



IMPIANTO FOTOVOLTAICO **EG GEMMA** E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 44,7 MWp in AC e 57 MWp in DC -
COMUNE DI PROCENO (VT)

Proponente

EG GEMMA S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11490920961 · PEC: egemma@pec.it

Progettazione

REGGRAN S.r.l. – Contrada Quaglio n. 26 – 97013 Comiso – P.IVA 01359480884

Coordinamento progettuale

PSEM 4.0 S.r.l

località Campomorto snc - Montalto di Castro (VT)01014 · P.IVA: 02356590568 · email: psem4.0@psem.it 3280258021



Titolo Elaborato

All_C1_Relazione tecnica-elettrica

| LIVELLO PROGETTAZIONE | FILENAME | RIFERIMENTO | DATA | SCALA |
|-----------------------|----------|-------------|------------|-------|
| definitivo | ALL_C1 | | 07/05/2021 | / |

Revisioni

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | ESEGUITO | VERIFICATO |
|------|------------|-------------|----------|------------|
| 01 | 16/03/2022 | - relazioni | PSEM4.0 | ENF |



COMUNE DI PROCENO (VT)
REGIONE LAZIO



ALLEGATO C1: RELAZIONE TECNICA-ELETTRICA

Indice

Contenuto del documento

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. NORMATIVA TECNICA | 2 |
| 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 3 |
| 4. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO | 4 |
| 5. ARCHITETTURA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO | 6 |
| 6. QUADRI DI CAMPO (Combiner Box) | 7 |
| 7. QUADRI DI BASSA TENSIONE | 8 |
| 8. MEDIA TENSIONE | 8 |
| 8.1. CABINA DI INTERCONNESSIONE | 10 |
| 8.2. TRASFORMATORE DI SPILLAMENTO | 10 |
| 9. DISTRIBUZIONE | 11 |
| 9.1. COLLEGAMENTI MT | 11 |
| 9.2. COLLEGAMENTO STRINGHE / COMBINER BOX | 11 |
| 9.3. COLLEGAMENTO COMBINER BOX / INVERTER | 13 |
| 10. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI | 14 |
| 11. COLLETTORE DI TERRA E COLLEGAMENTI ALL'INTERNO DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE | 16 |
| 12. SCHEDA TECNICA MODULI FOTOVOLTAICI | 18 |
| 13. SCHEDA COMBINER BOX | 21 |
| 14. SCHEDA TECNICA INVERTER | 23 |

1. PREMESSA

L'intervento oggetto della presente relazione tecnica ha come finalità la realizzazione di un impianto fotovoltaico a cura della società proponente, la **EG GEMMA S.r.l.**, avente la denominazione e potenza di seguito riportata in tabella:

| | |
|--------------------------|-----------------|
| DENOMINAZIONE IMPIANTO | EG GEMMA |
| POTENZA DI PICCO DC (kW) | 57.027,36 |
| POTENZA NOMINALE AC (kW) | 44.681,00 |

L'impianto fotovoltaico sarà connesso alla rete elettrica di e-distribuzione in alta tensione, 132 kV, e verrà realizzato su una superficie agricola ubicata nel territorio di pertinenza del comune di Proceno in Provincia di Viterbo.

Come anticipato, l'impianto in oggetto sarà connesso alla rete (grid connected) in modalità di cessione pura, pertanto, l'energia elettrica prodotta non sarà utilizzata in loco ma verrà interamente immessa in rete al netto dei consumi dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento dell'intero sistema.

2. NORMATIVA TECNICA

Di seguito si riporta un elenco delle principali normative tecniche applicabili in ambito impiantistico fotovoltaico:

- CEI 0-21: Regola tecnica per la connessione alla rete pubblica di bassa tensione;
- UNI 8477: Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: prescrizioni per la costruzione;

- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: prescrizioni per le prove;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31): Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34): Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35): Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62446 (CEI 82-56): Sistemi fotovoltaici (PV) – Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione – Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica – Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva”;
- CEI EN 61000: 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 20-91: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà realizzato su terreno di pertinenza del comune di Proceno (VT), l'installazione sarà di tipo "a terra" e i moduli fotovoltaici saranno fissati su apposita struttura metallica con pali in acciaio direttamente infissi nel terreno.

Di seguito si riportano le coordinate di inquadramento geografico dell'intervento:

| | |
|-------------------------------|------------------|
| DENOMINAZIONE IMPIANTO | EG GEMMA |
| LATITUDINE - EG GEMMA | 42° 48' 05.07" N |
| LONGITUDINE - EG GEMMA | 11° 45' 38.45 E |

| | |
|-------------------------|--|
| QUOTA s.l.m. | 340 m circa |
| FOGLIO CATASTALE | 2 - 5 - 8 - 9 |
| PARTICELLE | 7, 29, 55, 56, 57, 58 - 2, 5, 8, 10, 14, 16, 25, 27, 28, 29 - 1, 3, 12, 42, 43 - 1 |



4. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'approccio progettuale solitamente utilizzato per la realizzazione di un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua fornita dalla principale fonte di energia rinnovabile disponibile in natura, il sole. Pertanto, è fondamentale per massimizzare la producibilità di un impianto la sua esposizione in termini di angolazione di tilt (rispetto il piano orizzontale) e di azimut (rispetto al sud) oltre alla assenza di ostacoli fissi che possano provocare ombreggiamenti sul piano di captazione. Eventuali discostamenti da quelle che sono le caratteristiche ottimali di esposizione avrebbero come conseguenza una riduzione della produzione di energia e perdite in termini economici al produttore.

Per la maggior parte degli impianti ad uso residenziale e commerciale, con il generatore installato sulle coperture dei fabbricati, l'esposizione (tilt e azimut) risulta vincolata dalle caratteristiche della copertura sulla quale si andranno ad installare i moduli. Nel caso in

esame invece, e in generale per gli impianti utility scale “a terra”, l’esposizione può essere scelta in modo libero ed ottimale in fase di progettazione in quanto le strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici saranno infisse liberamente nel terreno.

Il generatore fotovoltaico si estenderà su una superficie di terreno a destinazione prettamente agricola insistente nel territorio del Comune di Proceno (VT).

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 570 W e saranno installati “a terra” su strutture tipo tracker (inseguitore solare) mono-assiale Nord/Sud. I moduli ruoteranno attorno all’asse della struttura da Est a Ovest inseguendo la posizione del Sole all’orizzonte durante l’arco della giornata.

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell’impianto oggetto della presente relazione sono di tipo bifacciale in grado cioè di captare la radiazione luminosa sia sul fronte che sul retro del modulo, avranno dimensioni pari a (2411 H x 1134 L x 35 P) mm e sono composti da 156 celle (2x78) in silicio monocristallino tipo P. Essi saranno fissati su ciascun tracker in modalità portrait 2xN, ovvero in file composte da doppi moduli con lato corto parallelo all’asse di rotazione (N-S), le strutture utilizzate nel presente progetto saranno essenzialmente di tre tipi individuate in funzione della loro lunghezza, 26 (2x13 moduli), 52 (2x26 moduli) e 78 (2x39 moduli) a cui corrispondono inseguitori solari di lunghezza complessiva 15, 30, oppure 45 metri. L’asse centrale di rotazione sarà collegato a pali di sostegno verticali infissi nel terreno senza l’ausilio di opere in calcestruzzo.

I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 26 moduli, la lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva. Preventivamente al collegamento sul convertitore statico le stringhe saranno opportunamente collegate in parallelo tra di loro in corrispondenza dei quadri di campo (combiner box), ogni parallelo costituirà un blocco operativo e il numero di stringhe ad esso collegato è stato valutato in funzione delle correnti in gioco.

Per la conversione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata fruibile dal sistema di distribuzione e trasmissione nazionale, saranno utilizzate delle stazioni di trasformazione, denominate stazioni di trasformazione, composte dalla combinazione di inverter, trasformatore MT/BT 0,6/30kV, quadri elettrici oltre agli apparati di gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei

suddetti apparati. Ciascuna stazione di trasformazione sarà composta da un box tipo container di dimensioni pari a 6.058 L x 2.896 H x 2.438 P mm.

Il design di impianto prevede l'utilizzo di inverter di tipo centralizzato, ovvero unità statiche di conversione della corrente DC/AC caratterizzate da potenze nominali molto elevate e dotate di un singolo MPPT, nello specifico caso in esame gli MPPT per ciascuna unità inverter saranno due visto che ogni singola macchina sono in realtà due di potenza pari alla metà di quella nominale (vedere paragrafo inverter). Come evidenziato, ogni inverter è collocato in campo all'interno di box container insieme agli altri apparati necessari per l'elevazione della tensione di esercizio fino a 30kV. Pertanto, ciascun inverter è poi collegato, all'interno dell'alloggiamento di ciascuna stazione di trasformazione al trasformatore MT/BT, al quadro di media tensione e a tutti gli apparati dedicati alla gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei suddetti apparati.

5. ARCHITETTURA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico in oggetto è stato dimensionato con l'intento di sfruttare al massimo tutte le risorse disponibili, sia in termini di superficie che di tecnologia, al fine di massimizzare la produzione di energia elettrica riducendo il costo di investimento e i costi di esercizio/manutenzione. In particolare, tutte le scelte progettuali adottate sono state orientate all'ottenimento dell'ottimo compromesso tecnico/economico fondamentale nelle installazioni di impianti utility scale. Di seguito si riportano i numeri caratterizzanti ciascun impianto in oggetto:

| | |
|----------------------------|-----------------|
| DENOMINAZIONE IMPIANTO | EG GEMMA |
| SUPERFICIE CINTATA (mq) | 760.817 |
| POTENZA NOMINALE AC (kW) | 44.681,00 |
| MODULI INSTALLATI | 100.048 |
| TOTALE STRINGHE INSTALLATE | 3.848 |

Il sistema fotovoltaico prevede il collegamento in serie di 26 moduli a formare le stringhe, tali stringhe sono riportate via cavo, una ad una, al Combiner box di zona e collegate in parallelo con altre stringhe a formare un blocco operativo, ogni blocco può avere un

numero massimo di stringhe in parallelo pari a 24 che rappresenta il limite capacitivo di gestione in corrente di un Combiner box. Ogni Combiner box è collegato a sua volta all'inverter, ognuno dei quali è in grado di ricevere corrente da un numero massimo di 24 Combiner box. La seguente tabella riporta il numero di Combiner Box in confronto a quello delle stringhe.

| DENOMINAZIONE IMPIANTO | EG GEMMA |
|----------------------------------|-------------------|
| TOTALE STRINGHE INSTALLATE | 3.848 |
| TOTALE COMBINER BOX | 217 |
| STAZIONI DI TRASFORMAZIONE | 13 |
| POTENZA NOMINALE INVERTER (kVA) | 3.437 (2x1.718,5) |
| TOTALE POTENZA AC IMPIANTO (kVA) | 44.681,00 |
| DC/AC medio % | 127,63 |

6. QUADRI DI CAMPO (Combiner Box)

Il sistema fotovoltaico prevede la presenza lato DC del solo quadro di parallelo stringhe, Combiner box. Il quadro sarà installato direttamente in campo ad esso afferiranno in ingresso i cavi di stringa provenienti direttamente dai moduli fotovoltaici che verranno posti in parallelo e poi rilanciati verso l'apparato di conversione. Ciascun quadro è in grado di ricevere in ingresso un numero massimo di stringhe pari a 24 con una tensione nominale in corrente continua di 1500Vcc.

È prevista l'installazione di un Combiner box per ogni blocco di impianto, il suo posizionamento avverrà direttamente in campo fissato sulla struttura di sostegno dei moduli in posizione posteriore, lato nord (vedere elaborato grafico). Le dimensioni indicative di ciascun quadro sono 1035 x 835 x 300mm (HxWxD), e in ogni circostanza, non dovrà in alcun modo costituire ombreggiamento per i moduli fotovoltaici.

7. QUADRI DI BASSA TENSIONE

Per l'impianto in esame si prevede l'installazione di quadri di distribuzione in bassa tensione per l'alimentazione dei servizi e dei sistemi ausiliari. I quadri elettrici che in generale saranno installati all'interno delle due le zone el campo sono:

- QGBT – Quadro elettrico Generale Bassa Tensione che sarà installato all'interno della Cabina di Interconnessione
- QG – Quadro elettrico generale servizi che sarà installato all'interno della Control Room

I quadri elettrici saranno realizzati in osservanza di quanto previsto dalla normativa CEI EN 60439-1 (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)".

Saranno adatti all'ambiente in cui sono alloggiati e, in base alla funzione, risponderanno almeno ai criteri principali definiti di seguito.

- Tutti gli interruttori avranno potere di interruzione atto a sopportare la massima corrente di corto circuito derivante da guasto franco; e pertanto non è consentita la protezione in back-up ad esclusione della sezione servizi ausiliari di cabina.
- Il potere di interruzione nominale degli interruttori è definito secondo EN 60947-2 - CEI 17-5 4.3.5.2.2 Potere di interruzione nominale di servizio in cortocircuito (Ics) e pertanto non saranno ritenuti idonei interruttori con potere di interruzione riferito al "potere di interruzione nominale estremo in cortocircuito (Icu)"
- Gli interruttori impiegati avranno caratteristiche di (Ics) riferiti alla categoria di utilizzo "A"
- Nel dimensionamento e scelta dei componenti dell'impianto sui dovrà tenere conto della totale selettività amperometrica e cronometrica sia per la protezione magnetotermica che differenziale.

8. MEDIA TENSIONE

Gli impianti fotovoltaici in esame saranno connessi alla rete elettrica in alta tensione a 150kV. L'impianto sarà in grado di produrre e rendere disponibile energia elettrica sul

limite fisico del campo alla tensione nominale di 30 kV, quindi in media tensione, tale energia sarà poi convogliata verso il punto di connessione alla rete elettrica in corrispondenza, o nelle vicinanze, del quale si provvederà alla elevazione 30/132 kV. Il punto di connessione è previsto, come da Preventivo di Connessione messo a disposizione dal distributore di rete, tramite inserimento in antenna su stallo di CP dalla cabina primaria D400-1-382429 denominata CP ACQUAPENDENTE. (Coordinate geografiche: 42.741874, 11.881254).

Il limite elettrico del campo è quindi rappresentato dalla cabina di consegna, ovvero un manufatto prefabbricato in cls all'interno del quale è collocato, tra gli altri apparati, il quadro di distribuzione MT a cui afferiscono i rami provenienti dal campo (collegamento delle Transformer Station) e la linea in ingresso dalla SSE.

Per quanto riguarda il campo fotovoltaico si è optato di collegare le Stazioni di Trasformazione all'interno dei campi nella configurazione a doppio anello aperto (doppio ramo), ovvero, sul quadro MT della cabina di consegna saranno presenti quattro interruttori verso il campo fotovoltaico e tutte le stazioni di trasformazione saranno collegate tra loro tramite entra/esci. I rami di ciascun collegamento saranno il più bilanciati possibile in termini di potenza nominale. Tale soluzione potrà essere anche rivista all'atto della redazione del progetto esecutivo.

| DENOMINAZIONE IMPIANTO | EG GEMMA |
|---------------------------------|-----------------|
| NUMERO COLLEGAMENTI AD ANELLO | 2 |
| POTENZA RAMO A (kVA) – ANELLO 1 | 10.311 |
| POTENZA RAMO B (kVA) – ANELLO 1 | 13.748 |
| POTENZA RAMO C (kVA) – ANELLO 2 | 10.311 |
| POTENZA RAMO D (kVA) – ANELLO 2 | 10.311 |
| TIPO INVERTER: SG3400HV-30 | 13 |

Quanto sopra descritto è anche conseguenza che l'energizzazione di ciascun trasformatore comporta una sovracorrente d'inserzione con valore di cresta anche 8/10 volte la corrente nominale del trasformatore stesso, in occasione della messa in tensione della linea MT, se non fossero realizzati due rami separati, avremmo la somma delle

correnti magnetizzanti di inserzione di tutti i trasformatori presenti, cosa che provocherebbe l'intervento della protezione di interfaccia per massima corrente.

8.1. CABINA DI INTERCONNESSIONE

La cabina di interconnessione sarà strutturata in modo che le apparecchiature avranno una tensione nominale di 36kV e potere di interruzione minimo non inferiore a 16kA in accordo con quanto previsto dalle prescrizioni di allacciamento dei vari enti erogatori.

Per gli interruttori-sezionatori di media tensione con fusibili dovrà essere prevista una scorta pari al 100% dei fusibili presenti nei vari quadri; e dovranno essere riposti all'interno dei contenitori originali recanti tutte le grandezze caratteristiche dei fusibili stessi.

Nel caso di più interruttori-sezionatori, ciascuna terna di fusibili di scorta dovrà recare un cartellino indicante la sigla in impianto dell'interruttore-sezionatore a cui è destinata.

8.2. TRASFORMATORE DI SPILLAMENTO

All'interno della cabina di consegna verrà installato un trasformatore MT/BT di spillamento per l'alimentazione dei servizi ausiliari di impianto e dei vari sistemi accessori che ne completano la realizzazione (illuminazione perimetrale, sistema di videosorveglianza, sistema di allarme, etc.). Tale trasformatore sarà di tipo trifase avrà una potenza nominale di 100 kVA che si prevede siano sufficienti ad alimentare tutti i sistemi di impianto, la tensione nominale primario/secondario sarà di 30/0,4 kV.

Le norme tecniche principali, costruttive e di esercizio dell'apparecchiatura, sono:

- CEI 14-8
- HD 464 of the European Committee for Electrical Standards CENELEC
- DIN 42523 / HD538.1 S2

Il trasformatore avrà gli avvolgimenti inglobati in resina, classe di isolamento F/F, classe ambientale E2, classe climatica C2, comportamento al Fuoco F1, a raffreddamento naturale in aria AN per installazione all'interno. Il circuito del nucleo dovrà essere realizzato con lamierini magnetici a grani orientati laminati a freddo.

9. DISTRIBUZIONE

Il sistema di distribuzione vedrà la realizzazione di trincee e cavidotti per consentire la posa dei cavi elettrici sia per la parte in bassa tensione in corrente continua sia per la parte in media tensione in corrente alternata, oltre ai sistemi di distribuzione dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico occorre anche tener presente il sistema di distribuzione dei servizi ausiliari come l'illuminazione perimetrale dei confini del campo fotovoltaico, gli apparati di comunicazione e monitoraggio e tutti gli apparati necessari al corretto funzionamento dell'intero sistema.

9.1. COLLEGAMENTI MT

Il collegamento ad anello dell'impianto in MT, già precedentemente affrontato, prevede la posa direttamente interrata nelle trincee dei cavi ARG7H1R 18/30kV, soltanto negli eventuali attraversamenti delle strade è prevista la posa in cavidotti, in entrambi i casi a 30 cm dal filo superiore dei cavi o delle tubazioni dovrà essere posato idoneo nastro segnalatore per l'individuazione delle linee elettriche.

9.2. COLLEGAMENTO STRINGHE / COMBINER BOX

Il collegamento delle stringhe al Combiner box, almeno di quelle che non si trovano fisicamente sulla medesima struttura di installazione del quadro di campo, prevede la posa interrata di cavidotti flessibili doppia parete aventi resistenza minima allo schiacciamento non inferiore a 450 N, che raccolgono i cavi di ciascuna stringa fino ad arrivare al quadro di parallelo del blocco di appartenenza. Non è prevista la posa di pozzetti di ispezione. Poiché il loro tracciato non interessa zone sottoposte al transito veicolare, i cavidotti saranno interrati ad una profondità di circa 40 cm e posati direttamente nella trincea ricoperti con il terreno di risulta. Qualora durante gli scavi dovessero emergere condizioni di posa (rocce o simili) che possano danneggiare o compromettere l'integrità e la funzionalità sarà necessario realizzare preventivamente un letto di posa e un rinterro opportunamente compattato con sabbia.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche delle tubazioni da impiegare:

- Materiale: Polietilene ad alta densità, sia la parte corrugata esterna che la parte liscia interna, stabilizzato ai raggi UV;
- Impiego: destinati alla protezione di cavi nelle installazioni elettriche interrato;
- Resistenza allo schiacciamento: $\geq 450\text{N}/5\text{cm}$;
- Campo di temperatura: da -50°C a 60°C ;
- Rigidità dielettrica: $> 800\text{KV}/\text{cm}$;
- Resistenza elettrica di isolamento: $>100\text{mOhm}$;
- Raggio di curvatura: >15 volte il d.mm. esterno;
- Certificazione: certificato IMQ secondo norme CEI EN 50086-1 50086-2-4;

Il collegamento tra i moduli fotovoltaici e il Combiner box, verrà realizzato mediante cavo Solar Energy la cui sigla di designazione è H1Z2Z2-K, formazione cavo (1x6) di colore rosso per il polo positivo e di colore nero per il polo negativo; di seguito si riportano le caratteristiche tecniche salienti dei suddetti cavi:

Conduttore a corda flessibile classe 5 di rame stagnato ricotto, guaina in mescola reticolata, isolante in gomma speciale HEPR, marcatura di identificazione.

- Tensione nominale U_0/U AC: 0,6 / 1 kV;
- Tensione nominale U_0/U DC: 0,9 / 1,5 kV;
- Temperatura ambiente: $-40 / +90^{\circ}\text{C}$;
- Temperatura massima del conduttore: $+120^{\circ}\text{C}$;
- Temperatura massima di corto circuito: $+250^{\circ}\text{C}$;
- Condizioni di impiego più comuni: Cavi indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari. Resistenti all'ozono secondo EN50396. Resistenti ai raggi UV secondo HD605/A1. Il cavo è testato per durare nel tempo secondo la EN 60216.
- Condizioni di posa: Temperatura minima di installazione e maneggio: -40°C ; Massimo sforzo di tiro: $15\text{N}/\text{mm}^2$;
- Raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm); Curvatura accurata in prossimità del terminale 2D (12,4 mm); Installazione fissa: 3D (18,6 mm);

9.3. COLLEGAMENTO COMBINER BOX / INVERTER

A differenza del collegamento tra stringhe e Combiner box quello tra lo stesso quadro di campo e l'inverter prevede la posa dei cavi direttamente interrati in trincee, ovvero senza l'utilizzo di cavidotti.

Per le dimensioni di scavo di trincea si rimanda all'elaborato grafico, sarà necessario prevedere un piano di posa mediante uno strato di circa 10cm di sabbia o materiale fino equivalente e un rinterro a coprire fino di circa 15 cm.

Il collegamento tra ciascun Combiner box e inverter prevede la posa di cavi di alluminio idonei alla posa fissa interrata, sigla di designazione ARG7, di varia sezione in funzione della distanza da coprire. Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche e di posa:

Cavo per energia con conduttore in alluminio, isolato con gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

- Conduttore: Corda compatta a fili di alluminio, classe 2.
- Isolante: Polietilene reticolato E4 ad elevate prestazione elettriche, meccaniche e termiche CEI EN 50636-0 (CEI 20-11/0) – Identificazione delle anime: HD308 (CEI UNEL 00722).
- Riempitivo: Materiale termoplastico.
- Guaina esterna: Mescola di PVC di qualità Rz
- Colore anime: Normativa HD 308
- Colore guaina: Grigio
- Tensione nominale Uo/U: 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

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

Da evidenziare che la tensione nominale di isolamento (terra/fase) in corrente alternata è pari a 0,6/1 kV, tuttavia essendo il sistema in corrente continua tali valori si elevano fino a 1,8 kV, come evidenziato anche nella scheda tecnica fornita dal costruttore, pertanto, risultano idonei all'applicazione in oggetto.

10. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI

La protezione contro i contatti diretti sarà del tipo totale, in modo da impedire sia il contatto accidentale che quello volontario. Sarà posto in atto l'isolamento delle parti attive e l'uso di involucri (canali metallici e tubazioni in PVC installati a vista) con grado di protezione almeno IP4X.

Le apparecchiature di comando e protezione dei circuiti elettrici saranno alloggiare all'interno di un vano tecnico appositamente realizzato e dotato di porta a due ante a battente dotata di chiusura a chiave in modo da garantire l'accesso ai dispositivi solamente a personale addestrato.

La protezione contro i contatti indiretti dovrà essere attuata mediante la tecnica dell'interruzione automatica dell'alimentazione, ottenuta dal coordinamento tra l'impianto di terra e la protezione differenziale da predisporre nel quadro di parallelo, secondo la relazione:

$$R_e \times I_{dn} \leq 120$$

Come indicato dalla norma CEI 64-8 art. 413.1.5.2, essendo R_e la resistenza di collegamento a terra della massa e I_d la corrente di guasto a terra. Il sistema fotovoltaico realizzato sarà di tipo IT ovvero il generatore fotovoltaico è isolato da terra mentre la parte a valle trasformatore delle Transformer Station è collegata all'impianto di terra. Il verso con

il quale va inteso il monte e valle è quello del verso in cui fluisce la corrente, cioè dai moduli al distributore.

I moduli fotovoltaici essendo di classe II non necessitano del collegamento diretto all'impianto di terra così come le strutture metalliche in quanto non costituiscono elemento di pericolo non essendo ad esse applicabile la definizione di massa elettrica. Tuttavia, al fine di garantire l'equipotenzialità di tutti gli elementi metallici presenti e consentire il corretto funzionamento del dispositivo di controllo dell'isolamento da parte degli inverter, si opterà di collegare tutte le strutture tra loro attraverso la posa interrata di una corda di rame nuda della sezione di 25mmq in accordo alla CEI 99-2 e CEI 99-3. Le strutture di fissaggio dei moduli saranno collegate alla treccia di rame nudo sul palo di sostegno delle strutture in grado di garantire la continuità metallica con il tubolare trasversale che sorregge i moduli. Sulla treccia nuda di rame posata da est verso ovest saranno anche collegati tutti i Combiner box presenti sul campo tramite apposito morsetto interno alla struttura del box.

Il dispersore di terra, realizzato in corrispondenza della stazione di trasformazione, sarà direttamente collegato sul collettore di terra della Transformer Station, pertanto su quest'ultimo componente dovranno essere posizionati sia il conduttore di terra proveniente dai tracker che l'anello di terra lato media tensione che sarà realizzato mediante corda di rame nudo interrata, oltre a tutte le "terre" delle apparecchiature presenti all'interno della stessa Transformer Station stessa.

La scelta della sezione dei conduttori di terra sarà eseguita sulla base di quanto indicato dalla norma CEI 99-2 e CEI 99-3 le quale prescrive una sezione minima per il suddetto conduttore di 25 mmq, nel caso si utilizzi una corda di rame nudo direttamente interrata.

Per il dimensionamento della corda di rame nudo si terrà conto delle prescrizioni tecniche imposte e consigliate dalle vigenti normative in materia, infatti, non essendo questo un impianto di messa a terra la corrente di guasto è pressoché trascurabile ai fini del dimensionamento.

11. COLLETTORE DI TERRA E COLLEGAMENTI ALL'INTERNO DELLA CABINA DI TRASFORMAZIONE

Salvo adattamenti specifici da valutare di volta in volta inerenti la disposizione geometrica e logistica della cabina di interconnessione, la realizzazione dell'impianto di dispersione e l'eventuale anello perimetrale di terra, all'interno della cabina di trasformazione dovrà essere sempre previsto un collettore principale di terra realizzato con barra di rame di sezione indicativa 50x8mm alla quale saranno attestati indicativamente:

- i collegamenti fra impianto di dispersione e collettore (due afferenti a due punti diversi di collegamento all'impianto di dispersione)
- il collegamento dei centro-stella di ciascuno dei trasformatori presenti
- il collegamento della barra dei conduttori di protezione di ciascuno dei quadri presenti
- il collegamento della rete elettrosaldata posta sotto il pavimento
- il collegamento dell'anello equipotenziale perimetrale della cabina di trasformazione se presente ovvero i collegamenti equipotenziali delle masse e masse estranee presenti
- il collegamento dei collettori secondari eventualmente presenti nei locali tecnici attigui
- il collegamento al collettore od impianto di terra del locale consegna o cabina trasformazione dell'ente erogatore secondo le modalità richieste dall'ente stesso

La sezione dei conduttori di protezione dovrà essere dimensionata per sopportare le sollecitazioni derivanti da un eventuale guasto franco che potrebbe verificarsi in ogni punto del circuito.

Tale sezione dovrà essere verificata in funzione delle protezioni adottate, tuttavia detta sezione non dovrà risultare inferiore alla sezione minima indicata nella vigente normativa CEI 64-8/4-64-8/5.

I conduttori di collegamento al collettore principale, dotati di capocorda stagnati ad anello, saranno fissati attraverso bulloni passanti di diametro compatibile con il capocorda impiegato e ciascun bullone fisserà sempre un solo conduttore di collegamento.

La distanza fra un conduttore e l'altro lungo la barra collettore sarà tale da consentire l'agevole inserimento della chiave di serraggio dei bulloni; il collettore sarà distanziato dalla parete o dal supporto di sostegno quanto basta ad estrarre il bullone passante.

Ognuno dei conduttori collegati al collettore sarà dotato di targhetta di identificazione con indicato in modo chiaro la sua funzione e provenienza.

Le targhette dovranno essere fissate in modo che aderiscano al cavo per tutta la loro lunghezza.

12. SCHEDA TECNICA MODULI FOTOVOLTAICI

www.jinkosolar.com



TR Bifacial 560-580 Watt

Tiling Ribbon (TR) Technology

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018
certified factory

IEC61215, IEC61730 certified product

TIGER Pro



KEY FEATURES



TR technology + Half Cell

TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (bi-facial up to 21.21%)



MBB instead of 5BB

MBB technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.



Higher lifetime Power Yield

2% first year degradation,
0.45% linear degradation



Best Warranty

12 year product warranty,
30 year linear power warranty



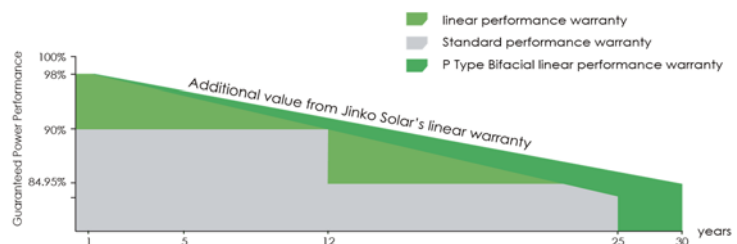
Strengthened Mechanical Support

5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 30 Year Linear Power Warranty
0.45% Annual Degradation Over 30 years



Temperature coefficients of Voc -0.28%/°C

Temperature coefficients of Isc 0.048%/°C

Nominal operating cell temperature (NOCT) 45±2°C

Refer. Bifacial Factor 70±5%

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

| | | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Maximum Power (Pmax) 5% | 588Wp 21.51% | 593Wp 21.70% | 599Wp 21.89% | 604Wp 22.08% | 609Wp 22.27% |
| Module Efficiency STC (%) | | | | | |

* STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

| | | | | | | |
|-----|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 15% | Maximum Power (Pmax) | 644Wp 23.55% | 650Wp 23.76% | 656Wp 23.98% | 661Wp 24.19% | 667Wp 24.40% |
| | Module Efficiency STC (%) | | | | | |
| 25% | Maximum Power (Pmax) | 700Wp 25.60% | 706Wp 25.83% | 713Wp 26.06% | 719Wp 26.29% | 725Wp 26.52% |
| | Module Efficiency STC (%) | | | | | |

13. SCHEDA COMBINER BOX

PV SMART Combiner Box

PVSmart Combiner Box Level 1 bundle the output lines of individual strings and to connect them to the inverter or optionally to a Level 2 Combiner Box. Smart design customized for each customers application with quick and innovative PUSH-IN connection technology to reduce the commissioning time in the field. Advanced surge-protection devices, fuse links and switch disconnecter keep the correct operation and protection of the system.

The PVSmart Combiner Box fulfills the current requirements of the standard IEC/EN 61439-2 to offer a high reliability on the units supplied.



(Example of Combiner Box. Picture may differ from product)

- 24 string input
- fuse-clips in string input (+/-) without fuse links
- surge protection device for DC system voltage
- string input with multiple cable glands
- wall mounted with plastic lugs

SMA description [PV Combiner Box 24 1.5kV S00020000](#)

SMA order reference [CBU245S00020000.02](#)

WM description [PV S24S0F3V003TXPX150](#)

WM order reference [7504008219](#)

Design Rev 3

Technical Data

APPLICATION DATA

| | |
|--|--------------------------------------|
| Operating ambient temperature range | -40 °C* to +50 °C |
| Altitude | ≤ 3000 m |
| Intended installation location | protected outdoors (≤ 1 km from sea) |
| Degree of protection (acc. to IEC 60529) | IP65 |
| Protection class | Class II |
| Conformity with norms | IEC 61439-2 ed 2.0 / EN 61439-2:2011 |
| Customs tariff number | 85369010 |

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

| | |
|--|--|
| Rated DC voltage (Un) | 1500 VDC |
| Rated DC current per input (In) | 10.0 A at 50 °C ambient |
| Rated DC current per input (10h short-circuit at main output) | 1.25 · In |
| Switch disconnecter breaking & making capacity (acc. to IEC 60947-3) | 315 A (DC21B 1500 V) |
| Switch-disconnector / Circuit breaker / Contactor handle location | direct handle (inside enclosure) |
| DC earthing system | floating positive and negative |
| Surge protection on DC ports | 1,500V DC, type II, I _{max} = 30kA, U _p <5.2 kV, no aux. contact |

ENCLOSURE

| | |
|----------------------------------|---|
| Enclosure dimensions (H x W x D) | 1035 x 835 x 300 mm |
| Form factor | cabinet with hinged door(s) |
| Material | glass-fiber reinforced polyester (GFRP) |
| Fixing system | plastic wall mount lugs |
| Weight | approx. 33 kg |

INPUTS

| | |
|--|---|
| Number of DC inputs (+ & – being one input) | 24 |
| Positive DC input wires' to be connected to / cross-section (stranded) | PUSH-IN connection / 0.5 - 16 mm ² |
| Negative DC input wires' to be connected to / cross-section (stranded) | PUSH-IN connection / 0.5 - 16 mm ² |
| Positive / Negative DC input wires' outer diameter | 5 - 10 mm |
| Fuses | empty fuse clips |
| Fuse form factor | 10 x 85 mm |
| Location of fuses | positive and negative inputs |
| Fuse-link rated current (In) | N/A |
| Fuse-link time-current characteristic | gPV (EN 60269-6) |
| Earth wire to be connected to / cross-section (stranded) | screw connection / 2.5 - 35 mm ² |
| Earth wire outer diameter | 6 - 12 mm |

OUTPUTS

| | |
|--|---|
| Number of DC outputs (+ & – being one output) | 2 |
| DC output wires' to be connected to / cross-section (stranded) | switch-disconnector, M12 bolt and nut connection (≤ 300 mm ²) |
| DC output wires' outer diameter | 18 - 25 mm |

DEVIATION

Notes

*The assembled switch has a limitation of up to -30°C. In case that the temperature is below -30°C it is not allowed to operate the switch in a different position.

14. SCHEDA TECNICA INVERTER

SG3125HV-MV-30/ Preliminary SG3400HV-MV-30

SUNGROW
Clean power for all

Turnkey Station for 1500 Vdc System MV Transformer Integrated



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. inverter efficiency 99%

EASY O&M

- Integrated zone monitoring and MV parameters monitoring function for online analysis and trouble shooting
- Modular design, easy for maintenance
- Convenient external touch screen

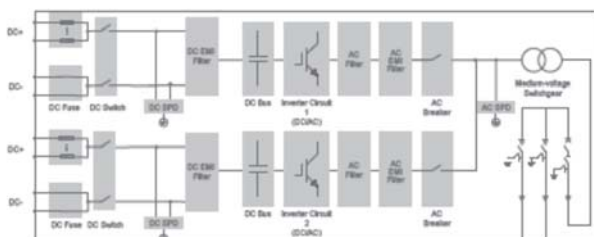
SAVED INVESTMENT

- Low transportation and installation cost due to 20-foot container design
- DC 1500V system, low system cost
- Integrated MV transformer, switchgear, and LV auxiliary power supply
- Q at night function optional

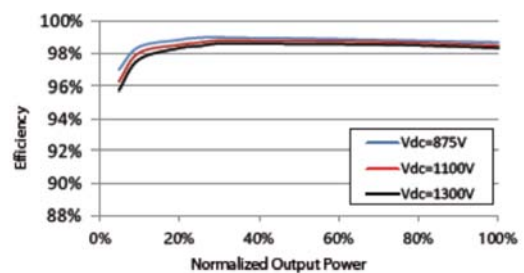
GRID SUPPORT

- Compliance with standards: IEC 61727, IEC 62116
- Low / High voltage ride through (L / HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE (SG3125HV-30)



SG3125HV-MV-30/SG3400HV-MV-30

| Type designation | SG3125HV-MV-30 | SG3400HV-MV-30 |
|---|---|---------------------------------|
| Input (DC) | | |
| Max. PV input voltage | 1500 V | |
| Min. PV input voltage / Start-up input voltage | 875 V / 915 V | |
| MPP voltage range for nominal power | 875 – 1300 V | |
| No. of independent MPP inputs | 2 | |
| No. of DC inputs | 18 / 22 / 24 / 28 (max. 24 for floating system) | |
| Max. PV input current | 3997 A | |
| Max. DC short-circuit current | 10000 A | |
| PV array configuration | Negative grounding or floating | |
| Output (AC) | | |
| AC output power | 3125 kVA @ 50 °C / 3437 kVA @ 45 °C | 3437 kVA @ 45 °C |
| Max. inverter output current | 3308 A | |
| AC voltage range | 20 kV – 35 kV | |
| Nominal grid frequency / Grid frequency range | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz | |
| THD | < 3 % (at nominal power) | |
| DC current injection | < 0.5 % I _n | |
| Power factor at nominal power / Adjustable power factor | > 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging | |
| Feed-in phases / connection phases | 3 / 3 | |
| Efficiency | | |
| Inverter max. efficiency | 99.0% | |
| Inverter Euro. efficiency | 98.7% | |
| Transformer | | |
| Transformer rated power | 3125 kVA | 3437 kVA |
| Transformer max. power | 3437 kVA | 3437 kVA |
| LV / MV voltage | 0.6 kV / (20 – 35) kV | |
| Transformer vector | Dy11 | |
| Transformer cooling type | ONAN (Oil-natural, air-natural) | |
| Oil type | Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request | |
| Protection | | |
| DC input protection | Load break switch + fuse | |
| Inverter output protection | Circuit breaker | |
| AC MV output protection | Circuit breaker | |
| Overvoltage protection | DC Type I + II / AC Type II | |
| Grid monitoring / Ground fault monitoring | Yes / Yes | |
| Insulation monitoring | Yes | |
| Overheat protection | Yes | |
| Q at night function | Optional | |
| General Data | | |
| Dimensions (W*H*D) | 6058 * 2896 * 2438 mm | |
| Weight | 15 T | |
| Degree of protection | IP54 (Inverter: IP65) | |
| Auxiliary power supply | 5 kVA (optional: max. 40 kVA) | |
| Operating ambient temperature range | -35 to 60 °C (> 50 °C derating) | -35 to 60 °C (> 45 °C derating) |
| Allowable relative humidity range (non-condensing) | 0 – 100 % | |
| Cooling method | Temperature controlled forced air cooling | |
| Max. operating altitude | 1000 m (standard) / > 1000 m (optional) | |
| Display | Touch screen | |
| Communication | Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber | |
| Compliance | CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116 | |
| Grid support | Q at night function (optional), L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control | |