



COMUNE DI GUSPINI
Provincia del Medio Campidano
Regione Sardegna

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_SCANU", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp

Oggetto:

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OPERE ELETTRICHE

Elaborato

08CS.Doc.01

GRUPPO DI LAVORO:

INIOS s.r.l (Capogruppo)

INIOS SOCIETA' DI INGEGNERIA
VIA GIALETO, 99 - 09170 ORISTANO (OR)
C.F. - P.IVA 01173430958
evolving energy

Dott. Agronomo Sandro Marchi

Dott. Archeologo Marco Cabras

Dott. Geologo Mario Nonne

Lithos S.r.l.

Ing. Antonio Piccinini

Geom. Emanuele Cauli

Ing. Marco Mario G. Piroddi

Ing. Raimondo Ignazio Cadeddu

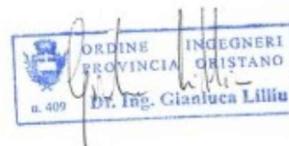
Ing. Francesco Miscali

REDATTO DA:

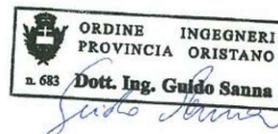
INIOS S.R.L.

Progettisti:

Ing. Gianluca Lilliu



Ing. Guido Sanna



Collaboratori:

Ing. Riccardo Demontis

08CS.Doc.01.PDF

file

Giugno 2023

Data

Aggiornamento

Scala

017-2023

Nr. Commessa

Proponente:

Grenergy Rinnovabili 4 srl
Via Borgonuovo, N° 9
20121 Milano (MI)
P.IVA: 11892530962



PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 1/40

Sommario

1. Premessa	2
2. Elenco della normativa di riferimento.....	3
3. Localizzazione Intervento.....	7
4. Connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete RTN	9
4.1. Elettrodotto di connessione a 36 kV con la nuova SE	9
4.2. Tipologia di posa dell'elettrodotto di connessione	11
4.3. Interferenze lungo il percorso del cavidotto a 36 kV	11
5. Descrizione dell'opera da realizzare	15
6. Descrizione Tecnica dell'impianto fotovoltaico	16
6.1. Generatore Fotovoltaico.....	16
6.2. Struttura di supporto (Tracker Monoassiale)	20
6.3. Sistema di conversione dell'energia (Inverter)	21
6.4. Coordinamento generatore fotovoltaico ed inverter.....	22
6.5. Cabine elettriche	23
6.5.1 Cabina Utente Consegna 36 kV (CUC 36 kV).....	23
6.5.2 Cabina di raccolta.....	24
6.5.3 Cabina di campo (SKID).....	25
6.5.4 Cabina BESS	27
7. Cavidotti AT	33
7.1 Cavo di collegamento tra cabina utente 36 kV e cabina di raccolta	35
7.2 Cavo di collegamento tra SKID 9 e SKID 7 in compresenza con la dorsale principale	37
7.3 Cavo di collegamento tra SKID 1-6,8.....	38
7.4 Cavo di collegamento tra cabina di raccolta e PCS 1-2.....	39
7.5 Caduta di tensione per cavidotti AT 36 kV	40
8. Impianto di terra.....	40

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 2/40

1. Premessa

L'impianto agrivoltaico in progetto, denominato "GR_Scanu", è stato pensato e sarà realizzato con lo scopo di creare una sinergia tra produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e produzione agricola con l'obiettivo comune di rispettare l'ambiente e creare così le condizioni per il raggiungimento di obiettivi produttivi e economici per entrambi i settori coinvolti: agricolo ed energetico.

Il soggetto proponente dell'iniziativa è la società Grenergy Rinnovabili 4 srl (anche denominata GRR4) con sede in Via Borgonuovo 9 – 20121 – Milano. La società è iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Milano, con numero REA MI-2630049, C.F. e P.IVA N. 11892530962.

La società GRR 4 fa parte del gruppo Grenergy Renovables SA, con sede legale a Madrid e quotata alla borsa di Madrid, che opera in tutto il mondo nel campo delle energie rinnovabili. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti fotovoltaici, eolici e di accumulo dell'energia.

L'impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, localizzato nel territorio del Comune di Guspini, sarà costituito dal generatore fotovoltaico, di potenza nominale pari a 25.141,76 kWp, installato a terra su strutture in acciaio zincato motorizzate (Tracker Monoassiali) che seguiranno il percorso del sole lungo l'asse Nord-Sud direzione Est-Ovest, mantenendo la perpendicolarità con lo stesso e ottimizzando così la produzione di energia. Inoltre, sarà previsto un sistema di accumulo per lo stoccaggio dell'energia fotovoltaica di capacità pari a 12 x 2.752 kWh. L'impianto ricoprirà una superficie complessiva pari a poco più di 500.000 mq e sarà allacciato alla rete Elettrica Nazione tramite una linea interrata di circa 8 km in Alta Tensione a 36 kV collegata in antenna sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/150/36 kV.

La parte agricola continuerà invece la produzione di foraggi essiccati (fieni).

Nella filosofia di creare una forte sinergia tra produzione agricola e fotovoltaica è stato individuato già un imprenditore agricolo del territorio, disponibile a coltivare il terreno anche con la presenza dei tracker fotovoltaici. Con queste premesse si pensa che l'impianto agrivoltaico in progetto possa davvero creare quelle condizioni che permetteranno di stabilire un forte e duraturo legame tra produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabili.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 3/40

2. Elenco della normativa di riferimento

A titolo indicativo e non esaustivo, per la redazione del presente progetto sono state prese in considerazione le seguenti leggi e normative di riferimento:

- Delibera ARG/elt 281/05;
- Delibera ARG/elt 179/08;
- Delibera ARG/elt 99/08 e ss.mm.ii.;
- Delibera 564/2018/R/eel;
- Delibera ARG/elt 128/22;
- Delibera AEEG 88/07;
- Delibera ARG/elt 33/08;
- DPR 380/2001;
- Legge 5 Novembre 1971 n° 1086;
- Dlgs 81/2008 e ss.mm.ii. "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza sui luoghi di lavoro";
- CEI EN 50110-1 Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI EN 61936_1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI 11-37. Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- 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 alle reti BT delle imprese distributrici;
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione degli impianti elettrici;

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 4/40

- CEI 106-11 Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo;
- CEI 99-3 Impianti di terra per impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- CEI 20-91 Cavi elettrici per impianti fotovoltaici;
- CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori;
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino;
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento;
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2 Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici - Parte 3 Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico;

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 5/40

- CEI EN 61215 (CEI 82-58) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove;
- 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 61829 Campo fotovoltaico (FV) - Misura in sito delle caratteristiche I-V;
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza;
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove;
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali;
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio;
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 6/40

- Delibera 29 marzo 2022 128/2022/R/efr Aggiornamento TICA: Modifiche al Testo Integrato Connessioni Attive (TICA) in attuazione di quanto disposto dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199 in materia di Modello Unico per la connessione alla rete elettrica degli impianti fotovoltaici
- Codice di rete TERNA – Allegato A.68 “CENTRALI FOTOVOLTAICHE - Condizioni generali di connessione alle reti AT Sistemi di protezione regolazione e controllo”

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 7/40

3. Localizzazione Intervento

L'area in cui ricade l'impianto agrivoltaico si trova in agro del Comune di Guspini nella provincia del Medio Campidano (VS) a circa 5 Km in direzione est rispetto all'abitato di Guspini e a 2 km in direzione ovest rispetto all'abitato di Pabillonis. L'area è raggiungibile attraverso la strada provinciale SP69 e quelle interpoderali.

In accordo con la STMG l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 220/150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 220 kV "Sulcis-Oristano".

A tale proposito, sarà realizzato un cavidotto interrato a 36 kV e della lunghezza di circa 8 km che collegherà la cabina di raccolta dell'impianto fotovoltaico con la cabina di consegna presso la stazione elettrica di futura realizzazione.

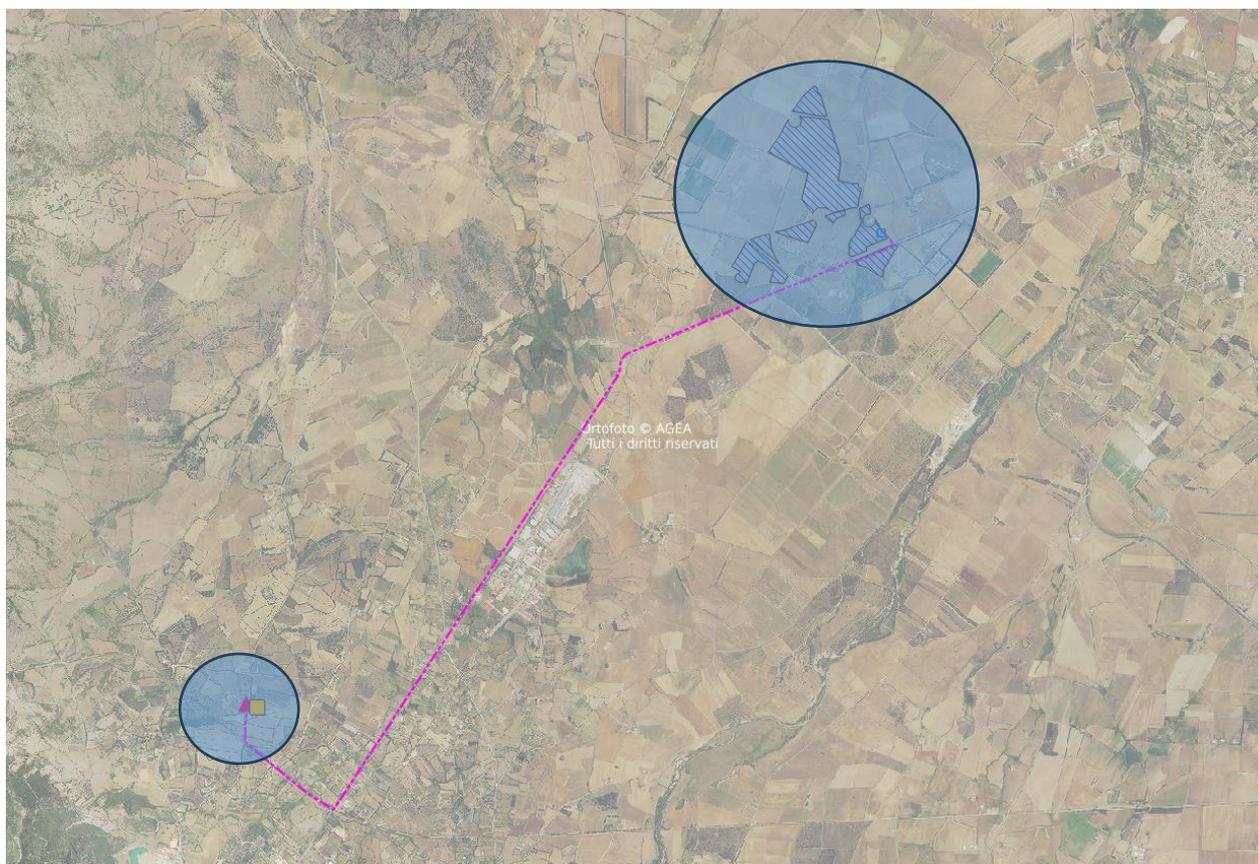


Fig. 1– Localizzazione intervento campo fotovoltaico (FV) e Stazione Elettrica (SE) in progetto

L'impianto fotovoltaico "GR_Scanu" sarà realizzato su terreni agricoli siti in agro del Comune di Guspini censiti al catasto terreni sulle particelle di seguito elencate:

SEZIONE DI IMPIANTO	FOGLIO	PARTICELLA
COMPARTO A	312	13
		71
COMPARTO B (B1-B6)	312	6
		8
		9
		10
		11
		44
		71
COMPARTO C	318	77
COMPARTO D	318	19

SEZIONE DI IMPIANTO	FOGLIO	PARTICELLA
COMPARTO E	318	34
		122
		124
COMPARTO F	318	33
		165
		184
		186
		187
		189

SEZIONE DI IMPIANTO	FOGLIO	PARTICELLA
COMPARTO G	318	58
		80
		82
		83
		84
		199
COMPARTO H	318	25
		56
		60
		173
		174
		175

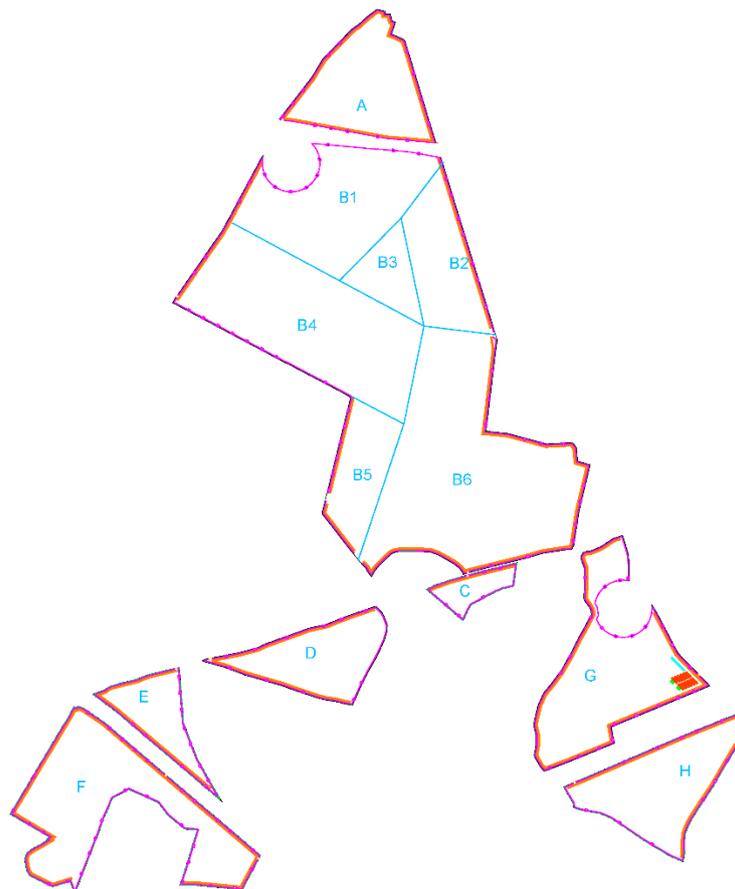


Fig. 2 – Suddivisione in comparti del campo fotovoltaico e individuazione area tecnica

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 9/40

4. Connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete RTN

L'intervento ha ottenuto il preventivo di connessione di cui al Codice pratica TERNA n. 202300405 relativo ad una potenza in immissione di 25 MW e di 8 MW in prelievo; anche quando il funzionamento dell'impianto avverrà con il sistema di accumulo esso verrà limitato alla massima potenza erogabile coincidente con il limite imposto dal Gestore della rete di trasmissione nazionale (RTN). In accordo con la citata STMG l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV sulla medesima sezione della futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione 220/150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 220 kV "Sulcis Oristano".

Secondo la suddetta specifica di connessione si individuano i seguenti elementi:

- stallo arrivo produttore a 36 kV nella stazione (impianto di rete per la connessione);
- elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale alla citata stazione RTN (impianto di utenza per la connessione).

In vicinanza della nuova SE, verrà installato un locale prefabbricato (Cabina Utente Consegna 36 kV) nel quale alloggiare i quadri di smistamento delle linee. All'interno della cabina sarà previsto anche un locale per l'alloggiamento del trasformatore ausiliari e relativo quadro BT.

4.1. Elettrodotto di connessione a 36 kV con la nuova SE

Come evidenziato all'inizio l'impianto sarà connesso alla RTN mediante un cavidotto interrato a 36 kV che partirà dalla cabina di raccolta, posizionata all'interno dell'area dell'impianto stesso, fino al locale prefabbricato contenente i quadri di smistamento e da questo verso la nuova stazione Elettrica di Trasformazione 220/150/36 kV (stallo arrivo produttore a 36 kV).

Il tracciato dell'elettrodotto con le relative interferenze sono state dettagliate all'interno della tavola con codice elaborato 08CS.09.01.

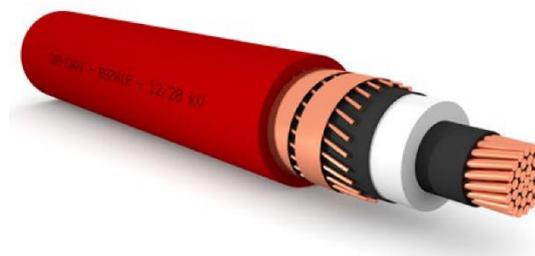
La tipologia di cavo scelta è del tipo RG7H1R - 36kV con sezione da 300 mm² per il collegamento tra SKID e cabina di raccolta, mentre sarà utilizzata una sezione da 630 mm² per la dorsale di collegamento tra cabina utente di consegna e cabina di raccolta e per il tratto che parte dalla cabina utente di consegna fino alla nuova SE. Entrambi i cavi saranno forniti nella versione unipolare. Di seguito viene riportato un esempio di scheda tecnica con i dati più significativi.

DESCRIZIONE:

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 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
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame



RG7H1R 26/45 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 52 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8260,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W

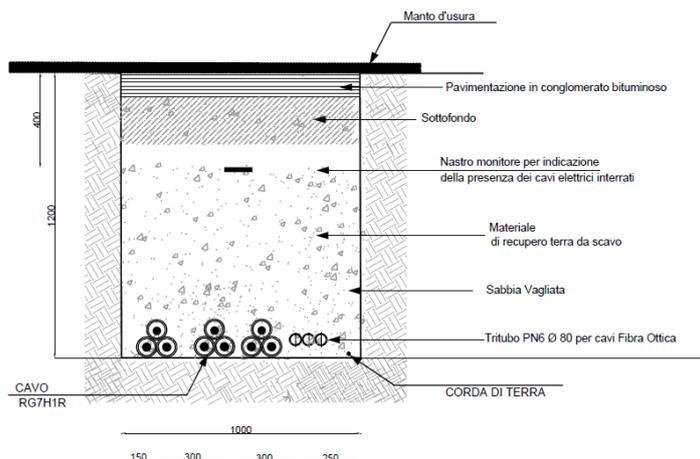
* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Fig. 3 – caratteristiche e dati significativi dei cavi scelti

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 11/40

4.2. Tipologia di posa dell'elettrodotto di connessione

La posa del cavo avverrà seguendo i criteri illustrati nella Norma CEI 11-17 del luglio 2006, nello specifico quelli previsti al paragrafo 4.3.1 secondo la posa tipo L (cavi interrati senza protezione meccanica supplementare). La profondità di posa sarà pari a 1,2 metri tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo. Di seguito, viene riportato un esempio, stralciato dall'elaborato con codice 08CS.04.01, di posa del cavidotto su strada pubblica



Posa fino a n° 3 cavi su strada asfaltata

Fig. 4 - Posa del cavidotto su strada asfaltata pubblica

4.3. Interferenze lungo il percorso del cavidotto a 36 kV

La posa del cavidotto a 36 kV verrà realizzata in parte lungo strade sterrate ma in gran parte lungo la strada provinciale SP69 esistente.

Per quanto riguarda le interferenze, queste sono dovute principalmente agli attraversamenti su corsi d'acqua presenti lungo il percorso.

Nello specifico, i primi attraversamenti sono quelli in corrispondenza della SP69 che verranno realizzati con la tecnologia del NO DIG in sub alveo, con una profondità rispetto all'alveo di 1 metro e con una distanza degli ingressi dell'attraversamento, dall'asse del corso d'acqua, pari a 10 metri.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 12/40



Fig. 5 - punto di attraversamento con tecnologia NO DIG in corrispondenza dei corsi d'acqua

Sempre lungo la strada provinciale SP69 all'altezza della Zona Industriale è presente un corso d'acqua studiato e classificato all'interno del PAI del Comune di Guspini come Hi4. A riguardo e ai sensi del comma 3 lett. g) dell'articolo 27 delle vigenti NTA del PAI tali interferenze saranno descritte in apposita relazione asseverata dai tecnici incaricati (ingegnere idraulico e geologo)

In questo caso specifico, inoltre, uno dei due corsi d'acqua risulta anche un bene paesaggistico secondo l'articolo 142 del Dlgs 42/04.

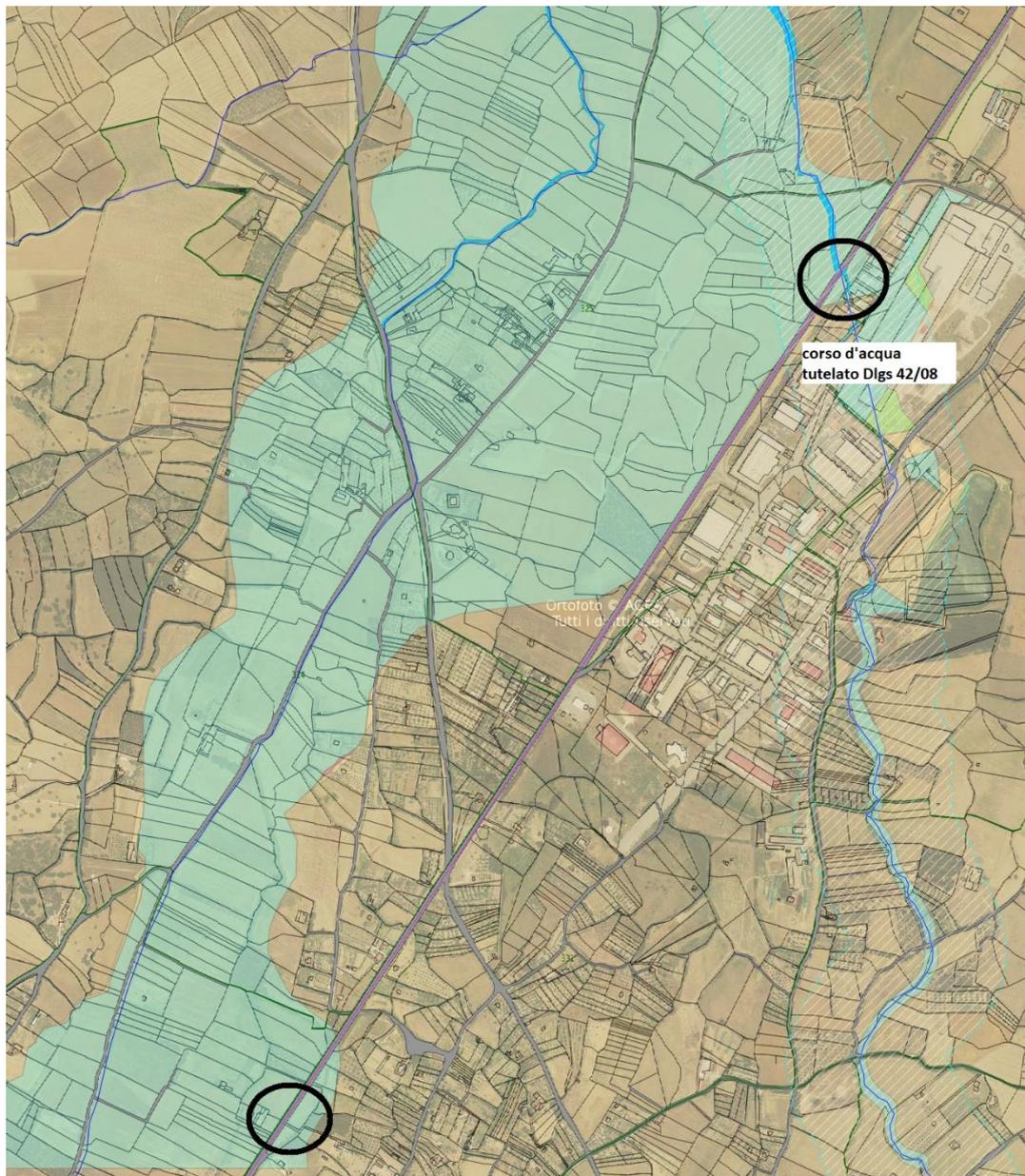


Fig. 6 - evidenza dei punti di attraversamento sulle due aree Hi4

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 14/40

In corrispondenza di due corsi d'acqua censiti sulla Carta IGM 1:25.000 e di cui se ne rappresenta uno stralcio nell'immagine seguente, verrà realizzato un passaggio in sub alveo alla profondità di 1 metro rispetto all'alveo del corso d'acqua.

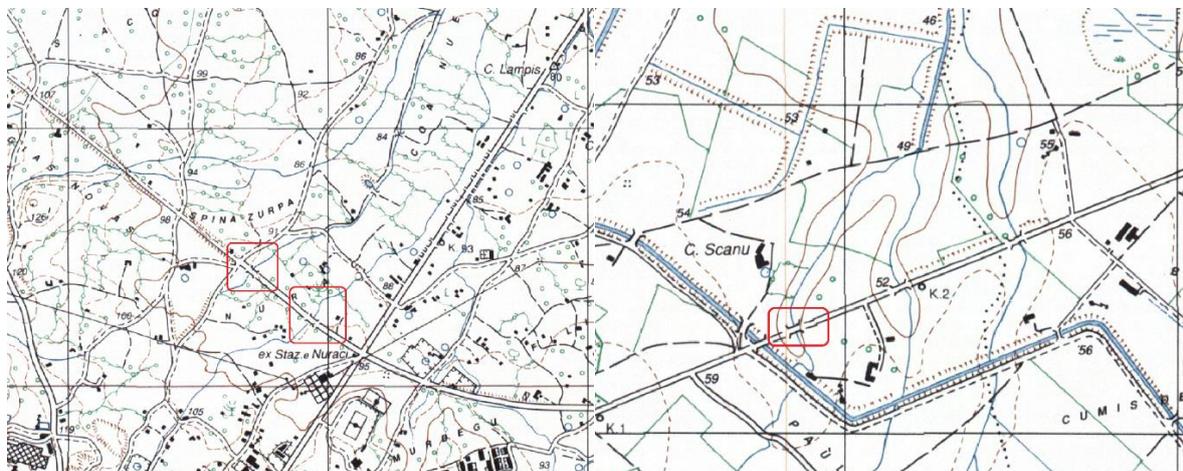


Fig. 7 - attraversamento dei corsi d'acqua presenti solo su carta IGM

Per un dettaglio maggiore si rimanda alla tavola specifica con codice elaborato 08CS.09.01.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 15/40

5. Descrizione dell'opera da realizzare

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Posa del cavidotto a 36 KV in partenza dalla cabina di raccolta lungo la strada provinciale SP69 e in parte lungo strada sterrata fino alla cabina di consegna c/o la nuova SE;
- Posa e cablaggio di cabina di consegna nei pressi della nuova SE;
- Cavidotto di collegamento tra la cabina di consegna e gli scomparti a 36 kV della nuova SE;
- Delimitazione dei diversi compartimenti previsti in progetto e relativa cantierizzazione;
- Realizzazione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici costituite da pali ad infissione su cui saranno installati gli inseguitori monoassiali;
- Realizzazione delle platee di fondazione delle cabine e delle platee su cui saranno posati gli skid con i relativi inverter;
- Realizzazione di scavi per la posa di: cavidotti in DC, AC a 36 kV e Bassa Tensione e per i servizi ausiliari, fibra ottica;
- Montaggio dei moduli sui tracker e relativo cablaggio degli stessi;
- Posa dei quadri di stringa in prossimità dei tracker;
- Posa di tutte le apparecchiature riguardanti l'infrastruttura di rete e relativo cablaggio;
- Posa e cablaggio cabina di raccolta e control room, SKID e BESS
- Realizzazione impianti ausiliari e impianti speciali;
- Realizzazione impianto di illuminazione;
- Realizzazione viabilità interna e recinzione perimetrale dei compartimenti.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 16/40

6. Descrizione Tecnica dell'impianto fotovoltaico

6.1. Generatore Fotovoltaico

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 41.216 moduli fotovoltaici di tipo bifacciale della potenza di 610 Wp per una potenza complessiva di 25.141,76 kWp. Il campo fotovoltaico è suddiviso in 16 sottocampi come meglio evidenziato nell'elaborato con codice 08CS.02.01. Ogni stringa sarà composta da 28 moduli fotovoltaici in serie installati su tracker monoassiali.

I moduli bifacciali sono in grado di generare energia da entrambi i lati della cella fotovoltaica ottenendo un incremento di produzione rispetto ai moduli fotovoltaici tradizionali grazie ad un **coefficiente di "bifaccialità"**. L'incremento di produzione dipende fortemente dal **Fattore di Albedo** della superficie su cui i moduli vengono installati.

L'Albedo è l'unità di misura che indica la capacità riflettente di un oggetto o di una superficie e si esprime con un valore che va da 0 a 1. Maggiore è l'albedo di una superficie, maggiore è la quantità di luce che è in grado di riflettere e quindi maggiore sarà la produzione complessiva del modulo fotovoltaico.

Per i calcoli elettrici e di produttività si è utilizzato un coefficiente di Albedo pari allo 0.2 considerando che la superficie in prossimità del modulo sia caratterizzata da erba secca, erba verde e presenza di piante.

Il modulo proposto è il CANADIAN SOLAR CS7N-610MB-AG da 610 Wp. È un modulo fotovoltaico monocristallino bifacciale con tecnologia PERC (Passivated Emitter and Rear Cell), cioè emettitore passivato e cella posteriore. L'architettura PERC consente essenzialmente di migliorare la cattura della luce vicino alla superficie posteriore e di ottimizzare la cattura degli elettroni.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 17/40

Nella tabella seguente vengono riassunti i dati caratteristici relativi alla configurazione dell'impianto fotovoltaico.

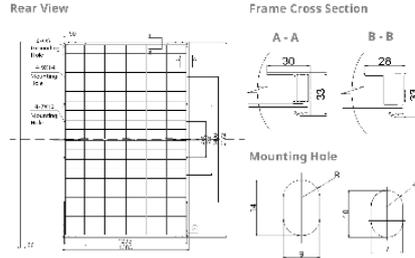
Configurazione Impianto	
Modello moduli FV	Canadian Solar CS7L-610MB-AG
Potenza moduli (Wp)	610
Inverter	3xFREESUN HEMK 600V - FS1910K
	2xFREESUN HEMK 600V - FS2865K
	4xFREESUN HEMK 600V - FS3820K
Potenza Inverter AC (kW)	3x1910+2x2865+4x3820
N. Inverter	9
Distanza E-W tra le file	11,50 m
Distanza N-S tra le file	0,50 m
N. tracker da 2x14 moduli	1 472
N. totale moduli	41 216
N. stringhe da 28 moduli	1 472
Potenza DC (kWp)	25 141,76
Potenza Nominale AC (kW)	25 075,72
Potenza Apparente AC (kVA)	25 075,72
Rapporto DC/AC	1,003

Fig. 8 - dati caratteristici sulla configurazione dell'impianto fotovoltaico

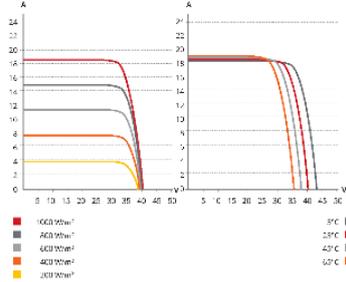
In particolare, il modulo scelto, compatibilmente con la tecnologia presente a oggi sul mercato, è il Canadian Solar CS7L-610MB-AG da 610 Wp bifacciale.

All'atto dell'installazione dell'impianto sarà cura della Grenergy utilizzare il modulo fotovoltaico più performante e che meglio si possa adattare alle caratteristiche tecniche degli inverter così da massimizzarne la produzione.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS7L-580MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7L-580MB-AG	580 W	34.1 V	17.02 A	40.5 V	18.27 A	20.5%
Bifacial Gain**	5% 609 W	34.1 V	17.87 A	40.5 V	19.18 A	21.5%
	10% 638 W	34.1 V	18.72 A	40.5 V	20.10 A	22.5%
	20% 696 W	34.1 V	20.42 A	40.5 V	21.52 A	24.6%
CS7L-585MB-AG	585 W	34.3 V	17.06 A	40.7 V	18.32 A	20.7%
Bifacial Gain**	5% 614 W	34.3 V	17.91 A	40.7 V	19.24 A	21.7%
	10% 644 W	34.3 V	18.78 A	40.7 V	20.15 A	22.8%
	20% 702 W	34.3 V	20.47 A	40.7 V	21.98 A	24.8%
CS7L-590MB-AG	590 W	34.5 V	17.11 A	40.9 V	18.37 A	20.8%
Bifacial Gain**	5% 620 W	34.5 V	17.98 A	40.9 V	19.29 A	21.9%
	10% 649 W	34.5 V	18.82 A	40.9 V	20.21 A	22.9%
	20% 708 W	34.5 V	20.53 A	40.9 V	22.04 A	25.0%
CS7L-595MB-AG	595 W	34.7 V	17.15 A	41.1 V	18.42 A	21.0%
Bifacial Gain**	5% 625 W	34.7 V	18.02 A	41.1 V	19.34 A	22.1%
	10% 655 W	34.7 V	18.88 A	41.1 V	20.26 A	23.1%
	20% 714 W	34.7 V	20.58 A	41.1 V	22.10 A	25.2%
CS7L-600MB-AG	600 W	34.9 V	17.20 A	41.3 V	18.47 A	21.2%
Bifacial Gain**	5% 630 W	34.9 V	18.06 A	41.3 V	19.39 A	22.3%
	10% 660 W	34.9 V	18.92 A	41.3 V	20.32 A	23.3%
	20% 720 W	34.9 V	20.64 A	41.3 V	22.16 A	25.4%
CS7L-605MB-AG	605 W	35.1 V	17.25 A	41.5 V	18.52 A	21.4%
Bifacial Gain**	5% 635 W	35.1 V	18.11 A	41.5 V	19.45 A	22.4%
	10% 666 W	35.1 V	18.98 A	41.5 V	20.37 A	23.5%
	20% 726 W	35.1 V	20.70 A	41.5 V	22.52 A	25.7%
CS7L-610MB-AG	610 W	35.3 V	17.29 A	41.7 V	18.57 A	21.6%
Bifacial Gain**	5% 641 W	35.3 V	18.15 A	41.7 V	19.50 A	22.6%
	10% 671 W	35.3 V	19.02 A	41.7 V	20.43 A	23.7%
	20% 732 W	35.3 V	20.75 A	41.7 V	22.28 A	25.9%

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*	70 %

*Power Bifaciality = (Pmax_{front} + Pmax_{back}) / Pmax_{front} and Pmax_{back} are tested Under STC. Bifaciality tolerance = ±5%

† The color coating and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the ongoing innovation at our product engineering center. CSISolar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please do kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CSISolar Co., Ltd.

199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

ELECTRICAL DATA | NDMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7L-580MB-AG	435 W	32.0 V	13.60 A	38.3 V	14.73 A
CS7L-585MB-AG	439 W	32.2 V	13.64 A	38.5 V	14.77 A
CS7L-590MB-AG	442 W	32.3 V	13.70 A	38.7 V	14.80 A
CS7L-595MB-AG	446 W	32.5 V	13.73 A	38.8 V	14.85 A
CS7L-600MB-AG	450 W	32.7 V	13.77 A	39.0 V	14.89 A
CS7L-605MB-AG	454 W	32.9 V	13.80 A	39.2 V	14.93 A
CS7L-610MB-AG	457 W	33.1 V	13.83 A	39.4 V	14.97 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NDMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature (T_{amb}) wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 '2 x (10 x 6)
Dimensions	2172 x 1303 x 33 mm (85.5 x 51.5 x 1.30 in)
Weight	34.5 kg (76.1 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 mm² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or (including Connector) customize length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	334 pieces or 528 pieces (only for US & Canada)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION



Fig. 9 - dati caratteristici dei moduli fotovoltaici

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 16 sottocampi che afferiranno a 9 SKID secondo la configurazione riportata nell'elaborato con codice 08CS.02.01 e a cui si rimanda.

Ogni sottocampo sarà costituito da più quadri di parallelo (Combiner BOX) che consentono di effettuare il parallelo di più gruppi di tracker e quindi di stringhe. Al loro interno sono presenti anche le protezioni delle singole stringhe. I quadri dovranno avere una tensione di isolamento non inferiore ai 1500VDC e una corrente in uscita non inferiore ai 400ADC. Dovranno essere inoltre idonei alla posa esterna. Le combiner box saranno scelte in numero e caratteristiche per ogni comparto in funzione del numero di stringhe che saranno collegate in parallelo.



DC-Combiner Box
DC combiner.



Fig. 10 – Stringbox tipo

General technical Data

DC input data	CD-Combiner Box
Max. no-load voltage	1 500 V
Max. input current (I _{NC})	10 - 19 A ¹⁾
Switch disconnector breaking & making capacity	250 / 400 A
Number of DC-string connections	12 / 14 / 16 / 20
String monitoring (optional) ²⁾	
Measurement range-voltage	450 - 1500 V
Voltage measurement tolerance	0,5 %
Interfaces	RS485 (Modbus RTU) 4 x digital input
Control units	status display and 4 buttons of local operation
Number measuring channels	up to 20
Self-consumption	< 3 W
General data	
DC connection (input)	direct connection
DC connection (output)	cable lug, max. 240 mm ² (0,372 in ²) Cu or Al
Ambient temperature	-20 °C - + 40 °C
Humidity	0 - 95 %
Max. installation elevation (above MSL)	2 000 m
Protection class	IP65
H x W x D	615 x 847 x 330 mm - 835 x 1050 x 360 mm ³⁾

¹⁾The maximum string current varies depending on the DC combiner variant.
²⁾The properties of the measuring technology vary depending on the installed manufacturer and can be requested.
³⁾Depending on the version, the size and appearance of the housing may vary.

Versionen	Box 12-20	Box 12-20 Mon
Number of DC inputs	12-20	12-20
DC switch	✓	✓
Fuse holder PV+	✓	✓
Fuse holder PV-	✓	✓
Fuses	-	-
DC surge protection	Typ 1 + 2	Typ 1 + 2
String monitoring	-	✓
Weight ⁴⁾	42 kg	43 kg

⁴⁾Depending on the version, the weight of the DC-Combiner may vary
standard = ✓

EN 508731-01

Images, Errors and omissions excepted.
www.kaco.com

Fig. 11 – Scheda tecnica Stringbox tipo

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 20/40

6.2. Struttura di supporto (Tracker Monoassiale)

I moduli fotovoltaici saranno installati su inseguitori monoassiali a singola vela autoalimentati disposti secondo l'asse Nord-Sud in grado di ruotare secondo la direttrice Est-Ovest con escursione angolare fino a valori compresi tra -55° e $+55^\circ$ rispetto all'asse orizzontale.

Gli inseguitori saranno costituiti da strutture in acciaio zincato a caldo infisse nel terreno senza fondazioni. La tipologia di tracker sarà PHV ML2V ciascuno contenente una stringa di 28 moduli posizionati in verticale. Sono dotati di un motore alimentato a 24V in corrente continua che consente la rotazione dell'intera stringa di moduli. Ciascun tracker è dotato di un dispositivo chiamato DBox che effettua il controllo e il monitoraggio dell'inclinazione del tracker al fine di massimizzare la potenza di generazione mediante l'utilizzo di un algoritmo di Backtracking che consente di minimizzare l'ombreggiamento reciproco dovuto alle file adiacenti. Ciascuna DBox è in grado di trasferire tutte le informazioni, relative allo stato del tracker, ai ripetitori wireless (chiamati LoRa Gateway) dislocati nei diversi comparti. Saranno previsti almeno quattro ripetitori wireless disposti in prossimità degli SKID. Il numero e la posizione di questi ripetitori saranno accuratamente studiati in fase esecutiva per ottenere la soluzione più idonea alla conformazione del campo fotovoltaico.

Ogni comparto sarà dotato di una stazione meteorologica in grado di monitorare la temperatura ambiente, l'umidità, la velocità del vento, la direzione del vento e la pressione atmosferica. In caso di forte vento la stazione meteorologica comunicherà con l'unità centrale di rete (Tbox) che si occuperà di orientare i tracker in posizione di riposo.

Per consentire il corretto funzionamento dei tracker PHV è necessaria la realizzazione di un'infrastruttura di rete in fibra ottica che consenta di mettere in comunicazione tutti i dispositivi dislocati nei diversi sottocampi.

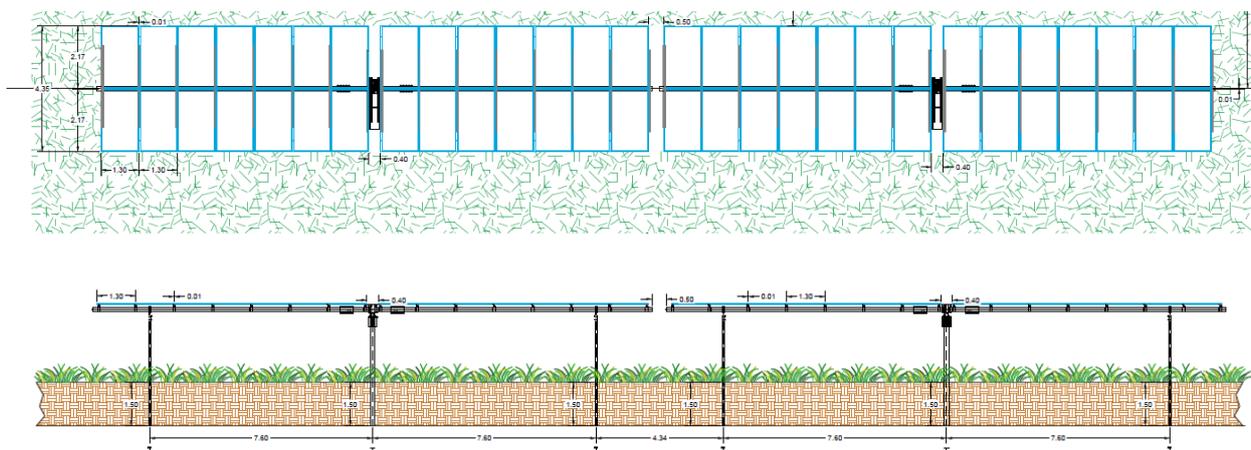


Fig. 12 – Vista in pianta e in sezione dei tracker con i moduli fotovoltaici

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 21/40

6.3. Sistema di conversione dell'energia (Inverter)

L'inverter è il dispositivo necessario alla conversione della corrente continua in corrente alternata.

Il tipo di inverter scelto è stato individuato come un buon compromesso tecnico economico disponibile.

La scelta è ricaduta sulla tipologia del POWER ELECTRONICS FREESUN HEMK 600V – FS1910K in numero pari a 3, FS2865K in numero pari a 2 e FS3820K in numero pari a 4, rispettivamente con potenze in alternata pari a: 1910 kVA, 2865 KVA e 3820 KVA.

L'inverter è accoppiato ad una stazione di conversione AT/BT chiamata SKID che consente di innalzare il livello di tensione da 0,6 kV (tensione di uscita dell'inverter) fino alla tensione di 36 kV, pari alla tensione di rete.

La stazione di conversione contiene al suo interno il trasformatore AT/BT in olio di tipo ONAN (Olio Naturale Aria Naturale), il quadro 36 kV tipo "entra-esce" con le protezioni del trasformatore di potenza AT/BT, il quadro BT ed il trasformatore BT/BT per gli ausiliari (Videosorveglianza, illuminazione esterna, stazioni di monitoraggio e controllo). I quadri elettrici di bassa tensione per la protezione dell'inverter sono inclusi all'interno dello SKID.

Tutti gli inverter sono dotati di una porta per la fibra ottica che consente di comunicare, al server centrale, i monitoraggi dei valori di tensione, corrente, temperatura e condizioni meteo. L'inverter sarà quindi collegato ad un sistema SCADA che sarà poi connesso alla rete internet al fine di gestire e visualizzare da remoto tutte le informazioni raccolte sul campo.

Gli inverter, insieme alle stazioni di trasformazione AT/BT, saranno posizionati in modo da non essere di intralcio per il passaggio dei mezzi agricoli che dovranno effettuare gli sfalci e allo stesso tempo cercare di mantenerli baricentrici rispetto al generatore. Le stazioni di conversione saranno opportunamente fissate ad un basamento in calcestruzzo realizzato preventivamente alla posa degli stessi.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 22/40

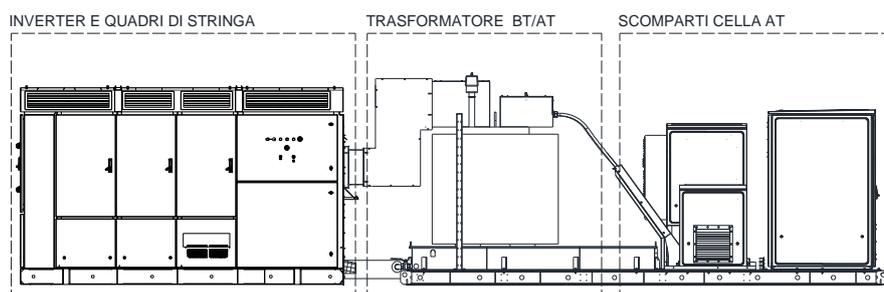


Fig. 13 – Vista frontale dell’Inverter insieme allo SKID

6.4. Coordinamento generatore fotovoltaico ed inverter

Le tensioni in ingresso all’inverter e quelle del generatore fotovoltaico saranno coordinate tra loro secondo i seguenti criteri seguenti:

- 1) La massima tensione a vuoto del generatore fotovoltaico (indicata come V_{oc}) è calcolata alla minima temperatura ipotizzabile e non deve mai superare la massima tensione di ingresso tollerata dall’inverter. La temperatura minima da progetto è pari $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 2) La minima tensione V_{mp} del generatore, valutata alla massima temperatura di esercizio dei moduli con un irraggiamento di 1000 W/m^2 , non deve essere inferiore alla minima tensione di funzionamento dell’MPPT dell’inverter ($V_{MPPTMin}$). La massima temperatura di esercizio dei moduli da progetto è pari a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 3) La corrente I_{sc} (corrente di corto circuito) proveniente dalle stringhe dovrà essere inferiore a quella massima accettata dagli inverter.

Si evidenzia che in questa fase tutti i materiali, le apparecchiature, i manufatti ed i componenti utilizzati per la progettazione, sono indicativi e potranno essere soggetti a variazioni dovute all’evoluzione tecnologica degli stessi ed alle disponibilità di mercato, pur mantenendo le loro caratteristiche funzionali indicate nel progetto. Ne consegue che, prima della realizzazione dell’impianto, qualora ce ne fosse la necessità, tutti gli accoppiamenti tra inverter e campo fotovoltaico saranno riverificati e ottimizzati anche in funzione delle ultime evoluzioni tecnologiche presenti in quel momento.

6.5. Cabine elettriche

6.5.1 Cabina Utente Consegna 36 kV (CUC 36 kV)

La cabina di consegna, installata nei pressi della Stazione Elettrica (SE) e di nuova realizzazione, conterrà le apparecchiature necessarie allo smistamento e al monitoraggio della linea a 36 kV in arrivo dall'impianto fotovoltaico e in partenza per i quadri a 36 kV della nuova SE.

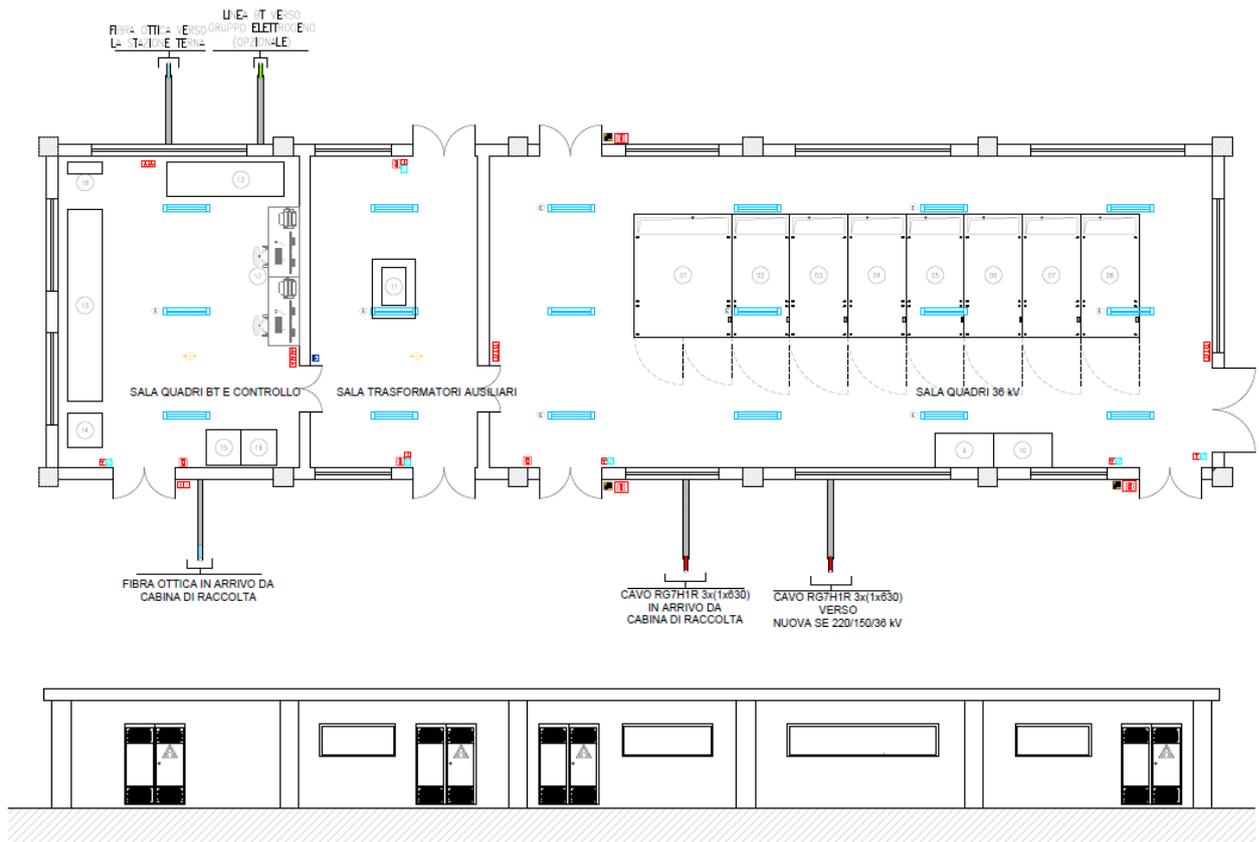


Fig. 14 – Vista in pianta e vista frontale della Cabina Utente Consegna 36 kV

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 24/40

6.5.2 Cabina di raccolta

Questa cabina contiene gli scomparti a 36 kV per:

- le linee di arrivo di tutti gli skid;
- le linee di arrivo dei due PCS;
- la linea di trasmissione fino alla Stazione Elettrica Terna;
- la linea di alimentazione del trasformatore ausiliari.

La cabina di raccolta sarà adibita inoltre a svolgere le funzioni di control room che conterrà almeno:

- 1 Monitor per ogni comparto dedicato alla videosorveglianza degli stessi;
- almeno nr. 2 Net Video Recorder (NVR) per la gestione delle videocamere e streaming;
- Un server SCADA per il controllo e monitoraggio dei tracker e la raccolta dei dati provenienti dell'inverter;
- Una postazione locale per il monitoraggio e il controllo dei tracker e/o degli inverter;
- Centralina per il sistema di rilevamento antintrusione.

La cabina sarà climatizzata al fine di garantire il raffrescamento necessario per il corretto funzionamento di tutte le apparecchiature informatiche. Tutte le apparecchiature presenti nella cabina di centrale saranno alimentate sotto UPS dedicato.

Sarà inoltre prevista una dorsale in fibra ottica per il collegamento tra la cabina di raccolta e la cabina utente di consegna.

Le dimensioni esterne totali del locale sono indicativamente: 32,00 x 6,50 x 4,50 [m], nella figura sottostante è rappresentato un estratto di quanto contenuto nell'elaborato con codice 08CS.05.02.

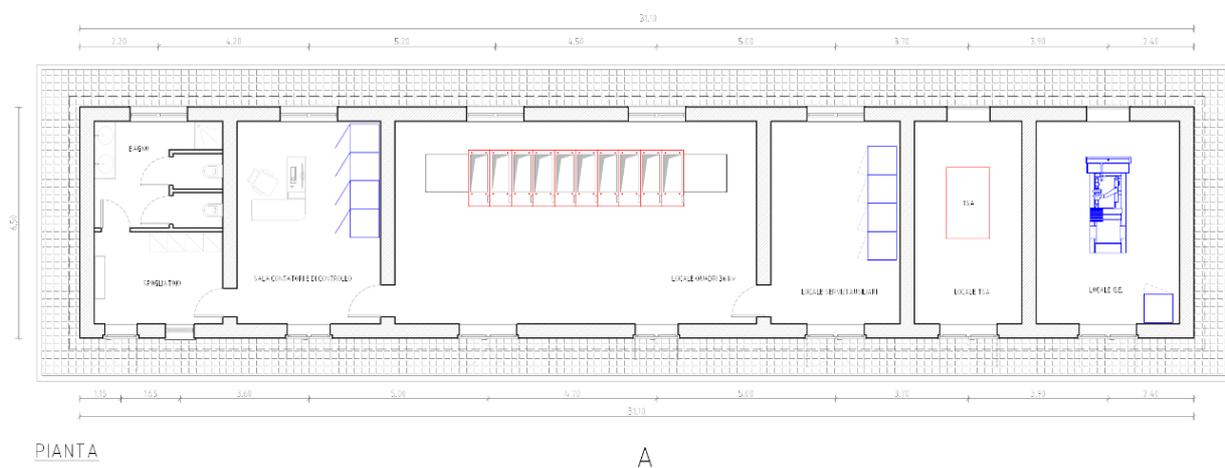


Fig. 15 – Vista in pianta della Cabina di raccolta

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 25/40

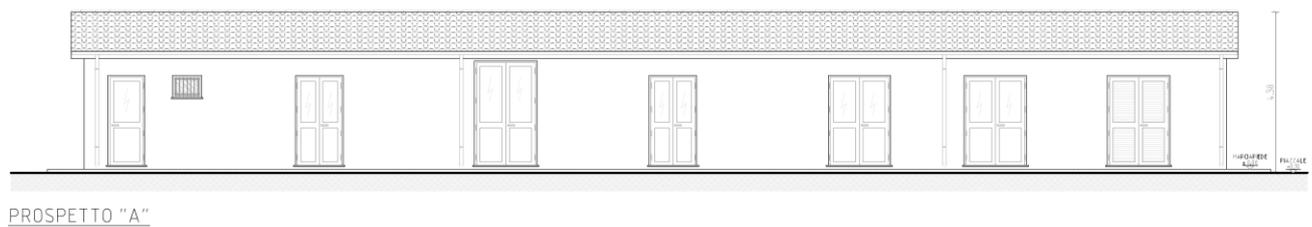


Fig. 16 – Prospetto frontale della Cabina di raccolta

La posizione della cabina di raccolta è stata scelta in modo da essere la più vicina possibile dalla strada principale SP69. Questa si trova all'interno di un'area tecnica dedicata così da non essere da intralcio alle normali operazioni sulla parte di fondo agricolo.

6.5.3 Cabina di campo (SKID)

Le cabine di campo saranno posizionate sui diversi comparti all'interno dell'area del campo fotovoltaico in numero pari a 9. Ciascuna di queste cabine è costituita dai diversi componenti. Queste avranno dimensioni esterne indicative: 10,25 x 2 x 2,2 [m], al loro interno sono contenuti il quadro 36 kV di tipo "entra-esce" con le protezioni del trasformatore di potenza AT/BT, il quadro BT, il trasformatore BT/BT per gli ausiliari, un UPS per i servizi di cabina sotto continuità, l'impianto di illuminazione, le prese di servizio e manutenzione, i ventilatori, il sistema di protezione e monitoraggio e telecontrollo, il sistema di sgancio in emergenza.

L'uscita in corrente alternata trifase di ogni inverter, arriva protetto da canale metallico e carter nella sezione BT affiancata alla cabina di campo (Skid), e dopo trasformazione BT/AT esce sulla rete interna al campo, a 36 kV.

Ogni cabina di campo contiene al suo interno il quadro di gestione in corrente continua costituito da un numero di dispositivi di protezione e sezionamento, ai quali arrivano le linee provenienti dai quadri di stringa in DC.

In uscita dall'inverter, un quadro con interruttore generale trasferisce su apposita sbarra BT, il flusso di energia raccolta dalla zona fino al trasformatore elevatore BT/AT, che la porta dal livello 600 V a quello a 36'000 V, tensione adatta al trasferimento dell'energia sia all'interno del campo fotovoltaico sia per il trasferimento (tramite cabina di raccolta e trasmissione) fino alla sezione 36 kV di connessione, della Nuova Stazione Elettrica di proprietà Terna S.p.A.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 26/40

Nella figura sottostante è rappresentata la tipologia di SKID prevista.

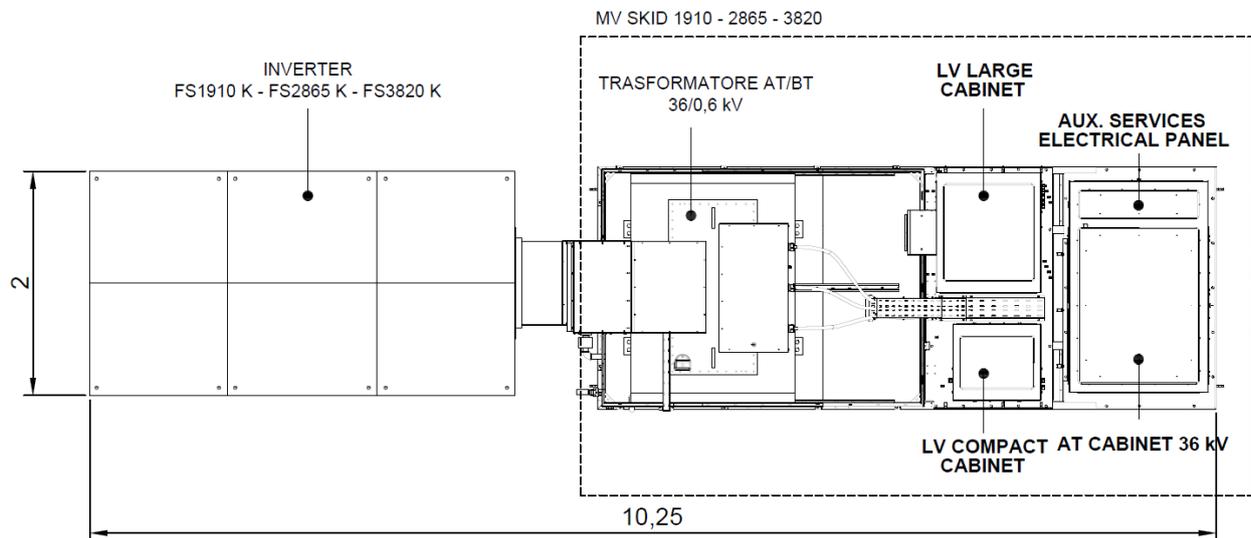


Fig. 17 – Vista dall'alto dell'inverter e dello SKID

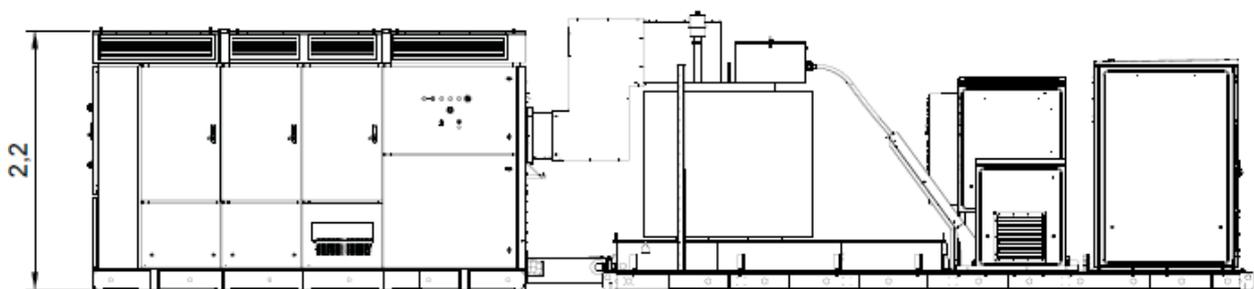


Fig. 18 – Vista frontale dell'inverter e dello SKID

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 27/40

6.5.4 Cabina BESS

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di accumulo (Battery Energy Storage Systems) costituito da 12 container di tipo SUNGROW ST2752UX, ciascuno della capacità di 2.752 kWh per un totale di 33.024 kWh. I container saranno posizionati nell'area tecnica e saranno collegati ad un inverter di tipo SUNGROW SC5000UD da 5.500 kVA a cui si attesteranno 8 container tipo SUNGROW ST2752UX e ad un inverter SC3450 UD da 3450 KVA a cui si attesteranno 4 container tipo SUNGROW ST2752UX. In uscita dagli inverter saranno infine presenti i trasformatori AT/BT per l'innalzamento della tensione fino a 36 kV. La capacità del sistema di accumulo sarà pari a 4 ore.



Fig. 19 – Sistema di accumulo tipo SUNGROW ST2752UX

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 28/40

Type designation	ST2752UX
Battery Data	
Cell type	LFP
Battery capacity (BOL)	2752 kWh
System output voltage range	1300 – 1500 V
General Data	
Dimensions of battery unit (W * H * D)	9340*2520*1730 mm
Weight of battery unit	26,000 kg
Degree of protection	IP 55
Operating temperature range	-30 to 50 °C (> 45 °C derating)
Relative humidity	0 ~ 95 % (non-condensing)
Max. working altitude	3000 m
Cooling concept of battery chamber	Liquid cooling
Fire safety standard/Optional	Deluge sprinkler heads (standard), Fused sprinkler heads (optional), NFPA69 explosion prevention and ventilation IDLH gases (optional)
Communication interfaces	RS485, Ethernet
Communication protocols	Modbus RTU, Modbus TCP
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4, IEC62619
2 HOURS APPLICATION-ST2752UX*4-5000UD-MV	
BOL kWh (DC/AC LV Side)	11,008 kWh DC / 10,379 kWh AC
ST2752UX Quantity	4
PCS Model	SC5000UD-MV
4 HOURS APPLICATION-ST2752UX*8-5000UD-MV	
BOL kWh (DC/AC LV Side)	22,016 kWh / 21,448 kWh
ST2752UX Quantity	8
PCS Model	SC5000UD-MV
Grid Connection Data	
Max.THD of current	< 3 % (at nominal power)
DC component	< 0.5 % (at nominal power)
Power factor	> 0.99 (at nominal power)
Adjustable power factor	1.0 leading – 1.0 lagging
Nominal grid frequency	50 / 60 Hz
Grid frequency range	45 – 55 Hz / 55 – 65 Hz
Transformer	
Transformer rated power	5,000 kVA
LV/MV voltage	0.95 kV / 33 kV
Transformer cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request

Fig. 20 – Scheda sistema di accumulo tipo SUNGROW ST2752UX (saranno utilizzati scomparti idonei alla tensione di 36 kV)

SC5000UD-MV

Power Conversion System



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. efficiency 99%
- Wide DC voltage operation window, full power operation at 1500V



SMART O&M

- Modular design, easy for maintenance
- High protection degree, easy for outdoor installation
- Optional C5 anti-corrosion degree, adjust to applications close to the sea



FLEXIBLE APPLICATION

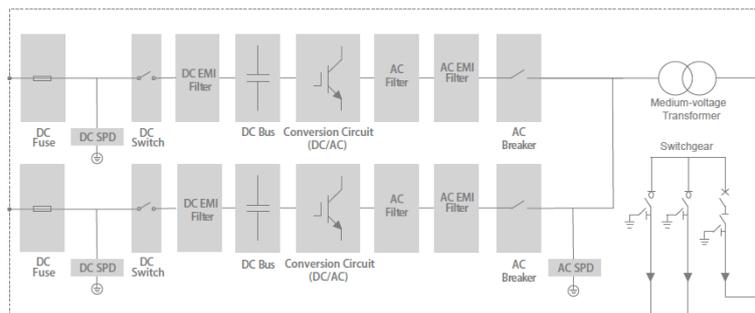
- Bidirectional power conversion system with full four-quadrant operation
- Compatible with high voltage battery system, low system cost
- Battery charge & dis-charge management and black start function integrated



GRID SUPPORT

- Compliant with CE, IEC 62477, IEC 61000 and grid regulations
- Fast active/reactive power response
- L/HVRT, L/HFRT, soft start/stop, specified power factor control and reactive power support

CIRCUIT DIAGRAM



EUROPE © 2021 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 11

Fig. 21 – PCS tipo SUNGROW SC5000UD

System Type	SC5000UD-MV
DC side	
Max. DC voltage	1500 V
Min. DC voltage	1300 V
DC voltage range	1300 – 1500 V
Max. DC current	2 * 2154 A @ 30 °C
No. of DC inputs	2
AC side (Grid)	
AC output power	5000 kVA @ 40 °C/ 5500 kVA @ 30 °C
Max. AC output current	3208 A @ 40°C / 3528 A @ 30 °C
Nominal AC voltage	900 V
AC voltage range	792 – 990 V
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 / 1 leading – 1 lagging
Adjustable reactive power range	-100 % – 100 %
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
AC side (Off-Grid)	
Inverter port nominal AC voltage	900 V
Inverter port AC voltage range	792 – 990 V
AC voltage Distortion	< 3 % (Linear load)
DC voltage component	< 0.5 % Un (Linear balance load)
Unbalance load Capacity	100 %
Nominal Voltage frequency / Voltage frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Efficiency	
Inverter max. efficiency	99 %
Transformer	
Transformer rated power	5000 kVA
Transformer max. power	5500 kVA
LV / MV voltage	0.9 kV / 35 kV
Transformer vector	Dy11
Transformer cooling type	ONAN
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 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
General Data	
Dimensions (W*H*D)	6058*2896*2438 mm
Weight	18000 kg
Degree of protection	IP65
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 40 °C derating)
Allowable relative humidity range	0 – 100 %
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling
Max. operating altitude	1000 m (Standard) / > 1000 m (Optional)
Display	LED, WEB HMI
Communication	RS485, CAN, Ethernet
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4
Grid support	L/HVRT, FRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt

Fig. 22 – Skid tipo SUNGROW SC5000UD (saranno utilizzati scomparti idonei alla tensione di 36 kV)

SC2750UD-MV/SC3150UD-MV/ SC3450UD-MV

Power Conversion System



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. efficiency 99%
- Effective forced air cooling, no derating up to 45°C
- Wide DC voltage operation window, full power operation at 1500V



SMART O&M

- Modular design, easy for maintenance
- IP65 protection degree, easy for outdoor installation
- Optional C5 anti-corrosion degree, adjust to applications close to the sea



FLEXIBLE APPLICATION

- Bidirectional power conversion system with full four-quadrant operation
- Compatible with high voltage battery system, low system cost
- Battery charge & dis-charge management and black start function integrated



GRID SUPPORT

- Compliant with CE, IEC 62477, IEC 61000 and grid regulations
- Fast active/reactive power response
- L/HVRT, L/HFRT, soft start/stop, specified power factor control and reactive power support

CIRCUIT DIAGRAM

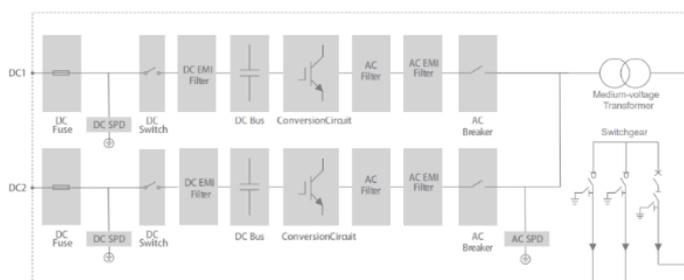


Fig. 23 – PCS tipo SUNGROW SC3450UD

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 32/40

System Type	SC2750UD-MV	SC3150UD-MV	SC3450UD-MV
DC side			
Max. DC voltage		1500 V	
Min. DC voltage	800 V	915 V	1000 V
DC voltage range	800 – 1500 V	915 – 1500 V	1000 – 1500 V
Max. DC current		1935 A * 2	
No. of DC inputs		2	
AC side (Grid)			
AC output power	2750 kVA @ 45 °C 3025 kVA @ 30 °C	3150 kVA @ 45 °C 3465 kVA @ 30 °C	3450 kVA @ 45 °C 3795 kVA @ 30 °C
Max. AC output current		3174 A	
Nominal AC voltage	550 V	630 V	690 V
AC voltage range	484 – 605 V	554 – 693 V	607 – 759 V
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 / 1 leading – 1 lagging	
Adjustable reactive power range		-100 % – 100 %	
Feed-in phases / AC connection		3 / 3-PE	
AC side (Off-Grid)			
Inverter port nominal AC voltage	550 V	630 V	690 V
Inverter port AC voltage range	484 – 605 V	554 – 693 V	607 – 759 V
AC voltage distortion		< 3 % (Linear load)	
DC voltage component		< 0.5 % Un (Linear balance load)	
Unbalance load capacity		100%	
Nominal Voltage frequency / Voltage frequency range		50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Efficiency			
Inverter Max. efficiency		99.0 %	
Transformer			
Transformer rated power	2750 kVA	3150 kVA	3450 kVA
Transformer max. power	3025 kVA	3465 kVA	3795 kVA
LV / MV voltage	0.55 kV / (20 – 35) kV	0.63 kV / (20 – 35) kV	0.69 kV / (20 – 35) kV
Transformer vector		Dy11	
Transformer cooling type		ONAN	
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 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	
General Data			
Dimensions (W*H*D)		6058*2896*2438 mm	
Weight		16000 kg	
Degree of protection		IP54 (Inverter: IP65)	
Operating ambient temperature range		-35 to 60 °C (> 45 °C derating)	
Allowable relative humidity range		0 – 100 %	
Cooling method		Temperature controlled forced air cooling	
Max. operating altitude		1000 m (Standard) / > 1000 m (Optional)	
Display		LED, WEB HMI	
Communication		RS485, CAN, Ethernet	
Compliance		CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4	
Grid support		L/HVRT, L/HFRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt	

Fig. 24 – Scheda Skid tipo SUNGROW SC3450UD (saranno utilizzati scomparti idonei alla tensione di 36 kV)

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 33/40

7. Cavidotti AT

Tutte le cabine di sottocampo saranno collegate alla cabina di raccolta mediante cavo interrato in configurazione ad anello aperto. Saranno previsti due anelli:

- Anello 1: SKID 1-2-4-3-5-6-8;
- Anello 2: SKID 7-9.

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti previsti sono tali da assicurare una durata di vita adeguata alla stima della vita utile dell'impianto, dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

La sezione dei cavi sarà scelta per rispettare l'energia specifica passante:

$$K^2 S^2 \geq (I^2 t)$$

Dove:

- S è la sezione del conduttore in mm²;
- I è la corrente di corto circuito (pari a 20 kA così come richiesto da Allegato A68 del codice di rete Terna);
- t è la durata della corrente di cortocircuito, pari a 1 s (così come richiesto da Allegato A68 del codice di rete Terna);
- K costante termica del cavo scelto, (K = 143) (ricavato da tabella fig.25, dove $\Theta_0=90^\circ\text{C}$ e $\Theta_{CC}=250^\circ\text{C}$ ricavate da scheda tecnica del cavo.).

Tab. 4.2.2 – Valori del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito per conduttori di rame e di alluminio

	Temperatura iniziale θ_0 (°C)	Temperatura finale θ_{cc} (°C)					
		1	2	3	4	5	6
		140	160	180	200	220	250
Conduttori di rame	130	37	64	81	95	106	120
	120	53	74	89	102	113	126
	110	65	83	97	109	119	132
	100	76	92	105	116	125	137
	90	86	100	112	122	131	143
	85	90	104	115	125	134	146
	80	94	108	119	129	137	149
	75	99	111	122	132	140	151
	70	103	115	125	135	143	154
	65	107	119	129	138	146	157
	60	111	122	132	141	149	160
	50	118	129	139	147	155	165
	40	126	136	145	153	161	170
30	133	143	152	159	166	176	
20	141	150	158	165	172	181	
Conduttori di alluminio	130	24	41	52	61	68	78
	120	34	48	58	66	73	81
	110	42	54	63	70	77	85
	100	49	59	67	75	81	89
	90	55	64	72	79	85	92
	85	58	67	74	81	86	94
	80	61	69	77	83	88	96
	75	64	72	79	85	90	98
	70	66	74	81	87	92	99
	65	69	76	83	89	94	101
	60	72	79	85	91	96	103
	50	77	83	90	95	100	105
	40	81	88	94	99	104	110
30	86	92	98	103	107	114	
20	91	97	102	107	111	117	

Fig. 25 – Valori coefficiente K (rif. Norma CEI 11-27 Tab. 4.2.2)

Così come indicato nella Norma CEI 11-17, la temperatura iniziale del conduttore si assume uguale a quella massima ammissibile in regime permanente (massima temperatura di servizio) e la temperatura finale di cortocircuito si assume uguale a quella massima di cortocircuito.

Nel nostro caso verranno impiegati cavi in Rame RG7H1R 26/45 kV con isolante in gomma HEPR di qualità G7 aventi massima temperatura di servizio pari a 90 °C e massima temperatura di cortocircuito pari a 250 °C. Pertanto, con tali valori di temperatura si ricava il valore della costante termica K che è pari a 143.

Risolvendo la relazione precedente per S:

$$S \geq \frac{I}{K} \sqrt{t} \rightarrow \frac{20000}{143} \sqrt{1} = 139,86 \text{ mm}^2$$

Considerato che nell'impianto si utilizzano cavi RG7H1R 26/45 kV 3x(1x300) per le dorsali di collegamento tra skid e cavi RG7H1R 26/45 kV 3x(1x630) per la dorsale principale, la relazione è soddisfatta.

I cavidotti in AT avranno differenti condizioni di posa. Nello studio della portata in funzione delle condizioni di posa si utilizzerà la norma CEI 11-27. La formula utilizzata per il calcolo della portata dei cavi interrati è la seguente:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

Dove:

- I_0 = portata del singolo cavo, interrato a 20° C;
- K1 = fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C;
- K2 = fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano;
- K3 = fattore di correzione per profondità di posa diverse da 0,5m;
- K4 = fattore di correzione per resistività termica del terreno diversa da 1,5 K m/W;

7.1 Cavo di collegamento tra cabina utente 36 kV e cabina di raccolta

Considerato che la potenza totale dell'impianto in corrente alternata è pari 25.075,72 kW, la corrente di impiego totale calcolata con un $\cos\phi$ pari a 0,9 corrisponde a 447 A. Questo valore di corrente sarà quello utilizzato per il dimensionamento della dorsale principale.

Utilizzando la formula:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

Ricaviamo che:

- $I_0 = 835$ A. Il valore si riferisce ad un cavo di sezione pari a 630 mm² unipolare, interrato a 20° C con profondità pari a 0,8m, resistività termica del terreno pari a 1 K m/W disposto a trifoglio;
- K1 = 1. La temperatura ambiente non cambia, rimane a 20°C;
- K2 = 0,85. Il coefficiente si ricava dalla Tabella III della norma CEI 11-17 (fig. 26), considerando un cavo multipolare (tre cavi unipolari RG7H1R disposti a trifoglio) interrato con un numero di circuiti sullo stesso piano pari a 3 e distanziati di 0,25 m. Questa è la condizione più gravosa per il cavo perché le tre terne funzioneranno contemporaneamente nel tratto compreso tra la cabina di raccolta e la deviazione verso lo skid 7.

Tabella III – Fattori di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

Tipo di posa: In tubi protettivi direttamente interrati
Un cavo multipolare per ciascun tubo

Numero di cavi	DISTANZA FRA I CIRCUITI ^(B) (m)			
	a contatto	0,25	0,5	1
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

- $K3 = 0,96$. La portata I_0 del cavo è riferita ad una profondità di posa pari a 0,8m, deve essere corretta per una profondità di posa pari a 1,2m come nel caso in progetto;

Tabella IV – Fattori di correzione per differenti valori di profondità di posa

Profondità di posa (m)	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5
Fattore di correzione	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94

Fig. 27 – Valori K3 (rif. CEI 11-17 Tabella IV)

- $K4 = 0,86$. La portata I_0 del cavo è riferita ad una resistività termica di 1 K m/W. Come suggerisce la norma si utilizzerà un valore pari a 2 K m/W in quanto non è nota la resistività termica del terreno. Per riportare la portata a valori di resistività pari a 1,5 K m/W occorre dividere la portata per 1,06 e poi moltiplicare per 0,91, ottenendo 0,86 per il coefficiente K4.

Tabella V – Fattori di correzione per differenti valori di resistività termica del terreno

Cavi unipolari

Resistività del terreno (K·m/W)	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5
Fattore di correzione	1,08	1,05	1,00	0,90	0,82

Cavi multipolari

Resistività del terreno (K·m/W)	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5
Fattore di correzione	1,06	1,04	1,00	0,91	0,84

Fig. 28 – Valori K4 (rif. CEI 11-17 Tabella V)

La portata del cavo sarà pari a:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4 = 835 \times 1 \times 0,85 \times 0,96 \times 0,86 = 586A$$

Risulta quindi abbondantemente dimensionata per la corrente di impiego di 437A.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 37/40

7.2 Cavo di collegamento tra SKID 9 e SKID 7 in presenza con la dorsale principale

Questo tipo di posa si verifica esclusivamente nel breve tratto compreso tra la cabina di raccolta e la deviazione verso lo SKID 7. In questo tratto la corrente di impiego del cavo riguarda solo la somma della potenza dello SKID 7 e dello SKID 9 che è pari a 5.055,68 kW a cui corrisponde una corrente di impiego di 90 A calcolata con un $\cos\phi$ pari a 0,9.

In questo tratto di cavidotto sono presenti fisicamente tre terne che funzioneranno tutte e tre contemporaneamente.

Utilizzando la formula:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

Ricaviamo che:

- $I_0 = 570$ A. Il valore si riferisce ad un cavo di sezione pari a 300 mm^2 unipolare, interrato a 20° C con profondità pari a 0,8m, resistività termica del terreno pari a 1 K m/W disposto a trifoglio;
- $K1 = 1$. La temperatura ambiente non cambia, rimane a 20° C ;
- $K2 = 0,85$. Il coefficiente si ricava dalla Tabella III della norma CEI 11-17 (fig. 26), considerando un cavo multipolare (tre cavi unipolari RG7H1R disposti a trifoglio) interrato con un numero di circuiti sullo stesso piano pari a 3 e distanziati di 0,25 m. Questa è la condizione più gravosa per il cavo, perché le tre terne funzioneranno contemporaneamente nel tratto compreso dalla cabina di raccolta alla deviazione verso lo SKID 7.
- $K3 = 0,96$. La portata I_0 del cavo è riferita ad una profondità di posa pari a 0.8m, deve essere corretta per una profondità di posa pari a 1.2m come nel caso in progetto. Il coefficiente si ricava dalla Tabella IV della norma CEI 11-17 (fig. 27);
- $K4 = 0,86$. La portata I_0 del cavo è riferita ad una resistività termica di 1 K m/W. Come suggerisce la norma si utilizzerà un valore pari a 2 K m/W in quanto non è nota la resistività termica del terreno. Per riportare la portata a valori di resistività pari a 1,5 K m/W occorre dividere la portata per 1,06 e poi moltiplicare per 0,91, ottenendo 0,86 per il coefficiente $K4$. I coefficienti si ricavano dalla Tabella V della norma CEI 11-17 (fig. 28).

La portata del cavo sarà pari a:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4 = 570 \times 1 \times 0,85 \times 0,96 \times 0,86 = 400A$$

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 38/40

Risulta quindi abbondantemente dimensionata per la corrente di impiego di 90A. La portata è idonea anche nei tratti dei sottocampi E e F, in cui sono presenti solo due terne attive.

7.3 Cavo di collegamento tra SKID 1-6,8

Questo tipo di posa si verifica nei tratti interni ai sottocampi A,B,C,D e G. In questo tratto la corrente di impiego del cavo riguarda solo la somma della potenza degli Skid 1-6 e 8 che è pari a 20.020,04 kW a cui corrisponde una corrente di impiego di 356,75 A calcolata con un $\cos\phi$ pari a 0,9.

In questo tratto di cavidotto sono presenti fisicamente due terne, quindi potrebbe accadere che a seconda della configurazione dell'anello scelta, le terne funzioneranno tutte e due contemporaneamente.

Utilizzando la formula:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

Ricaviamo che:

- $I_0 = 570$ A. Il valore si riferisce ad un cavo di sezione pari a 300 mm² unipolare, interrato a 20° C con profondità pari a 0,8m, resistività termica del terreno pari a 1 K m/W disposto a trifoglio;
- $K1 = 1$. La temperatura ambiente non cambia, rimane a 20°C;
- $K2 = 0,90$. Il coefficiente si ricava dalla Tabella III della norma CEI 11-17 (fig. 26) considerando un cavo multipolare (tre cavi unipolari RG7H1R disposti a trifoglio) interrato con un numero di circuiti sullo stesso piano pari a 2 e distanziati di 0,25 m. Questa è la condizione più gravosa per il cavo, in quanto potrebbe verificarsi la presenza di due terne attive che funzionano contemporaneamente all'interno dei sottocampi.
- $K3 = 0,96$. La portata I_0 del cavo è riferita ad una profondità di posa pari a 0,8m, deve essere corretta per una profondità di posa pari a 1,2m come nel caso in progetto. Il coefficiente si ricava dalla Tabella IV della norma CEI 11-17 (fig. 27);
- $K4 = 0,86$. La portata I_0 del cavo è riferita ad una resistività termica di 1 K m/W. Come suggerisce la norma si utilizzerà un valore pari a 2 K m/W in quanto non è nota la resistività termica del terreno. Per riportare la portata a valori di resistività pari a 1,5 K m/W occorre dividere la portata per 1,06 e poi moltiplicare per 0,91, ottenendo 0,86 per il coefficiente K4. I coefficienti si ricavano dalla Tabella V della norma CEI 11-17 (fig. 28).

La portata del cavo sarà pari a:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4 = 570 \times 1 \times 0,9 \times 0,96 \times 0,86 = 423A$$

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	08CS.Doc.01
DEFINITIVO	ELABORATO N. 08CS.Doc.01 - RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA OP. EL.	pag. 39/40

Risulta quindi abbondantemente dimensionata per la corrente di impiego di 356,75A.

7.4 Cavo di collegamento tra cabina di raccolta e PCS 1-2

Questo tipo di posa si verifica esclusivamente nel breve tratto compreso tra la cabina di raccolta e i due PCS. In questo tratto le correnti di impiego dei due cavi sono:

- PCS 1 - potenza nominale pari a 3450 kVA a cui corrisponde una corrente di impiego di 61,5A calcolata con un $\cos\phi$ pari a 0.9;
- PCS 2 - potenza nominale pari a 5500 kVA a cui corrisponde una corrente di impiego di 98A calcolata con un $\cos\phi$ pari a 0.9.

In questo tratto di cavidotto sono presenti fisicamente due terne che funzioneranno contemporaneamente.

Utilizzando la formula:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

Ricaviamo che:

- $I_0 = 570$ A. Il valore si riferisce ad un cavo di sezione pari a 300 mm² unipolare, interrato a 20° C con profondità pari a 0,8m, resistività termica del terreno pari a 1 K m/W disposto a trifoglio;
- $K1 = 1$. La temperatura ambiente non cambia, rimane a 20°C;
- $K2 = 0,90$. Il coefficiente si ricava dalla Tabella III della norma CEI 11-17 (fig. 26), considerando un cavo multipolare (tre cavi unipolari RG7H1R disposti a trifoglio) interrato con un numero di circuiti sullo stesso piano pari a 2 e distanziati di 0.25 m. Questa è la condizione più gravosa per il cavo, in quanto sono presenti due terne attive che funzionano contemporaneamente nel tratto compreso dalla cabina di raccolta ai PCS.
- $K3 = 0,96$. La portata I_0 del cavo è riferita ad una profondità di posa pari a 0,8m, deve essere corretta per una profondità di posa pari a 1,2m come nel caso in progetto. Il coefficiente si ricava dalla Tabella IV della norma CEI 11-17 (fig. 27);
- $K4 = 0,86$. La portata I_0 del cavo è riferita ad una resistività termica di 1 K m/W. Come suggerisce la norma si utilizzerà un valore pari a 2 K m/W in quanto non è nota la resistività termica del terreno. Per riportare la portata a valori di resistività pari a 1,5 K m/W occorre

dividere la portata per 1,06 e poi moltiplicare per 0,91, ottenendo 0,86 per il coefficiente K4. I coefficienti si ricavano dalla Tabella V della norma CEI 11-17 (fig. 28).

La portata calcolata per i due cavi sarà pari a:

$$I_z = I_0 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4 = 570 \times 1 \times 0,9 \times 0,96 \times 0,86 = 423A$$

Risulta quindi abbondantemente dimensionata per entrambe le correnti di impiego di 61,5A e 98A.

7.5 Caduta di tensione per cavidotti AT 36 kV

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo con le sezioni calcolate e la caduta di tensione di tutti i tratti del cavidotto a 36 kV:

Tratta	POTENZA (kW)	I _b (A)	S (mm ²)	I _z (A)	R _i (Ω/km)	X _i (Ω/km)	V (kV)	L (km)	DV (V)	DV%
NUOVA SE- CUC 36kV	25 075,72	447	630	586	0,0425	0,1	36	0,1	6,33	0,018
CUC 36 kV - CDR	25 075,72	447	630	586	0,0425	0,1	36	7,85	496,62	1,379
CDR-SKID 1-2-4-3-5-6-8	20 020,04	357	300	423	0,0797	0,12	36	4,267	326,65	0,907
CDR-SKID 7-9	5 055,68	90	300	400	0,0797	0,12	36	1,53	29,58	0,082
CDR-PCS1	3450	61	300	423	0,0797	0,12	36	0,035	0,46	0,001
CDR-PCS2	5500	98	300	423	0,0797	0,12	36	0,05	1,05	0,003

N.B. I valori di caduta di tensione sono calcolati tenendo conto di un cosφ pari a 0.9

Fig. 29 – Riepilogo valori di portata cavi e caduta di tensione

CUC – Cabina utente consegna 36 kV

CDR – Cabina di raccolta

8. Impianto di terra

Tutte le cabine e tutti gli skid avranno un impianto di terra proprio, costituito da un dispersore di rame nudo di sezione opportuna. Tutti i dispersori di terra saranno collegati tra di loro mediante conduttore di terra in rame nudo. I collegamenti tra dispersori di terra saranno sezionabili in ogni punto di giunzione. Gli unici tratti che non saranno realizzati in corda di rame nuda saranno gli attraversamenti in prossimità dei corsi d'acqua, in quanto sarà utilizzata la tecnologia no DIG per interrare i tubi corrugati alla profondità di 1m rispetto all'alveo del cavalcafosso. Questo tratto di conduttore di terra sarà realizzato posando un conduttore con guaina entro corrugato. In fase esecutiva saranno realizzati opportuni calcoli per la definizione delle grandezze elettriche caratteristiche dell'impianto di terra rispettando le prescrizioni fornite dal codice di rete di TERNA.