

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNI DI TROIA E FOGGIA



Denominazione impianto:

MASSERIA DON MURIALAO

Ubicazione:

Comuni di Foggia (FG) e Troia (FG)
Località "Masseria Don Murialao"

Fogli: 21-23 / 140-141

Particelle: varie

PROGETTO DEFINITIVO

per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro dei comuni di Troia (FG) e Foggia (FG) in località "Masseria Don Murialao",
potenza nominale pari a 36,491 MW in DC e potenza in immissione pari a 34,1 MW AC,
e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nei comuni di Troia (FG) e Foggia (FG)

PROPONENTE



CUBICO WIND S.R.L.

Via Alessandro Manzoni n.43 - 20121 Milano (MI)
Partita IVA: 10862830964
Indirizzo PEC: cubico.wind@legalmail.it

Codice Autorizzazione Unica B79VD21

ELABORATO

Calcoli preliminari sugli impianti

Tav. n°

1CPI

Scala

| Aggiornamenti | Numero | Data | Motivo | Eseguito | Verificato | Approvato |
|---------------|--------|-------|---------------|--|------------|-----------|
| | | Rev 0 | Dicembre 2023 | Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06 – Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/03 | | |
| | | | | | | |

PROGETTAZIONE

GRM GROUP S.R.L.
Via Caduti di Nassirya n. 179
70022 Altamura (BA)
P. IVA 07816120724
PEC: grmgroupsrl@pec.it
Tel.: 0804168931



Spazio riservato agli Enti

IL TECNICO

Dott. Ing. DONATO FORGIONE
Via Raiale n. 110/Bis
65128 Pescara (PE)
Ordine degli Ingegneri di Pescara n. 1814
PEC: donato.forgione@ingpec.eu
Cell:346 1042487



Dott. Ingegnere NICOLA INCAMPO
Altamura BA-70022
P.IVA 08150200723
Ordine Ingegneri di Bari n°6280
PEC: nicola.incampo6280@pec.ordingbari



Sommario

| | |
|---|-----------|
| PREMESSA | 3 |
| RIFERIMENTI NORMATIVI | 3 |
| CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA..... | 9 |
| DATI GENERALI DEL PROGETTO..... | 12 |
| Strutture di montaggio moduli..... | 15 |
| Power stations | 20 |
| CALCOLI E VERIFICHE ELETTRICHE..... | 22 |

PREMESSA

Il sottoscritto Ing. Nicola Incampo, nato ad Altamura il 31/03/1972, C.F. NCMNCL72C31A225M, regolarmente iscritto all’Albo degli Ingegneri della Provincia di Bari con il n. 6280, incaricato dalla società **CUBICO WIND S.R.L.**, con sede legale in Via Alessandro Manzoni n.43, Milano (MI) 20121 – P.IVA 10862830964, della progettazione dell’impianto elettrico a servizio dell’impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a **36,491 MWp** in DC e potenza in immissione AC pari a 34,1 MW, identificato dal codice di rintracciabilità **201901423** da realizzare in località “Masseria Don Murialao” nei comuni di Troia (FG) e Foggia (FG), redige la presente relazione tecnica relativa ai calcoli preliminari degli impianti elettrici.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

Normativa generale

Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007: Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003: attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Legge n. 239 del 23-08-2004: riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005: attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006: disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008: attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010: modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009: regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007: attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007: testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

Decreto 2-03-2009: disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Legge n. 99 del 23 luglio 2009: disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010): Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83: misure urgenti per la crescita del Paese.

Legge 11 agosto 2014, n. 116: conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015): approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

Sicurezza

D.Lgs. 81/2008: (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Ministero dell'interno

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".

Normativa fotovoltaica

CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI 82-25; V2: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): 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 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di 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 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

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.

EN 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

CEI 20-91: cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

UNI 8477: energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.

UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

UNI/TR 11328-1:2009: "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

Altra Normativa sugli impianti elettrici

CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 0-21: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

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

CEI EN 50438 (CT 311-1): prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

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

CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

CEI EN 60445 (CEI 16-2): principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e

regole generali per un sistema alfanumerico.

CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP).

CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $I_n = 16$ A per fase).

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

CEI EN 50470-1 (CEI 13-52): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).

CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.

CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

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 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008: requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Connessione

Delibera ARG/ELT n. 33-08: condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

Deliberazione 84/2012/R/EEL: interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

Ritiro dedicato

Delibera ARG/ELT n. 280-07: modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

Servizio di misura

Delibera ARG/ELT n. 88-07: disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL: testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

TICA

Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA: testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

Deliberazione ARG/ELT 124/10: Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDI) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

Deliberazione ARG/ELT n. 181-10: attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

TISP

Delibera ARG/ELT n. 188-05: definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08: testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

Delibera ARG/ELT n.1-09: attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

TISP 2013 Deliberazione n. 570/2012/R/EFR - Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto: condizioni per l'anno 2013.

TISP 2014 - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL: testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL e 612/2014/R/EEL.

Documento per la consultazione 488/2013/R/EFR: scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

TERNA

Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.

GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.

FAQ GAUDÌ

Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (All. A.68).

Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (All. A.69).

Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (All. A.70).

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.

CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a) Perdite per riflessione.
- b) Perdite per ombreggiamento.
- c) Perdite per mismatching.
- d) Perdite per effetto della temperatura.
- e) Perdite nei circuiti in continua.
- f) Perdite negli inverter.
- g) Perdite nei circuiti in alternata.

Al fine di contenere le perdite totali, un corretto dimensionamento della distanza tra le strutture e l'assenza di altre costruzioni rilevanti in prossimità dell'impianto, consentono di ritenere le perdite per riflessione e per ombreggiamento trascurabili.

Una buona scelta delle apparecchiature (moduli fotovoltaici e inverter) e la loro corretta installazione consente di limitare al massimo le perdite per effetto della temperatura.

Analogamente in fase di installazione una buona selezione dei moduli per la formazione delle stringhe, sulla base delle caratteristiche elettriche riportate nei flash report dei lotti di produzione dei moduli, e la formazione delle stringhe con moduli caratteristiche elettriche uguali (a meno di piccole differenze) ma soprattutto aventi tensioni nominali molto simili, consente di limitare l'effetto delle correnti parassite che si determinano tra apparecchiature con tensioni differenti, e di conseguenza di limitare le perdite dovute al mismatching dei moduli.

Pertanto per consentire di massimizzare le perdite di energia vanno tenute in debita considerazione le perdite nei circuiti in corrente continua ed in corrente alternata.

Ciò si concretizza con il corretto dimensionamento delle sezioni dei circuiti, che devono essere tali da contenere la caduta di tensione globale dell'impianto entro l'ordine del 4%, ma anche tali da contenere il costo di realizzazione dell'impianto.

Un corretto dimensionamento del sistema consente inoltre di garantirne il corretto funzionamento, occorre infatti ricordare che tutti gli inverter sono caratterizzati da una tensione massima di esercizio, ma anche di un range di tensione in ingresso entro il quale è garantito il funzionamento dell'inverter e nel quale si ha la conversione di energia da continua in alternata, ora poiché i moduli fotovoltaici hanno una caratteristica corrente tensione che varia al variare della temperatura secondo dei coefficienti caratteristici di temperatura di ciascun modulo, occorre verificare che le caratteristiche elettriche della stringa siano compatibili con quelle dell'inverter, al fine di evitarne danneggiamenti e di consentirne il corretto funzionamento.

Occorre pertanto una volta scelti inverter e moduli fotovoltaici, ed aver determinato il numero di moduli da collegare in serie a formare la stringa, verificate che in corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) e dei valori massimi di lavoro degli stessi ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ($V_{mppt\ min}$).

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla Tensione MPPT massima ($V_{mppt\ max}$).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

DATI GENERALI DEL PROGETTO

Il generatore dell’impianto agrivoltaico sarà composto da **51.220** moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 700 Wp per una potenza di picco complessiva di **36,491 MWp**. I moduli saranno raggruppati in 2.005 stringhe formate da 26 moduli collegati in serie, il campo sarà suddiviso in 31 sottocampi di livello I, e i 186 quadri di parallelo di stringa relativi ai diversi sottocampi afferiscono a gruppi di stringhe in numerosità variabile tra 9 e 13.

Ciascuno dei 31 sottocampi è dotato di una Power Station con inverter centralizzato per la conversione CC/CA della corrente elettrica, un trasformatore BT/MT per l’innalzamento della tensione fino al valore di 30 kV e quadro MT.

La rete interna MT è composta da 2 cabine di smistamento, una per ognuno dei due lotti che raccorda tutte le Power Station ed ha il compito di convogliare l’energia prodotta dall’impianto agrivoltaico nella Cabina di Raccolta Utente.

Infine, mediante un cavidotto interrato in MT, l’energia viene trasportata fino al punto di consegna dove viene immessa nella rete elettrica nazionale in accordo con la soluzione di connessione ricevuta da Terna (codice rintracciabilità **201901423**).

Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti sono i **TOPBiHiKu7 CS7N-700TB-AG** della **CANADIAN SOLAR**, in silicio monocristallino, 2x66 celle e di dimensioni 2384x1303x35 mm, da 700Wp bifacciali. I moduli sono ad alta efficienza, e ciò garantisce a parità di potenza installata una minore occupazione del suolo rispetto a moduli con efficienza standard.

Sono caratterizzati da una cornice in alluminio anodizzato e da un vetro di protezione delle celle temprato e a basso contenuto di ferro, dello spessore di 2mm, che garantiscono una elevata resistenza meccanica oltre a ottime prestazioni. Inoltre, essendo bifacciali, possono sfruttare anche le radiazioni intercettate dalla faccia posteriore dal modulo incrementando sino al 30% le performance.



TOPBiHiKu7

N-type Bifacial TOPCon Technology

675 W ~ 705 W

CS7N-675 | 680 | 685 | 690 | 695 | 700 | 705TB-AG

MORE POWER

-  Module power up to 705 W
Module efficiency up to 22.7 %
-  Up to 85% Power Bifaciality,
more power from the back side
-  Excellent anti-LeTID & anti-PID performance.
Low power degradation, high energy yield
-  Lower temperature coefficient (Pmax): -0.29%/°C,
increases energy yield in hot climate
-  Lower LCOE & system cost

MORE RELIABLE

-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*

 **Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship***

 **Linear Power Performance Warranty***

1st year power degradation no more than 1%
Subsequent annual power degradation no more than 0.4%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001: 2015 / Quality management system
ISO 14001: 2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety
IEC 62941: 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

PRODUCT CERTIFICATES*

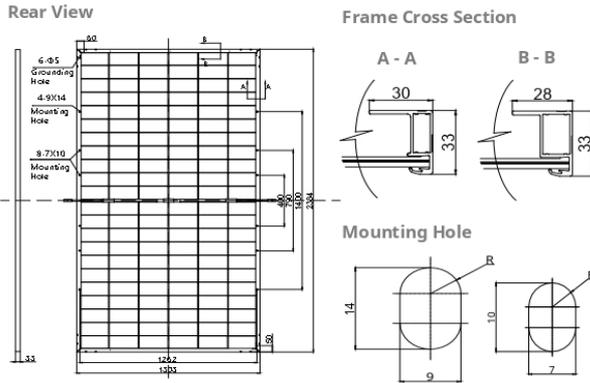
IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA / CGC
CEC listed (US California) / FSEC (US Florida)
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way



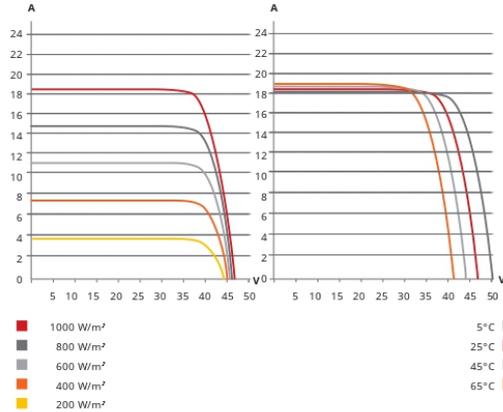
* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

I moduli scelti sono caratterizzati da elevate efficienza, oltre che da tolleranze positive e da buona insensibilità alle variazioni delle tensioni al variare della temperatura, come evidenziato dalle seguenti curve caratteristiche.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS7N-680TB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

| | Nominal Max. Power (Pmax) | Opt. Operating Voltage (Vmp) | Opt. Operating Current (Imp) | Opt. Circuit Voltage (Voc) | Short Circuit Current (Isc) | Module Efficiency |
|------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| CS7N-675TB-AG | 675 W | 39.0 V | 17.31 A | 46.9 V | 18.24 A | 21.7% |
| Bifacial Gain** | 5% | 709 W | 39.0 V | 18.19 A | 46.9 V | 22.8% |
| | 10% | 743 W | 39.0 V | 19.04 A | 46.9 V | 23.9% |
| | 20% | 810 W | 39.0 V | 20.77 A | 46.9 V | 26.1% |
| CS7N-680TB-AG | 680 W | 39.2 V | 17.35 A | 47.1 V | 18.29 A | 21.9% |
| Bifacial Gain** | 5% | 714 W | 39.2 V | 18.22 A | 47.1 V | 23.0% |
| | 10% | 748 W | 39.2 V | 19.09 A | 47.1 V | 24.1% |
| | 20% | 816 W | 39.2 V | 20.82 A | 47.1 V | 26.3% |
| CS7N-685TB-AG | 685 W | 39.4 V | 17.39 A | 47.3 V | 18.34 A | 22.1% |
| Bifacial Gain** | 5% | 719 W | 39.4 V | 18.26 A | 47.3 V | 23.1% |
| | 10% | 754 W | 39.4 V | 19.14 A | 47.3 V | 24.3% |
| | 20% | 822 W | 39.4 V | 20.87 A | 47.3 V | 26.5% |
| CS7N-690TB-AG | 690 W | 39.6 V | 17.43 A | 47.5 V | 18.39 A | 22.2% |
| Bifacial Gain** | 5% | 725 W | 39.6 V | 18.31 A | 47.5 V | 23.3% |
| | 10% | 759 W | 39.6 V | 19.17 A | 47.5 V | 24.4% |
| | 20% | 828 W | 39.6 V | 20.92 A | 47.5 V | 26.7% |
| CS7N-695TB-AG | 695 W | 39.8 V | 17.47 A | 47.7 V | 18.44 A | 22.4% |
| Bifacial Gain** | 5% | 730 W | 39.8 V | 18.34 A | 47.7 V | 23.5% |
| | 10% | 765 W | 39.8 V | 20.18 A | 47.7 V | 24.6% |
| | 20% | 834 W | 39.8 V | 20.96 A | 47.7 V | 26.8% |
| CS7N-700TB-AG | 700 W | 40.0 V | 17.51 A | 47.9 V | 18.49 A | 22.5% |
| Bifacial Gain** | 5% | 735 W | 40.0 V | 18.39 A | 47.9 V | 23.7% |
| | 10% | 770 W | 40.0 V | 20.22 A | 47.9 V | 24.8% |
| | 20% | 840 W | 40.0 V | 21.01 A | 47.9 V | 27.0% |
| CS7N-705TB-AG | 705 W | 40.2 V | 17.55 A | 48.1 V | 18.54 A | 22.7% |
| Bifacial Gain** | 5% | 740 W | 40.2 V | 18.43 A | 48.1 V | 23.8% |
| | 10% | 776 W | 40.2 V | 20.27 A | 48.1 V | 25.0% |
| | 20% | 846 W | 40.2 V | 21.06 A | 48.1 V | 27.2% |

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.
 ** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

| | |
|----------------------------|--|
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C |
| Max. System Voltage | 1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL) |
| Module Fire Performance | TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730) |
| Max. Series Fuse Rating | 35 A |
| Application Classification | Class A |
| Power Tolerance | 0 ~ + 10 W |
| Power Bifaciality* | 80 % |

* Power Bifaciality = Pmax_{rear} / Pmax_{total}, both Pmax_{rear} and Pmax_{total} are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

ELECTRICAL DATA | NMOT*

| | Nominal Max. Power (Pmax) | Opt. Operating Voltage (Vmp) | Opt. Operating Current (Imp) | Opt. Circuit Voltage (Voc) | Short Circuit Current (Isc) |
|----------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| CS7N-675TB-AG | 510 W | 36.9 V | 13.84 A | 44.4 V | 14.71 A |
| CS7N-680TB-AG | 514 W | 37.1 V | 13.88 A | 44.6 V | 14.75 A |
| CS7N-685TB-AG | 518 W | 37.2 V | 13.91 A | 44.8 V | 14.79 A |
| CS7N-690TB-AG | 522 W | 37.4 V | 13.94 A | 45.0 V | 14.83 A |
| CS7N-695TB-AG | 526 W | 37.6 V | 13.97 A | 45.2 V | 14.87 A |
| CS7N-700TB-AG | 529 W | 37.8 V | 14.00 A | 45.4 V | 14.91 A |
| CS7N-705TB-AG | 533 W | 38.0 V | 14.03 A | 45.5 V | 14.95 A |

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

| Specification | Data |
|------------------------------------|--|
| Cell Type | TOPCon cells |
| Cell Arrangement | 132 [2 x (11 x 6)] |
| Dimensions | 2384 x 1303 x 33 mm (93.9 x 51.3 x 1.30 in) |
| Weight | 37.8 kg (83.3 lbs) |
| Front Glass | 2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating |
| Back Glass | 2.0 mm heat strengthened glass |
| Frame | Anodized aluminium alloy |
| J-Box | IP68, 3 bypass diodes |
| Cable | 4.0 mm ² (IEC), 12 AWG (UL) |
| Cable Length (Including Connector) | 410 mm (16.1 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-) or customized length* |
| Connector | T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A |
| Per Pallet | 33 pieces |
| Per Container (40' HQ) | 594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada) |

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|--------------------------------------|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.29 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.25 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.05 % / °C |
| Nominal Module Operating Temperature | 41 ± 3°C |

Strutture di montaggio moduli

I moduli saranno posizionati su strutture ad inseguimento, ovvero tracker monoassiali, ad infissione diretta nel terreno con macchina operatrice battipalo. Nello specifico saranno utilizzati tracker della **Soltigua** realizzati per allocare 13, 26 e 52 moduli ($\frac{1}{2}$, 1 e 2 stringhe) in verticale su una fila come da foto esemplificativa:

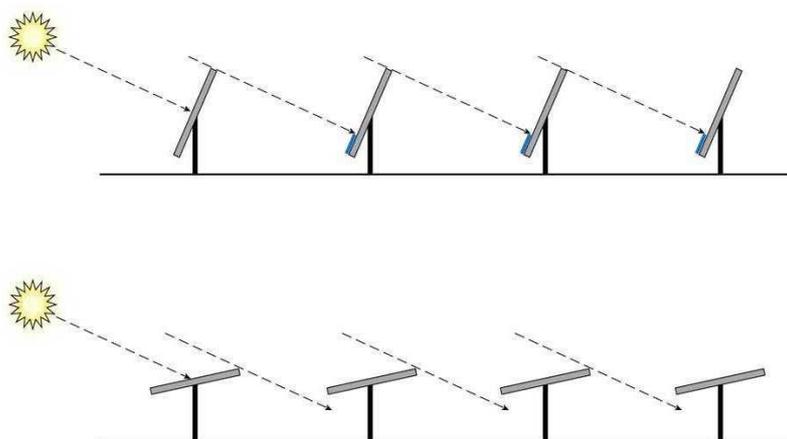


L'utilizzo di tali strutture permette di orientare i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari nel corso della giornata, mantenendo invariata l'inclinazione dell'asse di rotazione del pannello rispetto al terreno, ovvero mantenendo invariato l'angolo di TILT.

La variazione dell'angolo avviene in modo automatico grazie ad un apposito algoritmo di controllo di tipo astronomico oppure attraverso l'utilizzo di celle fotovoltaiche ausiliari che installate con angolazioni differenti consentono al sistema di determinare l'angolo di ottimo.

Il movimento dei tracker è azionato da un motore elettrico alimentato in corrente continua trifase di potenza pari a circa 370 W rispettivamente e controllato in modo automatico dall'algoritmo.

I tracker saranno dotati di opportuno sistema di backtracking per assicurare l'assenza di ombreggiamento durante ogni ora del giorno. Infatti quando l'angolo di elevazione del Sole si riduce, ovvero la mattina presto o la sera, il sistema di backtracking inverte la rotazione della struttura come meglio illustrato nella figura sottostante.



Backtracking

L'assenza di movimento di inclinazione, (cioè il tracciamento "stagionale") ha un limitato effetto sull'energia prodotta. Infatti, un tracker biassiale aumenta leggermente la produzione rispetto ad un tracker monoassiale, ma di contro comporta un aumento di costi e complessità del sistema.

La soluzione adottata offre i seguenti vantaggi principali:

- Il sistema è completamente equilibrato e modulare, la struttura non richiede personale specializzato all'installazione e all'assemblaggio o lavori di manutenzione.
- La scheda di controllo è facile da installare e autoconfigurante.
- Il GPS integrato garantisce sempre la giusta posizione geografica nel sistema per il tracciamento solare automatico.
- L'uso di cuscinetti a strisciamento sferico autolubrificato compensa eventuali imprecisioni e errori nell'installazione della struttura meccanica.
- L'uso di Motore a corrente alternata consente un basso consumo elettrico.

Il sistema si compone di uno o più array paralleli di 26 moduli ciascuno, interconnessi meccanicamente tra di loro, ovvero 13, 26 e 52 moduli per tracker, ½, 1 e 2 stringhe, e consta i seguenti componenti:

- Componenti meccanici della struttura in acciaio:
 - 7 pali.
 - 4 tubolari quadrati.
 - Profilo Omega di supporto e pannello di ancoraggio.

- Componenti deputati al movimento:
 - 4 post-testate (2 terminali, 2 intermedie ed una centrale che sostiene il motoriduttore).
 - 1 motore (attuatore lineare elettrico).
 - 1 scheda elettronica di controllo per il movimento (può servire fino a 10 strutture).

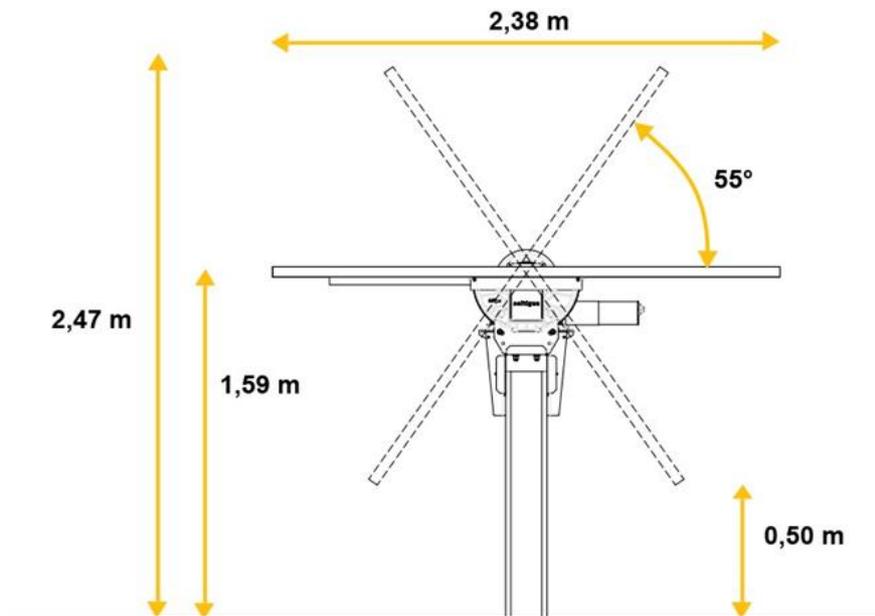
L'inseguitore solare (o tracker) sarà installato su pali di fondazione in acciaio zincato infissi nel terreno, senza necessità di opere in calcestruzzo, tramite un sistema di posa a battuta. Le strutture in questione sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di eventi meteorologici esterni avversi, quali per esempio raffiche di vento ad alta velocità, come certificato dal costruttore.

Come riportato all'interno della relazione strutturale, alla quale si rimanda per maggiori dettagli, data la tipologia di tracker previsto in questa fase progettuale, la caratterizzazione geotecnica del terreno ed i carichi agenti sul sistema, i pali di sostegno dovranno essere infissi per una profondità minima di 2 m al fine di garantire la tenuta delle strutture.

La profondità di infissione dovrà comunque essere verificata in fase esecutiva con i risultati delle prove di estrazione eseguiti in vari punti del terreno. Tali prove di estrazione o prove di “pull-out” sono prove strumentali che prevedono i seguenti step:

- Infissione nel terreno del palo selezionato per una data profondità;
- Cicli di carico/scarico con forze orizzontali incrementali applicate ad un'altezza di 50 cm dal piano campagna. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento orizzontale del palo stesso;
- Cicli di carico con forze di compressione verticali incrementali applicate alla testa del palo. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento verticale del palo stesso;
- Cicli di carico con forze di trazione verticali incrementali applicate alla testa del palo. Per ogni ciclo viene misurato lo spostamento verticale del palo stesso;

Qualora gli spostamenti evidenziati eccedessero le tolleranze, il test andrà ripetuto aumentando la profondità di infissione di 100 mm fino al superamento del test. I risultati delle prove di pull-out dipendono dalla tipologia di inseguitore e di moduli fotovoltaici disponibili sul mercato e pertanto l'esatta profondità di infissione che si determinerà in fase di progettazione esecutiva potrebbe variare rispetto a quanto calcolato all'interno della relazione strutturale fermo restando che tale profondità non sarà in alcun caso superiore a 4,0 m dal piano campagna. Nella figura sottostante è riportato un tipologico delle strutture previste.



| | |
|-----------------------------|---|
| Tracking type | Independent single axis horizontal tracker; Any tracker alignment possible (ideally along North-South direction); |
| Tracking algorithm | Accurate astronomical formulas; tracking precision = 1.0°. Individually customized 3D backtracking to follow terrain undulations |
| Rotation range | Standard: $\pm 55^\circ$; optional $\pm 60^\circ$ also available |
| Ground cover ratio | Freely configurable by customer (between 34% and 50%) |
| PV Module compatibility | Framed modules; all major brands |
| Module mount | 1 module portrait; 2 modules landscape |
| Drive system | 1 Independent slew drive per tracker |
| Peak power per tracker | Up to 45 kWp per tracker (with 500Wp modules) |
| N° of Module per tracker | Up to 90 72-cell modules (1500 V) |
| PV array voltage | 1000 V or 1500 V |
| Power supply | Self powered with dedicated small PV module and Li-FePO ₄ battery |
| Communication | Soltigua wireless radio network or dedicated RS485 serial communication |
| Monitoring | Local control via SCADA; remote control available |
| Foundation type | Standard: driven piles; compatible also with: shallow foundation (concrete blocks); ground screws |
| Wind resistance (Eurocodes) | In operation: up to 80 km/h in any position; Stow position: up to 200+ km/h in stow position |
| Snow resistance | Up to 1'500 N/m ² ; depending on tracker version |
| Tracker stowing time | ≤ 6 min; 3.5 min on average |
| Installation tolerances | North South: ± 50 mm; East-West: ± 40 mm standard pile; ± 28 mm drive pile; Height tolerance: ± 45 mm; Pile tilt: $\pm 1^\circ$; Twist: 15° |
| Ground slope | Max 15% slope in longitudinal direction (North- South); optional max 20% also available Any slope in transversal direction (East-West) [max 70% local slope for rotation clearance] Local deviation from theoretical ground profile is ± 150 mm |
| Installation method | Engineered for fast and easy assembly; no welding nor drilling required on site |
| Materials | HDG and ZM construction steel; maintenance free bearings; triennial maintenance for slew drive |
| Certifications/Compliance | CE 2006/42/UE; Eurocodes EN1991-1-1/3/4; LV 2014/35/UE; EMC 2014/30/UE ; ISO 9001-2015 and ISO 14001-2015; IEC 62817:2017 |



iTracker-WL: catching all the sun

iTracker WL – the intelligent tracker –
maximizes the output of your PV power plant,
thanks to its all-around performance
and Soltigua’s customer-tailored solutions



L’infissione sarà realizzata con l’ausilio di macchine battipalo. Le strutture di inseguimento monoassiale verranno posizionate in file contigue, compatibilmente con le caratteristiche plano altimetriche del terreno, e la distanza tra le interfile sarà di 5 metri, come visibile nel layout di impianto.

Power stations

Il progetto prevede l'utilizzo di power station che assolvono la funzione di convertire la corrente prodotta dai moduli fotovoltaici da continua ad alternata mediante un inverter centralizzato e di innalzare la tensione fino al valore della tensione di campo (30 kV) mediante un trasformatore.

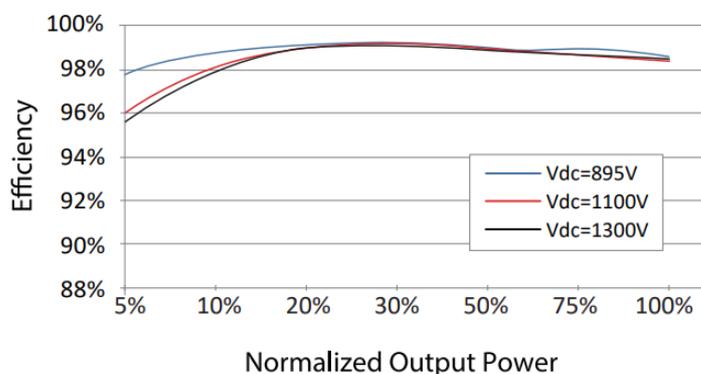
La scelta progettuale prevede l'installazione di 31 Power Station marca **SUNGROW** modello **SG1100UD-MV**, come detto, contenenti ciascuna un inverter centralizzato per la conversione CC/CA della corrente elettrica, un trasformatore BT/MT per l'innalzamento della tensione fino al valore di 30 kV e quadro MT.

SG1100UD-MV

Turnkey Station for 1500 Vdc System MV Transformer Integrated



EFFICIENCY CURVE



L’inverter centralizzato converte dal regime continuo a quello alternato la corrente proveniente dal generatore fotovoltaico. La corrente entra in regime continuo ad una tensione massima di 1500V (tensione a circuito aperto a 10°C) ed esce in regime alternato al valore nominale di 630V. La tensione viene poi innalzata al valore nominale di 30 kV tramite il trasformatore BT/MT (Oil ONAN Outdoor Power Transformer). Dopodiché la corrente viene inviata nel quadro di media tensione dove sono collocate le varie protezioni, prima di essere convogliata nella cabina di smistamento tramite un cavo MT interrato a 30 kV.

| Type Designation | SG1100UD-MV |
|---|---|
| Input (DC) | |
| Max. PV input voltage | 1500 V |
| Min. PV input voltage / Startup input voltage | 895 V / 905 V |
| MPP voltage range | 895 – 1500 V |
| No. of independent MPP inputs | 1 |
| No. of DC inputs | 5(optional: 6/7 inputs negative grounding) |
| Max. PV input current | 1435 A |
| Max. DC short-circuit current | 5000 A |
| PV array configuration | Negative grounding or floating |
| Output (AC) | |
| AC output power | 1100 kVA @ 40 °C, 1265 kVA@20°C |
| Max. inverter output current | 1160 A |
| Max. AC output current | 73 A |
| AC voltage range | 10 kV – 35 kV |
| Nominal grid frequency / Grid frequency range | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz |
| Harmonic (THD) | < 3 % (at nominal power) |
| Power factor at nominal power / Adjustable power factor | >0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging |
| Feed-in phases / AC connection | 3 / 3-PE |
| Efficiency | |
| Inverter max. efficiency / Inverter European efficiency | 99.0 % / 98.7 % |
| Transformer | |
| Transformer rated power | 1100 kVA |
| Transformer max. power | 1265 kVA |
| LV / MV voltage | 0.63 kV / (10 – 35) kV |
| Impedance | 6.5% (0~±10%) @1100kVA |
| Transformer vector | Dy11 |
| Transformer cooling type | ONAN |
| Oil type | Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request |
| Protection & Function | |
| DC input protection | Load break switch + fuse |
| Inverter output protection | Circuit breaker |
| AC MV output protection | Circuit breaker |
| Surge protection | DC Type 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* | ≤8.5 T |

CALCOLI E VERIFICHE ELETTRICHE

Verifichiamo ora il corretto accoppiamento stringhe inverter in corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C):

| TENSIONI MPPT | |
|---|-------------------|
| Vm a 70 °C (918 V) maggiore di Vmppt min. (500 V) | VERIFICATO |
| Vm a -10 °C (1.135 V) minore di Vmppt max. (1.500 V) | VERIFICATO |
| TENSIONE MASSIMA | |
| Voc a -10 °C (1.350 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1.500 V) | VERIFICATO |
| TENSIONE MASSIMA MODULO | |
| Voc a -10 °C (1.350 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1.500 V) | VERIFICATO |

Nel dettaglio, utilizziamo la formula specificata sulla guida blu TNE n. 15

$$V_{mppt\ min.} = V_{mps} + kV_{mps} * (25 - T_{max})$$

Pertanto:

$$V_m = V_{mps} + (0,26\%/^{\circ}C * (25 - 70)^{\circ}C) V_{mps} = V_{mps} - 11,7\%V_{mps} = 35,32\ V$$

Quindi la tensione minima MPPT a 70°C:

$$V_{mppt\ min.} = 26 * 35,32\ V = 918\ V > 500\ V \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

Dove:

Vmps è la tensione massima del modulo come da specifiche tecniche del produttore

kVmps è il coefficiente di temperatura del Vm espresso in %/°C

25 è la temperatura standard di prova del produttore

Tmax è la temperatura massima (70°C)

Analogamente

$$V_{mppt\ max.} = V_{mps} + kV_{mps} * (25 - T_{min})$$

Pertanto:

$$V_m = V_{mps} + (0,26\%/^{\circ}C * (25 - (-10)^{\circ}C)V_{mps} = V_{mps} + 9,1\%V_{mps} = 43,64\ V$$

Quindi la tensione massima MPPT a -10°C:

$$V_{mppt\ max.} = 26 * 43,64\ V = 1.135\ V < 1500\ V \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

Dove:

V_{mps} è la tensione massima del modulo come da specifiche tecniche del produttore

kV_{mps} è il coefficiente di temperatura del V_m espresso in $\%/^{\circ}C$

25 è la temperatura standard di prova del produttore

T_{min} è la temperatura massima (-10°C)

Infine

$$V_{oc} = V_{ocs} + kV_{oc} * (25 - T_{min})$$

Pertanto:

$$V_{oc} = V_{ocs} + (0,24\%/^{\circ}C * (25 - (-10)^{\circ}C)V_{ocs} = V_{ocs} + 8,4\%V_{ocs} = 51,92\ V$$

Quindi:

$$V_{oc} (-10^{\circ}) = 26 * 51,92\ V = 1.350\ V < 1500\ V \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

Dove:

V_{ocs} è la tensione a vuoto del modulo come da specifiche tecniche del produttore

kV_{oc} è il coefficiente di temperatura del V_{oc} espresso in $\%/^{\circ}C$

25 è la temperatura standard di prova del produttore

T_{min} è la temperatura minima ambiente del luogo di installazione (-10°C)

Verificato il corretto accoppiamento stringhe inverter occorre determinare le sezioni dei circuiti sia in corrente continua che in corrente alternata sia in BT che in MT. Al fine di ottimizzare le sezioni dei cavi contenendo i costi e le cadute di tensione è fondamentale la corretta individuazione della potenza dei carichi, delle posizioni degli inverter di stringa e delle cabine inverter che devono essere quanto più prossime al

baricentro elettrico. Il valore della caduta di tensione delle nuove linee è stato fissato al 4% e calcolato mediante la seguente formula, come previsto dalla sezione 5 della norma CEI 64/8

$$\Delta V = k \times I_b \times L \times (r \cos \phi + x \sin \phi)$$

Dove:

- K è un fattore di tensione pari a 2 per circuiti monofase e 1,71 per sistemi trifase
- L è la lunghezza della linea
- r è la resistenza per chilometro della linea
- x è la reattanza per chilometro della linea

$$\Delta V\% = 100 \Delta V/V$$

Pertanto tutte le linee di alimentazione sono state dimensionate in modo tale da ottenere per tutta la linea, nelle ipotesi di carico equilibrato (per linee trifase) e concentrato alle estremità della linea, la rispondenza alla seguente condizione:

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

Per ciascun tratto si è attribuito una caduta di potenziale massima così determinata:

- tratto CC cavi solari $\Delta V\% \leq 1,5\%$
- tratto CC (BT) $\Delta V\% \leq 1,0\%$
- tratto AC (MT) $\Delta V\% \leq 1,5\%$

Il calcolo della portata di conduttori è stato effettuato sulla base delle tabelle CEI UNEL 32024/1 per posa non interrata e CEI UNEL 32024/2 per posa interrata:

- tratto CC Posa non interrata fissa sui tracker cavo H1Z2Z2-K
- tratto CC (BT) Posa interrata in cavidotto corrugato cavo FG16R16
- tratto AC (MT) Posa interrata in cavidotto corrugato cavo RG7H1R

la scelta di avere inverter di campo baricentrici consente anche una standardizzazione delle sezioni dei cavi solari tratto CC e dei cavi MT e ciò anche al fine di una migliore gestione commerciale della commessa, fermo restando il rispetto dei limiti della caduta di tensione massima percentuale, si ha pertanto che le sezioni per tali tratti risultano:

- tratto CC : cavo H1Z2Z2-K formazione 2x1x6 mmq (6 mmq polo positivo e 6 mmq polo negativo)
- tratto AC (MT) : cavo RG7H1OR formazione 3x1x185 mmq (185 mmq per fase)

- In tutti gli altri casi le sezioni sono riassunte nelle seguenti tabelle:

| CAMPO 1.1 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-------|-----------------|-------|-----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.1 | 1 | 12 | 218400 | L 1.1 1 | 45 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.1 2 | 35 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 12 | 218400 | L 1.1 3 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.1 4 | 35 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.1 5 | 45 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 6 | 10 | 182000 | L 1.1 6 | 375 | FG16R16 | 2x 1x | 185 | mmq | |
| | | 68 | 1237600 | | | | | | | |

| CAMPO 1.2 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-------|-----------------|-------|-----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.2 | 1 | 10 | 182000 | L 1.2 1 | 55 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 10 | 182000 | L 1.2 2 | 45 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.2 3 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 10 | 182000 | L 1.2 4 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.2 5 | 375 | FG16R16 | 2x 1x | 185 | mmq | |
| | 6 | 10 | 182000 | L 1.2 6 | 360 | FG16R16 | 2x 1x | 185 | mmq | |
| | | 60 | 1092000 | | | | | | | |

| CAMPO 1.3 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.3 | 1 | 10 | 182000 | L 1.3 1 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 10 | 182000 | L 1.3 2 | 50 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 12 | 218400 | L 1.3 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.3 4 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.3 5 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 6 | 10 | 182000 | L 1.3 6 | 200 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq | |
| | | 64 | 1164800 | | | | | | | |

| CAMPO 1.4 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.4 | 1 | 12 | 218400 | L 1.4 1 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.4 2 | 20 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.4 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 10 | 182000 | L 1.4 4 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.4 5 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 6 | 9 | 163800 | L 1.4 6 | 45 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | | 63 | 1146600 | | | | | | | |

| CAMPO 1.5 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.5 | 1 | 12 | 218400 | L 1.5 1 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.5 2 | 20 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.5 3 | 20 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 10 | 182000 | L 1.5 4 | 160 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.5 5 | 150 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 6 | 10 | 182000 | L 1.5 6 | 170 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq | |
| | | 64 | 1164800 | | | | | | | |

| CAMPO 1.6 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.6 | 1 | 12 | 218400 | L 1.6 1 | 120 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.6 2 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.6 3 | 70 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 9 | 163800 | L 1.6 4 | 35 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 11 | 200200 | L 1.6 5 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 6 | 10 | 182000 | L 1.6 6 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | | 64 | 1164800 | | | | | | | |

| CAMPO 1.7 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 1.7 | 1 | 12 | 218400 | L 1.7 1 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.7 2 | 60 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 12 | 218400 | L 1.7 3 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.7 4 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq |
| | 5 | 12 | 218400 | L 1.7 5 | 120 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq |
| | 6 | 12 | 218400 | L 1.7 6 | 135 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq |
| | | 72 | 1310400 | | | | | | |

| CAMPO 1.8 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 1.8 | 1 | 12 | 218400 | L 1.8 1 | 20 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.8 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 12 | 218400 | L 1.8 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.8 4 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 12 | 218400 | L 1.8 5 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 6 | 12 | 218400 | L 1.8 6 | 170 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq |
| | | 72 | 1310400 | | | | | | |

| CAMPO 1.9 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 1.9 | 1 | 12 | 218400 | L 1.9 1 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.9 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 12 | 218400 | L 1.9 3 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.9 4 | 150 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq |
| | 5 | 13 | 236600 | L 1.9 5 | 150 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq |
| | 6 | 13 | 236600 | L 1.9 6 | 165 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq |
| | | 74 | 1346800 | | | | | | |

| CAMPO 1.10 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.10 | 1 | 12 | 218400 | L 1.10 1 | 20 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.10 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 12 | 218400 | L 1.10 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.10 4 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 13 | 236600 | L 1.10 5 | 150 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq | |
| | 6 | 13 | 236600 | L 1.10 6 | 165 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq | |
| | | 74 | 1346800 | | | | | | | |

| CAMPO 1.11 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|-----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.11 | 1 | 12 | 218400 | L 1.11 1 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.11 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 12 | 218400 | L 1.11 3 | 55 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.11 4 | 105 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 5 | 11 | 200200 | L 1.11 5 | 135 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 6 | 12 | 218400 | L 1.11 6 | 245 | FG16R16 | 2x 1x | 150 | mmq | |
| | | 71 | 1292200 | | | | | | | |

| CAMPO 1.12 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.12 | 1 | 12 | 218400 | L 1.12 1 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 11 | 200200 | L 1.12 2 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq | |
| | 3 | 12 | 218400 | L 1.12 3 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 4 | 9 | 163800 | L 1.12 4 | 135 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.12 5 | 120 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 6 | 10 | 182000 | L 1.12 6 | 150 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | | 64 | 1164800 | | | | | | | |

| CAMPO 1.13 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.13 | 1 | 10 | 182000 | L 1.13 1 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.13 2 | 20 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 11 | 200200 | L 1.13 3 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 10 | 182000 | L 1.13 4 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.13 5 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 6 | 10 | 182000 | L 1.13 6 | 150 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | | 63 | 1146600 | | | | | | | |

| CAMPO 1.14 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.14 | 1 | 11 | 200200 | L 1.14 1 | 90 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq | |
| | 2 | 11 | 200200 | L 1.14 2 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.14 3 | 20 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.14 4 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 11 | 200200 | L 1.14 5 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq | |
| | 6 | 11 | 200200 | L 1.14 6 | 110 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | | 66 | 1201200 | | | | | | | |

| CAMPO 1.15 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.15 | 1 | 10 | 182000 | L 1.15 1 | 45 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 11 | 200200 | L 1.15 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.15 3 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 11 | 200200 | L 1.15 4 | 120 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.15 5 | 155 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 6 | 11 | 200200 | L 1.15 6 | 110 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | | 63 | 1146600 | | | | | | | |

| CAMPO 1.16 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.16 | 1 | 12 | 218400 | L 1.16 1 | 65 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq | |
| | 2 | 9 | 163800 | L 1.16 2 | 50 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.16 3 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.16 4 | 45 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 11 | 200200 | L 1.16 5 | 65 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 6 | 9 | 163800 | L 1.16 6 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | | 63 | 1146600 | | | | | | | |

| CAMPO 1.17 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.17 | 1 | 12 | 218400 | L 1.17 1 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 12 | 218400 | L 1.17 2 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.17 3 | 110 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq | |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.17 4 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 5 | 10 | 182000 | L 1.17 5 | 180 | FG16R16 | 2x 1x | 95 | mmq | |
| | 6 | 9 | 163800 | L 1.17 6 | 170 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | | 65 | 1183000 | | | | | | | |

| CAMPO 1.18 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L [m] | FORMAZIONE CAVO | | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|----------|-----------------|-------|-----|---------|--|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | | TIPO | POLI | N | SEZIONE | |
| 1.18 | 1 | 12 | 218400 | L 1.18 1 | 15 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 2 | 10 | 182000 | L 1.18 2 | 15 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 3 | 10 | 182000 | L 1.18 3 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 4 | 12 | 218400 | L 1.18 4 | 35 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq | |
| | 5 | 9 | 163800 | L 1.18 5 | 155 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq | |
| | 6 | 12 | 218400 | L 1.18 6 | 305 | FG16R16 | 2x 1x | 185 | mmq | |
| | | 65 | 1183000 | | | | | | | |

| CAMPO 2.1 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.1 | 1 | 10 | 182000 | L 2.1 1 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.1 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 10 | 182000 | L 2.1 3 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.1 4 | 60 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 12 | 218400 | L 2.1 5 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.1 6 | 130 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.2 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.2 | 1 | 10 | 182000 | L 2.2 1 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.2 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 10 | 182000 | L 2.2 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.2 4 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 12 | 218400 | L 2.2 5 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.2 6 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.3 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.3 | 1 | 10 | 182000 | L 2.3 1 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 12 | 218400 | L 2.3 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 10 | 182000 | L 2.3 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.3 4 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.3 5 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.3 6 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.4 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.4 | 1 | 10 | 182000 | L 2.4 1 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 12 | 218400 | L 2.4 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 10 | 182000 | L 2.4 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.4 4 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.4 5 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.4 6 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.5 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.5 | 1 | 10 | 182000 | L 2.5 1 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.5 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 10 | 182000 | L 2.5 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.5 4 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 12 | 218400 | L 2.5 5 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.5 6 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.6 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.6 | 1 | 10 | 182000 | L 2.6 1 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.6 2 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 12 | 218400 | L 2.6 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.6 4 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.6 5 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.6 6 | 100 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.7 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|-----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.7 | 1 | 10 | 182000 | L 2.7 1 | 60 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.7 2 | 50 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 12 | 218400 | L 2.7 3 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.7 4 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 9 | 163800 | L 2.7 5 | 130 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq |
| | 6 | 12 | 218400 | L 2.7 6 | 230 | FG16R16 | 2x 1x | 120 | mmq |
| | | 63 | 1146600 | | | | | | |

| CAMPO 2.8 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.8 | 1 | 10 | 182000 | L 2.8 1 | 80 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.8 2 | 55 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 10 | 182000 | L 2.8 3 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 11 | 200200 | L 2.8 4 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.8 5 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 6 | 11 | 200200 | L 2.8 6 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.9 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|-----------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.9 | 1 | 12 | 218400 | L 2.9 1 | 35 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.9 2 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 10 | 182000 | L 2.9 3 | 20 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.9 4 | 50 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.9 5 | 105 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.9 6 | 95 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.10 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.10 | 1 | 10 | 182000 | L 2.10 1 | 35 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.10 2 | 15 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 12 | 218400 | L 2.10 3 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.10 4 | 60 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.10 5 | 105 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.10 6 | 85 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.11 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.11 | 1 | 10 | 182000 | L 2.11 1 | 45 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.11 2 | 15 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 10 | 182000 | L 2.11 3 | 25 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.11 4 | 65 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.11 5 | 115 | FG16R16 | 2x 1x | 70 | mmq |
| | 6 | 12 | 218400 | L 2.11 6 | 85 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.12 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.12 | 1 | 10 | 182000 | L 2.12 1 | 50 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 10 | 182000 | L 2.12 2 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 12 | 218400 | L 2.12 3 | 15 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.12 4 | 30 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.12 5 | 60 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.12 6 | 85 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | | 62 | 1128400 | | | | | | |

| CAMPO 2.13 | | | Potenza | DENOMINAZIONE LINEA | L | FORMAZIONE CAVO | | | |
|------------|--------|----------|---------|---------------------|-----|-----------------|-------|----|---------|
| INVERTER | QUADRO | Stringhe | [W] | | [m] | TIPO | POLI | N | SEZIONE |
| 2.13 | 1 | 10 | 182000 | L 2.13 1 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 2 | 11 | 200200 | L 2.13 2 | 15 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 3 | 12 | 218400 | L 2.13 3 | 10 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 4 | 10 | 182000 | L 2.13 4 | 40 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | 5 | 10 | 182000 | L 2.13 5 | 110 | FG16R16 | 2x 1x | 50 | mmq |
| | 6 | 10 | 182000 | L 2.13 6 | 65 | FG16R16 | 2x 1x | 35 | mmq |
| | | 63 | 1146600 | | | | | | |

La protezione delle linee di alimentazione dal sovraccarico verrà realizzata con fusibili sul lato CC e con interruttori automatici di massima corrente su tutte le linee AC idonee per tensioni di lavoro 800 Vac. Le condizioni a cui dovranno soddisfare i dispositivi scelti, sono le seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

(CEI 64-8, art. 433.2)

e

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

Dove

- I_b = corrente di impiego del cavo
- I_n = corrente nominale dell'interruttore
- I_z = portata del conduttore
- I_f = corrente di funzionamento del dispositivo

La protezione dal cortocircuito verrà assicurata installando interruttori aventi potere di interruzione, direttamente o per filiazione, sicuramente superiore alla massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione. Per la protezione dei cavi contro il cortocircuito ad inizio linea è stata invece verificata la seguente espressione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

Dove

- $I^2 t$ è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore
- K costante caratteristica dei cavi in funzione del tipo di isolante con conduttori in rame
- S sezione del cavo in mm^2

Il potere di interruzione scelto per gli interruttori sarà maggiore del massimo valore della corrente di cortocircuito presunto e comunque in nessun caso inferiore a 16 kA.

Si rimanda agli elaborati grafici per quanto riguarda gli schemi unifilari BT ed MT.

Si osserva infine che come affermato in premessa e come deducibile dalle precedenti tabelle l’impianto fotovoltaico ha Potenza nominale in DC di **36,491 MWp** e potenza in immissione massima in AC **34,1 MWp**, infatti per potenza installata in AC si intende la minore tra la potenza del generatore fotovoltaico e la potenza degli inverter.

| Campo 1 | P – DC [MWp] | P Inverter [MWp] |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|
| Sottocampo 1.1 | 1,2376 | 1,1 |
| Sottocampo 1.2 | 1,092 | 1,1 |
| Sottocampo 1.3 | 1,1648 | 1,1 |
| Sottocampo 1.4 | 1,1466 | 1,1 |
| Sottocampo 1.5 | 1,1648 | 1,1 |
| Sottocampo 1.6 | 1,1648 | 1,1 |
| Sottocampo 1.7 | 1,3104 | 1,1 |
| Sottocampo 1.8 | 1,3104 | 1,1 |
| Sottocampo 1.9 | 1,3468 | 1,1 |
| Sottocampo 1.10 | 1,3468 | 1,1 |
| Sottocampo 1.11 | 1,2922 | 1,1 |
| Sottocampo 1.12 | 1,1648 | 1,1 |
| Sottocampo 1.13 | 1,1466 | 1,1 |
| Sottocampo 1.14 | 1,2012 | 1,1 |
| Sottocampo 1.15 | 1,1466 | 1,1 |
| Sottocampo 1.16 | 1,1466 | 1,1 |
| Sottocampo 1.17 | 1,183 | 1,1 |
| Sottocampo 1.18 | 1,183 | 1,1 |
| TOTALE CAMPO 1 | 21,749 | 19,8 |

| Campo 2 | P – DC [MWp] | P Inverter [MWp] |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|
| Sottocampo 2.1 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.2 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.3 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.4 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.5 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.6 | 1,1648 | 1,1 |
| Sottocampo 2.7 | 1,1466 | 1,1 |
| Sottocampo 2.8 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.9 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.10 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.11 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.12 | 1,1284 | 1,1 |
| Sottocampo 2.13 | 1,1466 | 1,1 |
| TOTALE CAMPO 2 | 14,742 | 14,30 |

| | | |
|-----------------------|---------------|--------------|
| TOTALE CAMPO 1 | 21,749 | 19,8 |
| TOTALE CAMPO 2 | 14,742 | 14,30 |
| TOTALE | 36,491 | 34,1 |

Il Tecnico

Dott. Ing. Nicola Incampo

