.

La PG sarà costituita da una protezione 51 (massima corrente ritardabile a due soglie) e da una protezione 51 N (massima corrente omopolare). Poiché una delle due soglie 51 viene di norma utilizzata senza ritardo intenzionale, nel seguito ci si riferirà a tale soglia come 50 ed a quella ritardata come 51.

La protezione di massima corrente deve essere realizzata mediante relè di tipo bipolare a due soglie di intervento (azionanti l'interruttore). Le protezioni di massima corrente e di massima corrente omopolare devono avere caratteristiche non inferiori a quelle riportate nella CEI 0-16, per quanto rispettivamente applicabile.

Il relè deve essere dichiarato conforme alla CEI 0-16 da un organismo certificato EN 45011 o EN ISO/CEI 17020. Tutte le suddette protezioni devono essere alimentate da trasformatori di corrente e tensione conformi a quanto riportato nel par. 6.3 della specifica Enel.

La taratura della protezione generale dipende dalle caratteristiche dell'impianto del Cliente e della rete TERNA di alimentazione. I valori di taratura della protezione generale verranno comunicati da TERNA al Cliente.

### **3.6 Trasformatori di misura**

Per trasformatori di misura si intendono i trasformatori di corrente e tensione (TA e TV) dedicati all'alimentazione della PG/PI e la cui funzione principale, come già detto, è quella

---

di proteggere, il più possibile in modo selettivo, la rete del Distributore in caso di guasto all'interno della rete del Cliente e non le apparecchiature elettriche del Cliente stesso.

I TA e TV utilizzati devono essere conformi alle norme CEI EN 61869-2 e CEI EN 61869-9. ed a quanto riportato negli allegati TA e TAT della stessa.

### 3.7 Trasformatori Amperometrici TA di fase

I TA di fase devono poter alimentare con errori accettabili la protezione PG/PI nel campo di variabilità atteso per la corrente di guasto primaria. In particolare detti TA, per la protezione di massima corrente, devono consentire il corretto funzionamento delle protezioni stesse in caso di cortocircuito in rete a valle della PG e dei relativi riduttori di corrente, tenendo conto della massima asimmetria. Naturalmente, le caratteristiche dei TA sono calcolate tenendo conto del carico della protezione e dei relativi cavi di collegamento, nonché della sovraccaricabilità degli ingressi in corrente della PG.

Tipo: TAT

- Isolamento Resina;
- Tensione nominale 150 kV;
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV;
- Tensione di tenuta ad impulso 750 kV;
- Corrente nominale primaria 500 A;
- Corrente nominale secondaria 1-1-1 A;
- Numero nuclei 3;

Prestazioni e classi di precisione:

- Nucleo misure 20VA-0,5;
- Nucleo protezioni 20VA-5P20;
- Nucleo UTF 20VA-0,2.

### 3.8 Trasformatori Voltmetrici TV Misure e Protezioni

Sono previsti nella nuova SSE, l'installazione di n.2 terne di trasformatori voltmetrici TV, una a secondario singolo per le misure fiscali relative al contatore di scambio ed una a doppio secondario, per le misure delle caratteristiche elettriche e per il segnale voltmetrico della protezione di interfaccia PI. Le caratteristiche principali dei trasformatori di tensione sono di seguito indicate.

N.° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi, con rapporto di trasformazione 150.000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$  20 VA cl. 0,2 (certificato UTF per misure fiscali):

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento 1 585 kV;
- Rapporto di trasformazione 150: $\sqrt{3}$ /0,1: $\sqrt{3}$  kV;
- Prestazioni nominali e classe di precisione 20VA-0,2;
- Fattore di tensione (funzionamento per 8 h) 1,9 Un;
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV;

- 
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV.

N.° 1 Terna di trasformatori di tensione capacitivi, con rapporto 150.000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ , 20VA cl. 0,5, 100VA cl. 3p:

- Tensione massima di riferimento per l'isolamento 170 kV;
- Rapporto di trasformazione 150.000: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ /100: $\sqrt{3}$ ;
- Prestazioni nominali e classe di precisione o Nucleo misure 20VA Cl. 0,5 o Nucleo protezioni 100VA Cl. 3p.
- Fattore di tensione (funzionamento per 8 h) 1,9
- Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV.

### 3.9 Dispositivo di Interfaccia

Ai fini della protezione della rete pubblica, la norma CEI 11-20 prescrive l'installazione dei relè di tensione (59 ">V" e 27 "<V") e di frequenza (81 "<f") agenti sulla bobina di minima tensione dell'interruttore d'interfaccia.

Lo scopo di tali protezioni è:

- distacco del sistema dalla rete per guasti o funzionamenti anomali della rete pubblica, o per apertura intenzionale del dispositivo della rete pubblica (es. manutenzione);
- intervento coordinato del dispositivo di interfaccia con quelli del generatore e della rete pubblica per guasti o funzionamenti anomali durante il funzionamento in parallelo con la rete.

Il dispositivo di interfaccia deve essere un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione (oppure un contattore) a cui siano asservite le protezioni suddette.

La società elettrica (ENEL) prescrive che l'insieme delle protezioni debba essere contenuto in un unico pannello d'interfaccia (pannelli soggetti ad omologazione) rispondente ai requisiti e conforme alle caratteristiche indicate nelle tabelle di unificazione DV 1606, per impianti monofasi e DV 1604 (oppure DV 1601) per impianti trifasi.

Il tutto deve essere certificato dal produttore conforme alla CEI 0 - 16. Le caratteristiche tecniche del dispositivo di interfaccia vengono riportate nella scheda in allegato.

### 3.10 Rincalzo alla mancata apertura del dispositivo di interfaccia

Per la sicurezza dell'esercizio della propria rete, nei casi in cui la produzione è realizzata mediante generatori sincroni viene richiesta al Cliente Produttore la realizzazione di un rincalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il rincalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso

---

del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia.

Nel caso specifico il rinalzo alla mancata apertura del DI QM1-TR in MT, sarà eseguito tramite l'interruttore Q\_52A arrivo linea del QMT in SSE.

---

#### 4 DATI TECNICI E DESCRIZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE

Le caratteristiche elettriche nominali generali, valide per tutte le apparecchiature AT sono di seguito riportate:

- tensione nominale AT 150 kV
- tensione massima AT 170 kV
- isolamento AT per impulso atmosferico 650 kV o 1050 kV (verso massa)
- tenuta AT a frequenza industriale 275 kV o 460 kV (verso massa)
- tensione massima MT 36 kV
- isolamento MT per impulso atmosferico 170 kV
- tenuta MT a frequenza industriale 70 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- tensione nominale circuiti voltmetrici 100 V
- corrente nominale circuiti amperometrici 5 A
- tensione di alimentazione ausiliaria in cc 110 V $\pm$ 10%
- tensione di alimentazione ausiliaria in ca 230/400V

La stazione elettrica essenzialmente sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- trasformatore AT/MT;
- sezione a 150 kV costituita da apparecchiatura del tipo ibrido con integrati terminale arrivo in cavo, terna di TV e terna di TA;
- edificio elettrico prefabbricato contenente i quadri di media e bassa tensione e tutte le apparecchiature necessarie per la misura, protezioni, controllo e monitoraggio dell'impianto.

L'interruttore del QMT ove si attesta la linea proveniente dall'impianto fotovoltaico permetterà la separazione dalla rete dell'impianto di produzione.

I servizi ausiliari in c.a. saranno alimentati da trasformatore MT/BT alimentati dalla rete AT mediante trasformatore AT/MT e integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza.

Le utenze relative ai sistemi di protezione e controllo saranno alimentate in c.c. tramite dedicata stazione di energia costituita da raddrizzatore caricabatteria e batteria.

---

## 5 APPARECCHIATURE AT

### 5.1 Interruttore ibrido AT

Lo stallo trafo della stazione incorporerà un interruttore AT del tipo “ibrido”, ovvero una combinazione fra una tradizionale apparecchiatura isolata in aria (AIS) e un più recente modulo blindato isolato in gas SF<sub>6</sub> (GIS), che sfrutta quindi i vantaggi delle due diverse tecnologie. La soluzione ibrida con apparecchi di manovra isolati in gas è stata scelta sia perché molto compatta e quindi richiede minori superfici utili, sia perché molto affidabile. In pratica tutte le funzioni ed apparecchiature (ad eccezione dei trasformatori di corrente toroidali) sono integrate in un unico involucro isolato in gas SF<sub>6</sub>:

- interruttore;
- sezionatore;
- sezionatore di terra;
- terminali cavo AT;
- TA e TV.

### 5.2 Trasformatore AT/MT

Il trasformatore trifase, è del tipo ad isolamento in olio, con raffreddamento ONAN/ONAF, potenza nominale 39/48 MVA e rapporto trasformazione 150/30KV (5). Il trasformatore è costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. I nuclei sono realizzati a sezione gradinata con giunti a 45° e montati a strati sfalsati (esecuzione step lap) per assicurare una riduzione delle perdite a vuoto ed un migliore controllo del livello di rumore.

Gli avvolgimenti sono realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare della tensione primaria il trasformatore è corredato di un commutatore di prese sull'avvolgimento collegato alla rete elettrica soggetto a variazioni di tensione.

Le casse d'olio sono in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori. Isolatori passanti in porcellana. Riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore è dotato di valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, valvola di scarico delle sovra pressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili.

Le principali caratteristiche del trasformatore sono riportate successivamente. Tali specifiche sono da intendersi come caratteristiche tecniche di riferimento, macchine similari sono ammissibili purché di caratteristiche non peggiorative sotto il profilo del rendimento di potenza e del livello di isolamento.

Le caratteristiche principali del trasformatore di potenza AT sono le seguenti:

- Tipo di servizio continuo

- 
- Temperatura ambiente 40°C
  - Classe di isolamento A
  - Metodo di raffreddamento ONAN/ONAF
  - Tipo d'olio minerale Nynas Nytro 10XN
  - Potenza nominale: 39/48 MVA
  - Tensioni nominali (a vuoto):  
AT 150kV  
MT 30kV
  - Regolazione sotto carico su AT: +/-10 x 1.25%
  - Collegamento fasi:  
avvolgimento AT stella  
avvolgimento MT triangolo  
Gruppo di collegamento YNd11
  - Classe d'isolamento:  
AT 150kV  
MT 36kV
  - Tensione di tenuta a frequenza industriale per 1 min:  
AT 275kV  
MT 70kV
  - Tensione di tenuta ad impulso con onda 1/50 micros:  
lato AT 650kV  
lato MT 170kV
  - Sovratemperature ammesse:  
olio avvolgimenti 60/65°C
  - Perdite a vuoto 29,5kW
  - Perdite alla corrente nominale a 75 °C, 150/36 kV - 155kW.

### 5.3 Scaricatori AT

Gli scaricatori AT previsti sono conformi alle prescrizioni e specifiche ENEL e sono realizzati nel rispetto delle norme IEC 60099-4 and ANSI/IEEE C62.11. Essi hanno le seguenti

---

caratteristiche generali:

- isolatori in porcellana;
- terminale di collegamento AT in rame stagnato, del tipo a codolo;
- terminale di collegamento a terra in rame stagnato;
- presenza dispositivo conta scariche.

#### **5.4 Carpenteria metallica per apparecchiature AT**

Come strutture in carpenteria metallica, in acciaio zincato a caldo, sono previsti solo i colonnini di supporto degli scaricatori, posizionati tra ibrido e trafo.

Sempre in acciaio saranno le coperture di cunicoli, bulloneria, piastre e quant'altro necessario per la posa delle apparecchiature.

Le operazioni di movimentazione in cantiere della carpenteria di sostegno dovranno essere effettuate adottando tutte le precauzioni necessarie affinché non si danneggi la zincatura; allo scopo si dovranno utilizzare imbragaggi non metallici.

---

## 6 OPERE CIVILI

### 6.1 Area di stazione ed edificio elettrico

La stazione di trasformazione sarà delimitata all'esterno da una recinzione di altezza di 2,5m realizzata con palizzata in cls prefabbricato.

La stazione di trasformazione sarà dotata di ingresso indipendente con cancello metallico. All'interno dell'area di stazione sarà realizzato un edificio elettrico, destinato ad alloggiare le apparecchiature di misura controllo e supervisione, nonché tutte le apparecchiature e quadri elettrici di bassa e media tensione; le dimensioni dell'edificio sono riportate negli elaborati grafici di progetto.

L'edificio sarà del tipo prefabbricato in cls opportunamente dimensionato. La copertura, adeguatamente impermeabilizzata e coibentata tramite: pannelli isolanti, guaina bituminosa. Internamente la copertura dovrà essere finita con intonaco a base cementizia. La faccia interna ed esterna delle pareti dovrà essere intonacata.

I serramenti, saranno di tipo antisfondamento. Tutte le griglie di aerazione dovranno essere provviste di rete antinsetto.

L'intero prefabbricato sarà appoggiato su vasche in cls prefabbricato, dove alloggeranno tutti i cavi di collegamento della SSE inoltre sarà realizzato un cunicolo per i cavi MT ed opportuni cavidotti per i collegamenti BT.

L'edificio sarà fornito di impianto di rilevazione incendi, di impianto elettrico FM e illuminazione e di impianti di condizionamento e antiratto.

### 6.2 Vie di transito e piazzale

Le vie di transito e i piazzali asfaltati saranno composti da:

- sottofondo in misto di cava dello spessore di 400 mm;
- base in misto stabilizzato dello spessore di 200 mm;
- strato di tout-venant bitumato debitamente rullato dello spessore di 70 mm (binder);
- tappetino d'usura debitamente rullato dello spessore di 30 mm;
- cordonata in elementi di cemento vibrocompresso;

La sagoma trasversale della carreggiata e dei piazzali dovrà essere realizzata in tratti rettilinei con pendenza verso i pozzetti di raccolta delle acque meteoriche.

---

## 7 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA

L'impianto di terra della centrale fotovoltaica sarà unico. Per la realizzazione dell'impianto di messa a terra dovrà essere prevista una corda di rame nuda sez. 50 mmq con diametro minimo del filo elementare di 1,8 mm da posare in terreno naturale in modo da garantire una buona aderenza del conduttore al terreno.

Particolare cura dovrà essere fatta alle giunzioni di tale corda che dovranno essere effettuate, per quanto possibile, in pozzetti ispezionabili e dovranno comunque assicurare una buona connessione elettrica, che risulti efficace nel tempo in relazione anche alle condizioni ambientali (umido, secco, ecc.). In particolare dovranno essere previste delle connessioni ai bicchieri di fondazione dei pilastri ed alle reti elettrosaldate dei pavimenti al fine di garantire una buona equipotenzialità ed una buona resistenza di terra.

Le principali caratteristiche costruttive sono così riassunte:

dispersore interrato in corda di rame nuda 50 mm<sup>2</sup> (diametro fili elementari di almeno 1,8 mm), attorno agli edifici e come anello perimetrale;

dispersori intenzionali costituiti da picchetti in acciaio massiccio rivestito di rame, diametro 18 mm, lunghezza 1500 mm;

All'impianto di terra così realizzato verranno infine allacciate con opportuni collegamenti equipotenziali tutte le strutture metalliche, tutte le masse e tutte le masse estranee, nonché l'eventuale recinzione metallica continua esterna, al fine di ridurre i pericoli dovuti a tensioni di contatto pericolose nella recinzione stessa.

---

## 8 SISTEMA DI SMLTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato a quote variabili in funzione delle pendenze e sarà essenzialmente composto da:

- pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in piazzale antierba inghiaiato con adeguate pendenze;
- pozzetti di captazione, di tipo a dispersione, in strade o piazzali asfaltati;
- tubazioni in PVC serie pesante di vari diametri in funzione delle superfici asservite;
- pozzi di smaltimento delle acque.

## 9 Cavidotti

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi MT e BT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore AT/MT e dei loro ausiliari con l'edificio servizi.

I vari livelli di tensione dovranno seguire percorsi fisicamente separati. I cavidotti saranno costituiti essenzialmente da:

- Cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiacati con calcestruzzo rck 150;
- pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

---

## 10 SERVIZI AUSILIARI E IMPIANTI SPECIALI

I servizi ausiliari (SA) saranno alimentati da uno scomparto della sezione MT di interfaccia con il campo fotovoltaico mediante trasformatore MT/BT e da un gruppo elettrogeno ( di seguito si riporta una descrizione più dettagliata). Le caratteristiche tecniche delle apparecchiature che costituiscono i servizi ausiliari sono descritte nel seguito.

Il trasformatore MT/BT sarà ubicato in un ambiente segregato all'interno dell'edificio servizi.

Il trasformatore sarà del tipo a secco (isolato in resina epossidica) ed avrà potenza nominale 100 kVA e rapporto di trasformazione 30.000V/400V.

Sarà completo dei seguenti accessori: golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili, morsetti di messa a terra, targhe caratteristiche, protezione in materiale isolante per le morsettiere di cambio tensione, sistema di monitoraggio e protezione in temperatura.

### 10.1 Sistema alimentazioni di continuità

Tutte le utenze a cui è legata la sicurezza ed il controllo della stazione (sistemi di protezione, comando, misura, teleconduzione, ecc.) dovranno essere alimentate con una tensione di continuità cioè sempre presente anche in caso di mancanza di tensione sulla rete AT.

Il livello nominale di questa tensione sarà 110 Vcc e sarà fornita da un sistema composto da batteria e raddrizzatore carica batteria con le caratteristiche di massima indicate nel seguito. Le utenze alimentate da questa tensione dovranno essere idonee a sopportare le variazioni di tensione generate dalla dinamica del sistema (tipicamente -10% +15%). Nel caso di black-out totale le utenze privilegiate saranno alimentate da un gruppo elettrogeno (commutato automaticamente, con disinserzione delle utenze non essenziali per il funzionamento dell'impianto).

#### 10.1.1 Batteria

La batteria sarà costituita da accumulatori al piombo-acido, di tipo a ricombinazione regolato con valvola, adatti ad installazione in ambienti non protetti e conformi alle norme CEI 21-6. La batteria dovrà essere dimensionata per garantire 6 ÷ 8 ore di autonomia in assenza di rete a tutte le utenze "protette" di stazione

#### 10.1.2 Raddrizzatore carica batteria

Il raddrizzatore carica batteria sarà realizzato in conformità alle norme CEI 22-5, sarà alimentato a 400/230 Vca ed avrà un'uscita a 110 Vcc.

Sarà realizzato in configurazione doppio mono ramo e dovrà essere dimensionato per erogare contemporaneamente sia la corrente richiesta da tutti carichi di stazione sia la corrente di ricarica della batteria.

### 10.2 Quadri di distribuzione 400/230 Vca e 110 Vcc

Le alimentazioni delle utenze ausiliarie di stazione, sia in c.a. che in c.c., saranno fornite da due distinti pannelli di distribuzione raggruppati in un unico quadro.

---

Ogni alimentazione sarà protetta da un adeguato interruttore automatico di tipo magnetotermico.

L'energia richiesta dalle utenze per il tempo di sostentamento richiesto (6-8 ore) è di circa 90-100 Ah per consentire piccoli interventi di manutenzione, dovrà essere prevista all'interno del quadro, almeno una presa a 400/230 Vca, portata 32 A con interruttore di blocco e fusibile e contenitore isolante con grado di protezione IP 65.

### **10.3 Impianto d'illuminazione**

L'impianto d'illuminazione esterno tipicamente realizzato con fari supportati da pali metallici zincati

sarà suddiviso in due circuiti separati: l'illuminazione di servizio e di lavoro.

L'illuminazione esterna di servizio attivata da crepuscolare (disinseribile) dovrà garantire un grado d'illuminamento sufficiente per raggiungere le diverse strutture della stazione di trasformazione a partire dal cancello d'accesso.

L'illuminazione esterna di lavoro dovrà garantire un adeguato grado d'illuminamento nelle zone dove tipicamente vengono effettuate le manovre come ad esempio la zona interruttori, sezionatori, ecc.

L'impianto d'illuminazione dell'edificio elettrico sarà realizzato con plafoniere fluorescenti opportunamente posizionate nei vari ambienti.

Un circuito d'illuminazione d'emergenza costituito da plafoniere autoalimentate (complete di batterie tampone) garantirà l'illuminazione di sicurezza dei locali; tali plafoniere dovranno garantire un'autonomia di almeno un'ora. Inoltre dovranno essere installate plafoniere per l'illuminazione di sicurezza aventi autonomia di almeno un'ora complete d'indicazioni grafiche sulla direzione della via di fuga.

### **10.4 Impianto antincendio**

La stazione sarà dotata di un impianto rilevazione incendio che sarà installato all'interno dell'edificio servizi e sarà costituito dai seguenti componenti:

- rilevatori ottici di fumo installati a soffitto a cui è affidato la funzione di rilevare e comunicare con la centrale antincendio l'eventuale presenza di fumo all'interno dei locali;
- pulsanti manuali per l'azionamento dell'allarme incendio;
- avvisatori ottico ed acustico per la segnalazione dell'allarme incendio all'interno dei locali;
- sirena esterna autoalimentata per la segnalazione ottica ed acustica dell'allarme incendio;
- centrale antincendio ad un LOOP per la gestione e il controllo dell'impianto;

La centrale con tutti gli accessori per il funzionamento dell'impianto sarà installata in apposito armadio. Maggiori dettagli sono riportati negli elaborati grafici allegati alla presente.

### **10.5 Impianto di condizionamento e ventilazione dei locali**

Il locale adibito al contenimento dei quadri MT e del trasformatore MT/BT dovrà essere in grado di evacuare il calore prodotto dalle apparecchiature tramite ventilazione naturale o forzata (da attivare tramite termostato solo in caso di condizioni climatiche estreme).

---

Nella sala quadri BT è previsto un sistema split per il condizionamento dell'aria.

## **10.6 Sistema di protezione, controllo e misura**

L'impianto sarà fornito di un sistema di controllo e supervisione descritto nel seguito.

Le apparecchiature del sistema saranno alloggiate nel locale controllo dell'edificio servizi; nello stesso locale saranno ospitati anche gli apparati di telecontrollo e metering.

L'impianto, non presidiato, sarà telecondotto a distanza dal Centro di Telecontrollo della società da cui sarà possibile effettuare anche alcuni comandi essenziali.

Il sistema di controllo e supervisione dell'impianto verrà realizzato, in tecnologia elettromeccanica e/o digitale, con apparati e logiche tali da assicurare le seguenti funzioni principali:

- Comando e controllo;
- protezione;
- misura;
- allarmi, monitoraggio e diagnostica;
- teleconduzione;
- metering;

Il sistema riguarderà il montante AT, il trasformatore AT/MT ed i servizi ausiliari di stazione ma si dovrà integrare in modo coordinato con il sistema di controllo, protezione e comando della sezione MT.

### **10.6.1 Sistema di comando e controllo**

Il sistema di comando e di controllo dovrà realizzare essenzialmente le seguenti funzioni:

- comando degli interruttori AT e MT;
- visualizzazione degli stati di aperto/chiuso delle apparecchiature AT e MT (interruttori e sezionatori).

Le apparecchiature necessarie a realizzare le funzioni di cui sopra saranno contenute in un quadro sul cui fronte sarà previsto un piccolo sinottico riprodotto lo schema elettrico della stazione. Sul quadro sarà previsto un manipolatore "locale" / "distante" tramite il quale tutti i comandi relativi all'impianto (sezioni AT e MT) saranno abilitati alla manovra o dallo stesso quadro (locale) o dal posto di teleconduzione della società (distante).

### **10.6.2 Sistema protezione**

In linea di principio il sistema di protezione dovrà prevedere per il montante AT, trasformatore, servizi ausiliari le seguenti funzioni di protettive:

- 50/51T massima corrente trasformatore AT
- 59N massima tensione omopolare AT (attiva solo con sistema a neutro isolato)
- 59 massima tensione AT
- 27 minima tensione AT

- 
- 87T differenziale trasformatore
  - 81 minima e massima frequenza di rete
  - 79/59 richiusura automatica dell'interruttore AT
  - 97TR buchholz trasformatore AT/MT
  - 26TR temperatura olio trasformatore AT/MT
  - 99TR livello olio trasformatore AT/MT
  - 26TRSC temperatura trasformatore servizi MT/BT

Il sistema di protezione dovrà essere in grado di realizzare:

- 2 livelli di intervento per ogni singola funzione protettiva secondo un piano di taratura che sarà definito con la società e il Gestore della rete elettrica cui la stazione sarà connessa.
- attuare i comandi conseguenti;
- elaborare logiche particolari quali la richiusura dell'interruttore AT al ripristinarsi della corretta tensione di rete;
- restituire le misure elettriche previste;
- fornire segnalazioni di diagnostica interna.

### **10.6.3 Misura**

Il sistema di misura dell'energia immessa in rete sarà realizzato secondo le prescrizioni contenute nelle regole tecniche di connessione del Gestore di Rete.

Le voltmetriche saranno derivate da TV esclusivo di tipo induttivo, mentre le amperometriche saranno derivate da un secondario esclusivo. Le voltmetriche e amperometriche saranno accentrate in un armadio di smistamento posto in prossimità del TV. Il contatore sarà ubicato all'interno dell'apposito locale misura e sarà cablato all'interno di un quadro in materiale termoplastico contenente anche la morsettiera di prova e il modem per la telemisura.

---

## 11 COLLAUDO

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali: corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);

continuità elettrica e connessioni tra moduli;

messa a terra di masse e scaricatori;

isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

*condizione da verificare:  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / ISTC$ ;*

in cui:

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

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

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

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

Tale condizione deve essere verificata per  $I > 600 W/m^2$ .

*condizione da verificare:  $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$ .*

in cui:

-  $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $2\%$ .

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 W/m^2$ .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a  $40^\circ C$ , è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / ISTC$

Ove:

-  $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$

oppure, nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  da:

---

$$P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- $\gamma$ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a  $0,4 \div 0,5 \text{ \%/}^\circ\text{C}$ ).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a  $40 \div 50^\circ\text{C}$ , ma può arrivare a  $60^\circ\text{C}$  per moduli in vetrocamera).
- $T_{amb}$ : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- $T_{cel}$ : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

---

## 12 NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO GENERALI

La normativa e le leggi di riferimento adoperate per la progettazione e l'installazione degli impianti fotovoltaici sono:

norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;

norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;

conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;

UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il campo FV;

UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri

elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi

indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI

110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;

la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);

legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;

deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

Decreto Ministeriale 19/02/2007;

Delibera n° 260/06;

Delibere 88/07, 89/07, 90/07;

Delibera n. 188/05 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas;

Decreto Ministeriale 28/07/2005 e successive modifiche ed integrazioni;

---

Decreto legislativo 29/12/2003 n. 387;

Decreto del Ministero Ambiente 16/03/2001;

Delibera n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (G.U. n. 19 del 24 gennaio 2001);

Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kWp;

Legge 5 Marzo 1990 n. 46 (G.U. n. 59 Serie generale del 12 marzo 1990).

#### **Norme per la sicurezza degli impianti.**

Legge 9 gennaio 1991 n. 9 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991);

Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991);

Decreto 19 luglio 1996 (G.U. n. 172 Serie generale del 24 luglio 1996).

#### **Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dell'impianto fotovoltaico**

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione- corrente;

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici -Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici -Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili;

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;

CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;

---

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici;

ENEL DV 606 -Marzo 1997 Pannello semplificato per la protezione di interfaccia monofase per autoproduttori.

ENEL DK 5940 Criteri di allacciamento di impianti di autoproduzione alla rete BT di distribuzione;

ENEL DK 5740 Criteri di allacciamento di tetti fotovoltaici alla rete MT di distribuzione Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

IEC 1646:Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules ñ Design qualification and type approval;

CEI 82-4 (EN 61173) Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per produzione di energia;

Guida CEI 82-8 (EN 61215) Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI 82-9 (EN 61727) Sistemi fotovoltaici (FV). Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;

CEI 22-7 (EN 60146-1-1) Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;

CEI 22-8 (EN 60146-1-3) Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-3: Trasformatori e reattori;

CEI 22-9 (EN 50091-2) UPS -Parte 2: Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC);

CEI 74-4 (EN 50091-1) UPS -Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza, che stabiliscono i requisiti nei confronti della sicurezza dei prodotti in bassa tensione in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE n. 73/23;

CEI 110-31 (EN 61000-3-2) del 4/1995, per i limiti delle armoniche in rete;

CEI 110-28 (EN 61000-3-3) del 10/1995, per le fluttuazioni di tensione;

CEI 110-1; CEI 110-6; CEI 110-8, per la compatibilità elettromagnetica e la limitazione delle emissioni in RF.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

---

## 13 CONCLUSIONI

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica:

- QUADRO ELETTRICO GENERALE
- PERICOLO
- QUADRO ELETTRICO
- NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi della legge 37/08, articolo 1, lettera a);
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.