

IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA"

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 32,67 MWp (28 MW IN IMMISSIONE) DENOMINATO "AGV CUDDIA" RICADENTE NEL COMUNE DI TRAPANI E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RICADENTI NEI COMUNI DI TRAPANI E MARSALA (LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI).



Proponente

ECOSICILY 3 S.r.l.

VIA ALESSANDRO MANZONI, 30 - 20121 MILANO
P. IVA: 11119020961

Progettazione



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy



Titolo Elaborato

(R) - Elaborati tecnico-descrittivi
7 - Relazione tecnica e calcolo preliminare degli impianti

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	PD-R.7	ECON792PDRrti007R0	A4	

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	09/2023	PRIMA EMISSIONE	CB	EG	MG

REGIONE SICILIA
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
COMUNE DI TRAPANI

Ecosicily 3 S.r.l.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	2

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	09/2023	Prima emissione	CB	EG	MG

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	3

INDICE

1. PREMESSA.....	5
2. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE.....	6
2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....	6
2.2. DATI GENERALI IMPIANTO.....	10
2.3. DATI GENERALI DEL PROGETTO	11
2.4. REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI, REGOLAMENTI.....	14
2.5. GLOSSARIO E DEFINIZIONI USATE NEL TESTO.....	14
3. DATI DI PROGETTO	16
3.1. MODULO 1 - DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE.....	16
3.2. MODULO 2 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA SUPERFICIE DI POSA	16
3.3. MODULO 3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE.....	17
3.4. MODULO 4 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO.....	18
3.5. MODULO 5 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	19
3.6. MODULO 6 – DATI AMBIENTALI DEL SITO, DATI DI RILIEVO CLINOMETRICO E DIAGRAMMA DELLE OMBRE	19
3.7. MODULO 7 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO (PRINCIPALI PER PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE)	22
4. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	27
4.1. MODULI FOTOVOLTAICI	29
4.2. INVERTER	31
4.3. CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA.....	33
4.3.1. <i>Condizione 1</i>	34
4.3.2. <i>Condizione 2</i>	34
4.3.3. <i>Condizione 3</i>	35
4.3.4. <i>Condizione 4</i>	35
4.3.5. <i>Condizione 5</i>	36
4.3.6. <i>Condizione 6</i>	36
4.4. VERIFICHE ELETTRICHE	37
4.4.1. <i>Area PS1</i>	38
4.4.2. <i>Area PS2</i>	40
4.4.3. <i>Area PS3</i>	42
4.4.4. <i>Area PS4</i>	44
4.4.5. <i>Area PS5</i>	46
5. CALCOLO IMPIANTI BT.....	49
5.1. CAVI IN CORRENTE CONTINUA.....	49
5.1.1. <i>Criteri di dimensionamento</i>	49
5.1.2. <i>Tensione nominale del circuito in c.c.</i>	49
5.1.3. <i>Calcolo delle portate</i>	50
5.1.4. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i>	50
5.1.5. <i>Temperatura di posa</i>	51
5.1.6. <i>Numero di cavi</i>	51
5.1.7. <i>Calcolo delle cadute di tensione</i>	51
5.1.8. <i>Tabulati di calcolo</i>	52
5.2. CAVI IN CORRENTE ALTERNATA	52
5.2.1. <i>Criteri di dimensionamento</i>	52
5.2.2. <i>Calcolo delle portate</i>	52
5.2.3. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i>	53
5.2.4. <i>Temperatura del terreno</i>	54
5.2.5. <i>Numero di terne per scavo</i>	54
5.2.6. <i>Profondità di posa</i>	54
5.2.7. <i>Resistività termica del terreno</i>	55
5.2.8. <i>Calcolo delle cadute di tensione</i>	55

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	4

5.2.9.	<i>Tabulati di calcolo</i>	55
5.2.10.	<i>Disposizione delle fasi</i>	56
5.3.	POWER STATION PS.....	56
5.3.1.	<i>Configurazione PS di progetto</i>	58
5.3.2.	<i>Quadro di parallelo BT</i>	61
5.3.3.	<i>Trasformatore BT/MT</i>	62
5.3.4.	<i>Interruttori di media tensione</i>	62
5.3.5.	<i>Quadri servizi ausiliari</i>	62
5.3.6.	<i>Trasformatore BT/BT</i>	62
5.3.7.	<i>Sistema centralizzato di comunicazione</i>	63
6.	CALCOLO IMPIANTI MT	64
6.1.	CAVI.....	64
6.1.1.	<i>Criteri di dimensionamento</i>	65
6.1.2.	<i>Calcolo delle portate</i>	65
6.1.3.	<i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i>	65
6.1.4.	<i>Temperatura del terreno</i>	66
6.1.5.	<i>Numero di terne per scavo</i>	66
6.1.6.	<i>Profondità di posa</i>	67
6.1.7.	<i>Resistività termica del terreno</i>	67
6.1.8.	<i>Calcolo delle cadute di tensione</i>	67
6.1.9.	<i>Tabulati di calcolo</i>	68
6.1.10.	<i>Disposizione delle fasi</i>	69
6.2.	CABINE GENERALI DI IMPIANTO.....	69
6.2.1.	<i>MTR – Main Technical Room</i>	69
6.2.2.	<i>CR – Control room</i>	71
7.	TOLOGIA DI IMPIANTO	72
7.1.	SISTEMA TN-S.....	72
7.2.	SISTEMA IT.....	74
7.3.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA.....	75
7.4.	PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI.....	76
7.5.	ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE.....	76
7.6.	PROTEZIONE CON INVOLUCRI E BARRIERE.....	76
8.	DATASHEET	78
8.1.	MODULI FOTOVOLTAICI.....	78
8.2.	POWER STATION.....	81
8.3.	INVERTER.....	88
8.4.	CAVI MT.....	91
8.5.	CAVI BT.....	94
8.6.	CAVI C.C.....	97

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	5

1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, la società ECOSICILY 3 S.r.l., ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto denominato "AGV Cuddia" di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo agrovoltaiico. L'impianto ricade interamente nel territorio del Comune di Trapani (Liberio Consorzio comunale di Trapani) mentre le opere di connessione alla rete ricadono sia nel territorio del comune di Trapani che nel territorio del comune di Marsala (Liberio Consorzio comunale di Trapani). Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto agrovoltaiico a terra su strutture ad inseguimento monoassiale, composto da n. 5 aree di potenza variabile da 6,69 MWp a 6,3 MWp; si tratta di un impianto di complessivi 32,67 MWp (potenza in immissione pari a 28,00 MW) collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione (30kV). Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo (Power station), la Control Room, la Cabina principale di impianto (Main Technical Room) MTR e due container ad uso magazzino. Dalla MTR si diparte la linea di media tensione per il collegamento alla rete nazionale di distribuzione: il progetto prevede la connessione condivisa con altri cinque operatori che saranno collegati, tramite due Sottostazioni utente, denominate rispettivamente SSE Guarini e SSHUB, alla Sottostazione utente Edison e da questa connessi alla stazione elettrica Terna a 220 kV "Partanna 2".

L'impianto sarà pertanto suddiviso in 5 aree, elettricamente afferenti a 5 Power Station di impianto, con potenze uguali:

- ✓ Power station HUAWEI-JUPITER-6000K-H1;

Le power station saranno collegate o in entra/esce o direttamente alla MTR (Main Technical Room) di impianto formando dei sottocampi elettricamente indipendenti.

Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo e la cabina principale di impianto, dalla quale si dipartiranno le linee di collegamento di media tensione interrate verso il punto di consegna.

La presente relazione ha per scopo quello di illustrare le opere necessarie per la realizzazione del parco agrovoltaiico "AGV Cuddia", da installare a terra su strutture ad inseguimento monoassiale, e per la connessione dello stesso alla rete elettrica RTN. Sono individuati in modo univoco i materiali di cui si farà uso e le specifiche lavorazioni previste, conformemente alle direttive e alla normativa vigente. La tipologia di opera prevista rientra nella categoria "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda" citata nell'All. IV lettera c) del D.Lgs 152/2006 aggiornato con il D.Lgs 4/2008 vigente dal 13 febbraio 2008.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	6

2. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE

2.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

L'impianto agrovoltaiico in oggetto è ubicato nel territorio del Comune di Trapani (Libero consorzio comunale di Trapani) e si sviluppa su un'area di circa 49,9 ha.

Le realizzande opere di connessione alla rete elettrica del distributore ricadono invece in parte nel territorio dello stesso Comune di Trapani ed in parte nel territorio del comune di Marsala (Libero Consorzio Comunale di Trapani). Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

1) Impianto Agrovoltaiico "AGV CUDDIA":

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 257_IV_SE-Borgo Fazio;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1: 10.000, foglio n° 605120;
- Foglio di mappa catastale n. 285 del comune di Trapani p.lle 5, 6, 7, 8, 11, 17, 18, 19, 16, 20, 4 e 21;
- Foglio di mappa catastale n. 286 comune di Trapani p.lle 6, 71, 74, 75, 78, 79, 82, 83, 50, 72, 73, 76, 77,80, 81, 84, 1, 3, 4, 5, 7 e 53.
- Foglio di mappa catastale n. 287 del comune di Trapani p.lle 9, 10 e 11.

2) Area SSE: SSE Guarini e SSE Hub ed SSE condivisa Edison

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 257_III_NE-Baglio Chitarra;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1: 10.000, foglio n° 606130;
- Foglio di mappa catastale n. 138 del comune di Marsala p.la 212 (SSE Guarini e SSE hub);
- Foglio di mappa catastale n. 138 del comune di Marsala p.la 217 (SSE Edison);

3) Cavidotto di collegamento MT 30 kV tra area di impianto ed SSE Guarini:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 257_III_NE-Baglio Chitarra e 257_IV_SE-Borgo Fazio;
 - Carta tecnica regionale CTR, scala 1: 10.000, fogli n° 605120, 606130;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Trapani e Marsala. Foglio di mappa del Comune di Marsala n.138 p.la 212. La restante parte del tracciato del cavidotto si sviluppa su viabilità pubblica SP08 e Regia Trazzera Castelvetro con Biforcazione per Corleone.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	7

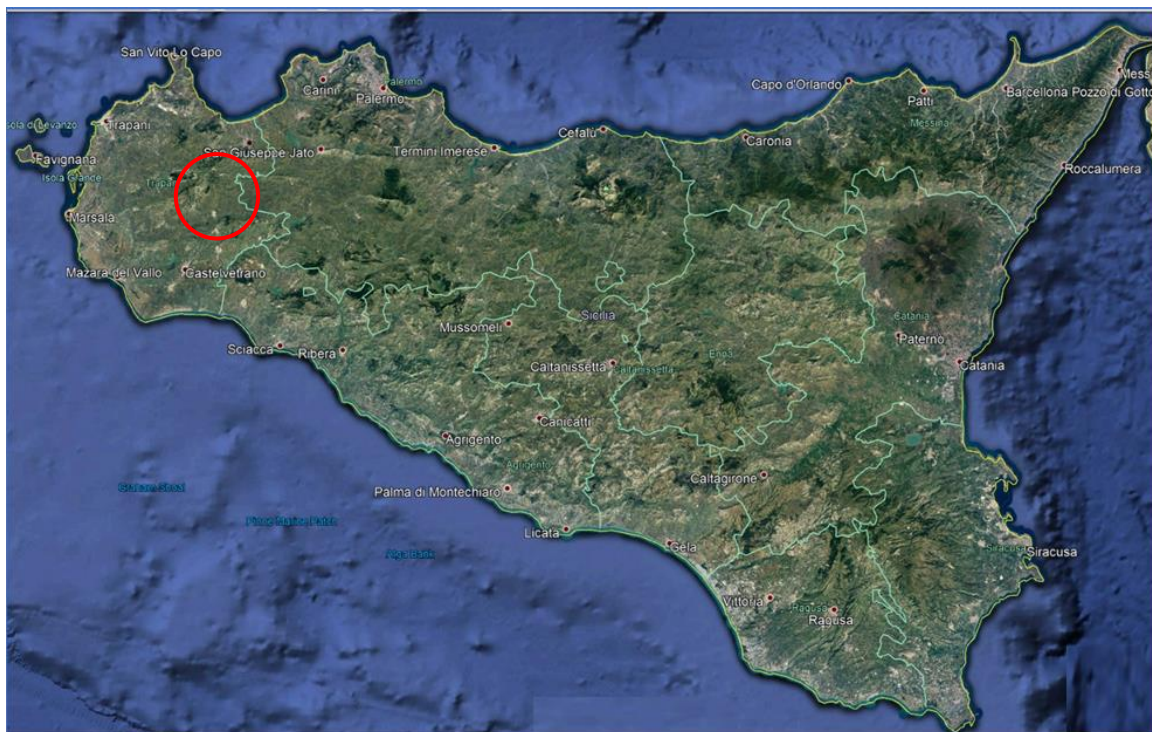
4) Cavidotto di collegamento AT tra SSE Guarini e SE Terna “Partanna 2”:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 257_III_NE-Baglio Chitarra;
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1: 10.000, foglio n° 606130;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Marsala. Il tracciato del cavidotto si sviluppa su viabilità pubblica Regia Trazzera Castelvetrano con Biforcazione per Corleone e sulle particelle Foglio 138 Marsala p.lle 212 (ingresso in SSE hub) e 212 (Ingresso in SSE Edison). L’ingresso in SE TERNA “Partanna 2” avviene tramite cavidotto interrato sulla viabilità di accesso alla stessa SE, dopo aver attraversato la Strada Provinciale SP69.

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 del sito:

COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
DESCRIZIONE	E [m]	N [m]	H
Parco agrovoltaico “AGV Cuddia”	293964	4193190	H _{variabile} = 127/110 m s.l.m.
Area SSE Guarini	294779	4188495	H _{media} = 208 m s.l.m.
Area SSE Hub	294967	4188413	H _{media} = 198 m s.l.m.
Area SSE Edison	295039	4188340	H _{media} = 195 m s.l.m.
Area SE Partanna 2	295094	4188197	H _{media} = 201 m s.l.m.

Tabella 1 - Coordinate assolute del parco AGV e del punto di consegna



COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	8

Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite

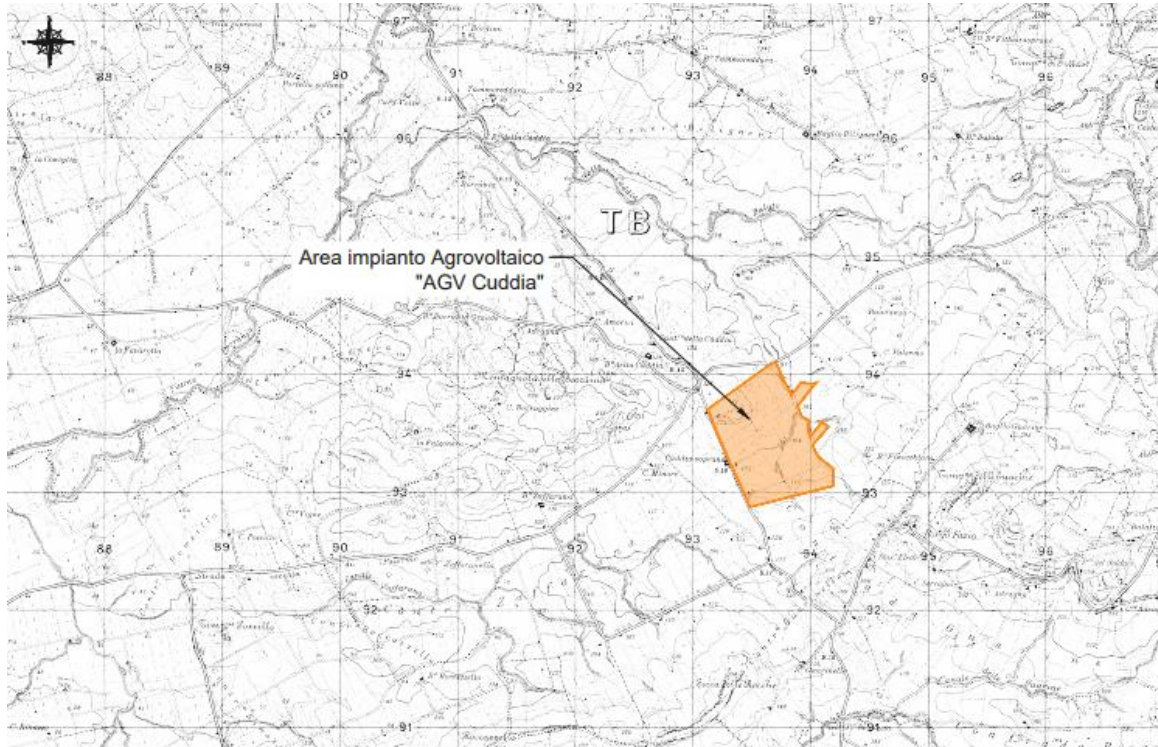


Figura 2 - Inquadramento Impianto "AGV Cuddia" su IGM

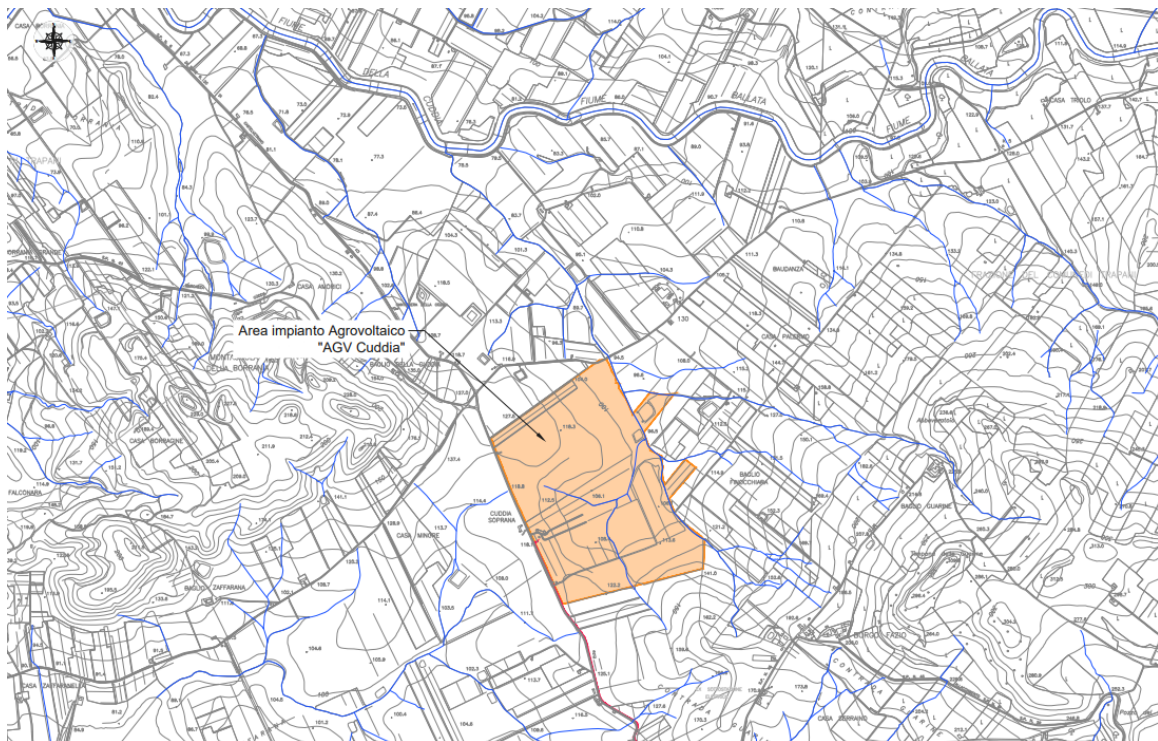


Figura 3 - Inquadramento Impianto "AGV Cuddia" su CTR

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	9



Figura 4 - Inquadramento Impianto "AGV Cuddia" su ortofoto



Figura 5 - Inquadramento Impianto "AGV Cuddia" su catastale

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	10

2.2. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto agrovoltaiico, nel suo complesso sarà costituito dalle seguenti componenti:

- moduli fotovoltaici JA SOLAR JAM72D42-625/LB in numero pari a 52.272 raggruppati in stringhe da 24 moduli: saranno installati su apposite strutture metalliche (ad inseguimento monoassiale) fissate nel terreno attraverso pali metallici infissi o trivellati;
- n.93 Inverter di stringa, del tipo SUN2000-330KTL-H1, che hanno lo scopo di ricevere i cavi solari provenienti dalle stringhe di progetto e di trasformare la corrente da continua (CC) ad alternata (AC);
- n. 5 Power Station (PS) o cabine di campo del tipo JUPITER-6000K-H1 che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa a media (BT/MT – 0.8/30 kV); esse saranno collegate tra loro ove possibile in entra-esce o direttamente alla cabina principale di impianto. Ogni PS raccoglie l'energia prodotta da ciascun campo di cui si compone l'impianto, con potenze variabili da 6,30 MWp a 6,69 MWp;
- una rete di cavi solari di collegamento tra pannelli/stringhe ed inverter;
- una linea interrata BT di collegamento fra Inverter di stringa e PS di progetto;
- una linea interrata MT interna al parco – 30 kV - di collegamento fra le Power Station dell'impianto agrovoltaiico “AGV Cuddia” e la MTR di impianto;
- n.1 Cabina Elettrica MTR (Main Technical Room) per la connessione e la distribuzione; in essa verranno convogliate le linee MT relative ai sottocampi (sono presenti 3 sottocampi: A, B e C) di cui si compone l'impianto, ci sarà il parallelo, le misure e la partenza verso la SSE utente;
- una linea di connessione a 30 kV tra le MTR di impianto e la SSE utente;
- n. 1 Control Room destinata ad ospitare uffici e relativi servizi: monitoraggio della strumentazione di sicurezza e gestione dell'impianto;
- due container da 40 ft (lunghezza 12,192m e larghezza 2,438m) ciascuno da usare come magazzini e stoccaggio di componentistica di impianto;

Il progetto prevede la connessione condivisa con altri cinque operatori che saranno collegati, tramite due Sottostazioni utente, denominate rispettivamente SE Guarini e SSHUB, alla Sottostazione utente Edison, già collegata alla stazione elettrica Terna a 220 kV “Partanna 2”. Il collegamento elettrico dell'impianto alla rete di trasmissione di alta tensione, tramite la SSE utente dell'operatore elettrico Edison Rinnovabili S.p.A., prevede nell'ambito di altre iniziative la realizzazione di una nuova sottostazione di utente sita nelle vicinanze della stazione Terna. a 220 kV“ Partanna 2”. Il progetto prevede il prolungamento delle sbarre nella stazione Edison fino al confine di proprietà e il collegamento diretto all'Hub a 220 kV; quest'ultimo è di proprietà della società Econergy. Tale Stazione sarà costituita da un sistema di sbarre a 220 kV da cui

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	11

verranno ricavati 2 stalli in cavo, uno per collegare il Progetto ALLEANS con potenza 35 MW, e una per il collegamento alla Stazione di Trasformazione Elettrica denominata SE Guarini di proprietà di Econergy.

La Sottostazione SE Guarini sarà composta da cinque stalli di trasformazione 220/30 kV per l'allacciamento dei cinque operatori. Ed in particolare:

- Stalli Guarini 1 e 2 di potenza nominale pari a 88 MW;
- Impianto di Misiliscemi di potenza nominale pari a 34 MW;
- Impianto Contrada Rinazzo di potenza nominale pari a di 23 MW;
- Impianto in progetto "AGV Cuddia" di potenza nominale paria a 28 MW.
- Impianto X-Elio PV SITE di potenza nominale paria a di 50 MW.

La SSE Guarini è dotata di uno stallone condiviso di uscita a partire dal quale si svilupperà il cavidotto AT a 220 kV interrato di collegamento con la SSHUB.

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

Da quanto progettato discendono i seguenti dati:

Il grafico che segue indica l'incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 49,84 ha.

Elementi fisici impianto	Superficie impegnata [m ²]	Superficie impegnata [ha]	Incidenza percentuale
Proprietà	498435,0	49,84	100,00%
Superficie viabilità	7890,0	0,79	1,58%
Area cabine totale	285,3	0,03	0,09%
Area a verde di mitigazione perimetrale	31372,5	3,14	6,29%
Area a verde di compensazione ambientale	104005,0	10,40	20,87%
Area Pannellata (inseguitori)	151858,9	15,19	30,47%
Corridoi tra pannelli	203023,3	20,30	40,73%

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	12

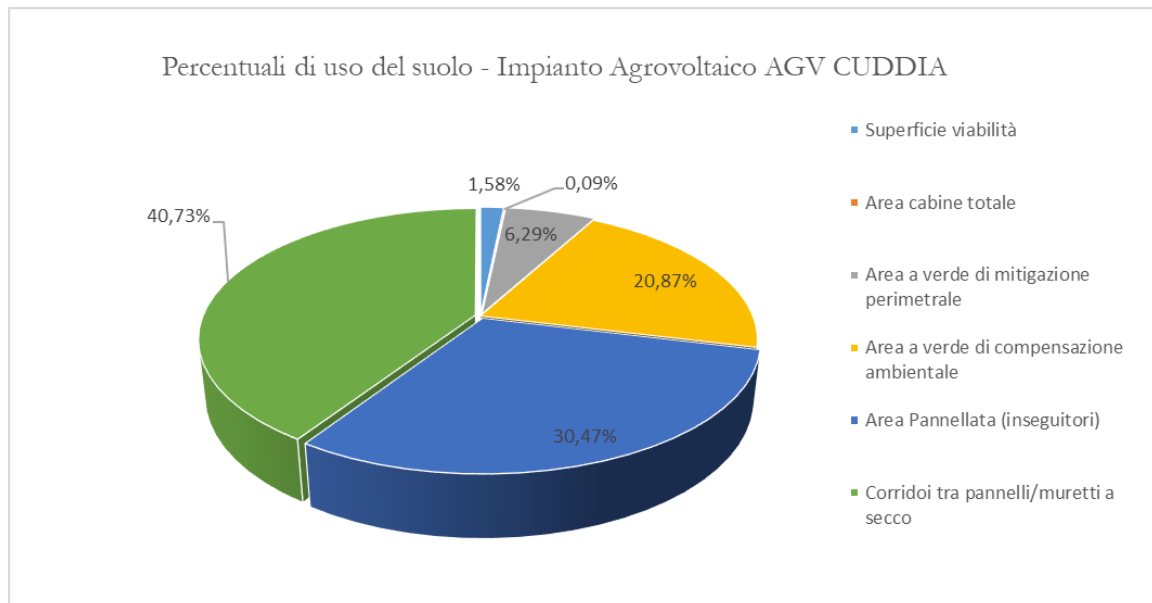


Figura 6 - Grafico che mostra l'incidenza percentuale della copertura di suolo sul totale disponibile

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell'impianto agrovoltaico in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal distributore apposito preventivo di connessione identificato con codice pratica 06020124, condizionato all'autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete sopra.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto AGV venga collegata in antenna a 220 kV con una nuova Stazione elettrica di smistamento (SE Partanna 2) a 220 kV della RTN, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore-Partanna".

Tali opere di rete, rientrando negli interventi di adeguamento e/o sviluppo della rete di distribuzione e/o della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), risultano essere **Opere di Pubblica Utilità**. Tali opere connesse, come indicato ai sensi dall'art. 1 octies della L. n.129/2010, costituiscono un unicum dal punto di vista funzionale con il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame, e pertanto dovranno essere autorizzate in uno con lo stesso impianto fotovoltaico, ai sensi del D.Lgs. 387/03, art. 12 commi 3 e 4bis. L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	13

2.3. DATI GENERALI DEL PROGETTO

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con le principali caratteristiche dell'impianto in progetto.

Committente	ECOSICILY 3 S.r.l. Via Alessandro Manzoni, 30 – 20121 MILANO P.I. 11119020961
Luogo di installazione	Comune di Trapani, Libero Consorzio comunale di Trapani. Le opere di connessione ricadono anche nelle aree del comune di Marsala, sempre Libero Consorzio comunale di Trapani.
Denominazione impianto	AGV Cuddia
Dati catastali area di progetto	Si veda paragrafo introduttivo 2.1
Superficie di interesse impianto	Area impianto: 49,8 ha
Potenza di picco (MW _p)	32.670 kW _p
Informazioni generali del sito	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. Presenza di ampi spazi con andamento piano altimetrico locale sostanzialmente pianeggiante. Presenza di alcuni manufatti.
Impatto visivo	Impatto visivo contenuto mediante inserimento dei moduli FV in strutture di sostegno a bassa visibilità.
Connessione	Interfacciamento alla rete AT 220 kV presso la SE Terna di Partanna 2 esistente, nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno	Strutture metalliche in acciaio zincato ancorate a terra, del tipo ad inseguimento monoassiale
Inclinazione piano dei moduli	-60° (Strutture ad inseguimento monoassiale)
Azimut di installazione	0°
Barriere architettoniche	Assenti
Posizione cabine di campo	n. 5 Power Station come da Layout
Posizione cabine elettrica di connessione e distribuzione	n. 1 cabina di connessione e distribuzione (MTR) n. 1 cabina Control Room
Rete di collegamento	Media tensione – 30 kV Punto di consegna AT 220 kV presso SE Terna di Partanna 2 tramite SSE Guarini, SSE Hub e SSE Edison condivisa
Coordinate	Vedasi paragrafo introduttivo per tutti i dettagli

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	14

2.4. REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI, REGOLAMENTI

Gli impianti saranno realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1° marzo 1968 e ribadito dalla Legge n. 46 del 5 marzo 1990. Rimane tuttora valido, sotto il profilo generale, quanto prescritto dal DPR 547/55 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro” e le successive 626 e 494/96 con relativi aggiornamenti e circolari di riferimento.

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

- ✓ alle prescrizione di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- ✓ alle prescrizione ed indicazioni delle Società Distributrice di energia elettrica;
- ✓ alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

2.5. GLOSSARIO E DEFINIZIONI USATE NEL TESTO

- Cella fotovoltaica:* dispositivo fotovoltaico fondamentale che provvede alla generazione di energia elettrica se esposto alla radiazione solare;
- Modulo fotovoltaico:* insieme di celle fotovoltaiche interconnesse fra loro e assemblate in supporti idonei dalle case produttrici, protette dall'ambiente circostante attraverso opportuni involucri. Il modulo fotovoltaico, con le sue caratteristiche elettriche (tensione e corrente nominali), costituisce l'unità elementare per la progettazione elettrica dell'impianto fotovoltaico.
- Stringa fotovoltaica* insieme di moduli fotovoltaici collegati in serie per raggiungere la tensione di uscita desiderata;
- Generatore FV* insieme di stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo per raggiungere la potenza desiderata;
- Impianto fotovoltaico* impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in energia elettrica (effetto fotovoltaico); pertanto, esso rientra nella categoria degli impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili (cioè la cui produzione di energia elettrica risulta aleatoria d in funzione del regime meteorologico istantaneo. L'impianto è essenzialmente costituito dal generatore fotovoltaico, dal gruppo di conversione e dal sistema di interfacciamento alla rete elettrica di distribuzione;
- Inverter* dispositivo che provvede alla trasformazione dell'energia elettrica prodotta dal generatore fotovoltaico da corrente continua a corrente alternata;
- Interfaccia rete* dispositivo che provvede all'interfacciamento dell'impianto fotovoltaico all'impianto elettrico dell'utilizzatore e, quindi, alla rete elettrica locale;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	15

- ❑ *Potenza di picco W_p* potenza generata da un dispositivo fotovoltaico (modulo, stringa o generatore) misurata ai morsetti in corrente continua e rimostrata alle condizioni di prova standard (abbr. STC) che risultano le seguenti: Air Mass = 1.5, irraggiamento solare sul piano dei moduli pari a 1 kW/m², temperatura di lavoro della cella fotovoltaica pari a 25°C;
- ❑ *Gestore della rete* è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica ai clienti utilizzatori (es. AEM, ENEL, TERNÀ);
- ❑ *Cliente utilizzatore* è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura di energia elettrica.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	16

3. DATI DI PROGETTO

I dati riportati nel seguito risultano strutturati e suddivisi secondo quanto riportato nella Guida CEI 0-2 .

3.1. MODULO 1 - DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
1.1	Committente	ECOSICILY 3 S.r.l. Via Alessandro Manzoni, 30 – 20121 MILANO P.I. 11119020961	
1.2	Contatto		
1.3	Estremi del progettista	Progetto definitivo Hydro Engineering s.s. (società incaricata)	
1.4	Ubicazione	Comuni di Trapani e Marsala (Liberio Consorzio Comunale di Trapani)	
1.5	Scopo del lavoro	Realizzazione di un parco agrovoltaico su strutture ad inseguimento monoassiale della potenza complessiva di 32,7 MW _p , collegato alle rete elettrica RTN 220 kV, presso la esistente SE Partanna 2	
1.6	Vincoli progettuali da rispettare	Area agricola. Vedasi relazione generale del progetto definitivo	
1.7	Informazioni di carattere generale	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. Presenza di ampie aree libere per lo stoccaggio dei materiali da costruzione. Presenza in alcune zone di manufatti non rilevanti.	

3.2. MODULO 2 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA SUPERFICIE DI POSA

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
2.1	Destinazione d'uso	Zona agricola	
2.2	Superfici disponibili	Area impianto: circa 49 ha	

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	17

2.3	Descrizione area	<input type="checkbox"/> Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. <input type="checkbox"/> Presenza di ampie aree libere per lo stoccaggio dei materiali da costruzione. <input type="checkbox"/> Presenza in alcune zone di manufatti non rilevanti.	
-----	-------------------------	--	--

3.3. MODULO 3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

Pos	Dati	Valori stabiliti	Note
3.1	Latitudine, longitudine	Si veda paragrafo introduttivo al presente documento	
3.2	Altitudine	Si veda paragrafo introduttivo al presente documento	
3.3	Radiazione solare	<i>Si veda elaborato Calcolo di producibilità di impianto</i>	
3.4	Temperatura: <input type="checkbox"/> min/max all'aperto <input type="checkbox"/> media del giorno più caldo <input type="checkbox"/> media delle massime mensili <input type="checkbox"/> media annuale	<i>Vedi tabella modulo 7</i>	
3.5	Formazione di foschie/nebbie	Possibile	
3.4	Presenza di corpi solidi estranei: Presenza di polvere/sabbia:	SI SI	Ottimale grado di protezione
3.4	Presenza di liquidi: Tipo di liquido <input type="checkbox"/> Possibilità di stillicidio <input type="checkbox"/> Esposizione alla pioggia <input type="checkbox"/> Esposizione agli spruzzi <input type="checkbox"/> Possibilità di getti d'acqua <input type="checkbox"/> Nebbia salina	Acqua - SI - - SI	Prevedere il posizionamento delle apparecchiature elettriche in cabina protetta
3.5	Condizioni del terreno: Carico specifico ammesso (N/m ²) <input type="checkbox"/> Livello della falda freatica (m) <input type="checkbox"/> Profondità della linea di gelo <input type="checkbox"/> Resistività elettrica <input type="checkbox"/> Resistività termica del terreno	Vedi Relazione geologica	

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	18

3.6	Ventilazione dei locali: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Naturale ▪ Forzata ▪ Naturale assistita da ventilazione forzata ▪ Numero di ricambi 	Locale quadri elettrici SI SI (locale trafo) SI (locale trafo) Come da specifiche produttore	
3.7	Dati di ventosità (UNI 10349): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Direzione prevalente: ▪ Media annuale: ▪ Massima velocità di progetto ▪ Pressione del vento 	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.8	Carico di neve	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.9	Effetti sismici	Vedi relazioni di calcolo strutturale	
3.10	Livelli massimi di rumore	n.a.	
3.11	Condizioni ambientali speciali	Riferimento a specifiche progettuali	

3.4. MODULO 4 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
4.1	Tipo di intervento richiesto <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nuovo impianto ▪ Trasformazione ▪ Ampliamento 	SI NO NO	
4.2	Dati del collegamento elettrico <ol style="list-style-type: none"> 1. Gestore rete 2. Numero Cliente 3. Descrizione della rete di collegamento 4. Punto di consegna 5. Tensione nominale (U_n) 6. Potenza disponibile continua 7. Potenza disponibile di punta 	<input type="checkbox"/> TERNA <input type="checkbox"/> --- <input type="checkbox"/> Rete di trasmissione nazionale <input type="checkbox"/> consegna AT <input type="checkbox"/> 220 kV trifase <input type="checkbox"/> 28 MW <input type="checkbox"/> 32,7 MW	
4.3	Misura dell'energia	Contatori da installare nel quadro generale d'impianto con piombatura per la misura fiscale (UTF) presso la SSE	
4.4	Consumi elettrici	Per servizi ausiliari <ul style="list-style-type: none"> • Ausiliari cabine • Illuminazione esterna • Sistemi di sicurezza e allarme 	

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	19

3.5. MODULO 5 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

<i>Pos</i>	<i>Dati</i>	<i>Valori stabiliti</i>	<i>Note</i>
5.1	Caratteristiche di installazione	Strutture di sostegno moduli del tipo ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo, su pali infissi e/o pali trivellati.	
5.2	Posizione convertitori statici	In interno, in cabinato metallico (Power Station), o in alternativa in esterno con grado di protezione IP65	
5.3	Posizione quadri elettrici	Quadri di parallelo: all'interno della cabina di trasformazione (shelter metallico) Quadri bt: all'interno della cabina di trasformazione (shelter metallico)	
5.4	Illuminazione artificiale	Aree esterne: prevista con pali nei pressi delle PS Prevista lungo il perimetro di impianto (solo per casi di emergenza/anti intrusione) Locali quadri: illuminazione con plafone interne. Si confermano i requisiti minimi per l'illuminazione artificiale previsti nella normativa di riferimento	

3.6. MODULO 6 – DATI AMBIENTALI DEL SITO, DATI DI RILIEVO CLINOMETRICO E DIAGRAMMA DELLE OMBRE

Ai fini del calcolo della radiazione solare media annua su base giornaliera, si è fatto uso del database internazionale MeteoNorm, che rende disponibili i dati meteorologici per le località interessate dal progetto (Baglio Guarine - Borgo Fazio (TP)): l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito.

In particolare sono stati utilizzati i dati del database MeteoNorm 8.1.

Nelle immagini che seguono si riportano i dati meteorologici assunti per la presente relazione.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	20

TUTTE PS
Meteo e energia incidente

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	WindVel m/s	GlobInc kWh/m ²	DifSinc kWh/m ²	Alb_Inc kWh/m ²
Gennaio	61.7	33.05	11.38	4.2	76.3	23.82	0.975
Febbraio	80.3	37.02	11.07	4.4	99.7	25.32	1.376
Marzo	130.7	55.52	13.38	4.4	164.8	34.36	2.076
Aprile	160.5	74.44	15.59	4.1	198.4	44.31	2.438
Maggio	205.2	78.58	19.54	3.7	259.4	41.73	3.173
Giugno	212.7	83.18	23.47	3.4	268.0	41.65	3.324
Luglio	221.0	79.91	27.20	3.5	280.4	40.91	3.348
Agosto	198.9	74.15	27.41	3.4	253.5	38.03	3.045
Settembre	145.3	54.42	23.73	3.5	186.8	33.33	2.421
Ottobre	107.1	45.67	20.56	3.5	137.0	29.22	1.689
Novembre	68.3	32.94	16.44	4.2	85.7	23.19	1.180
Dicembre	54.9	31.14	13.04	4.2	67.6	22.67	1.016
Anno	1646.5	680.02	18.62	3.9	2077.6	398.54	26.062

Figura 7 - Dati meteorologici (fonte Meteonorm 8.1)

Variante di simulazione : TUTTE PS

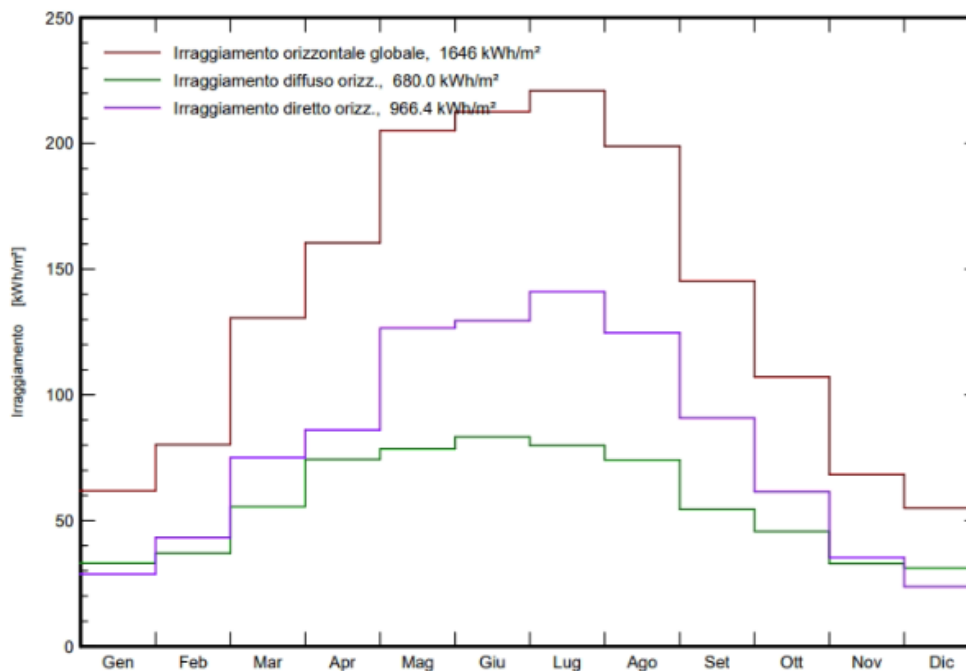


Figura 8 - Radiazione globale, diretta e diffusa incidente sul piano orizzontale

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	21

Distribuzione irraggiamento incidente

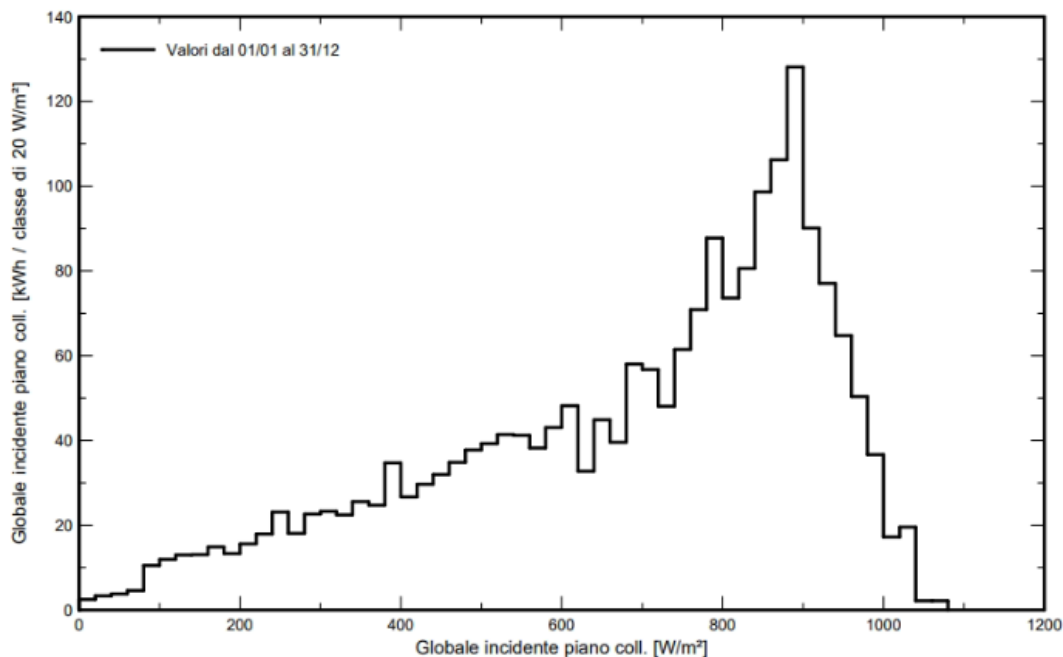


Figura 9 - Radiazione globale incidente sul piano dei collettori

Variante di simulazione : TUTTE PS

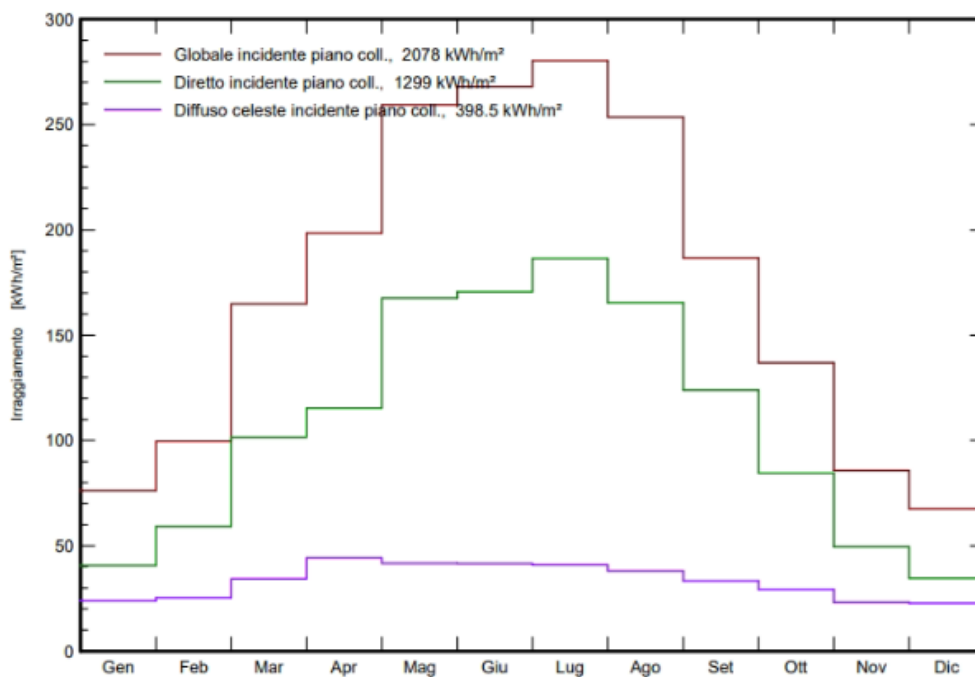


Figura 10 - Radiazione globale e diffusa incidente sul piano dei collettori

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	22

Il grafico che segue mostra le altezze massime e minime del sole nell'arco dell'anno, e il diagramma delle ombre dovuto al paesaggio circostante. Si tratta di un diagramma orientativo, che tiene conto della posizione del sito e delle interferenze con l'ambiente circostante. Sulla base dei modelli DTM tridimensionali del terreno, è stato elaborato il profilo del terreno per la determinazione delle ombre lontane, che di seguito si riporta.

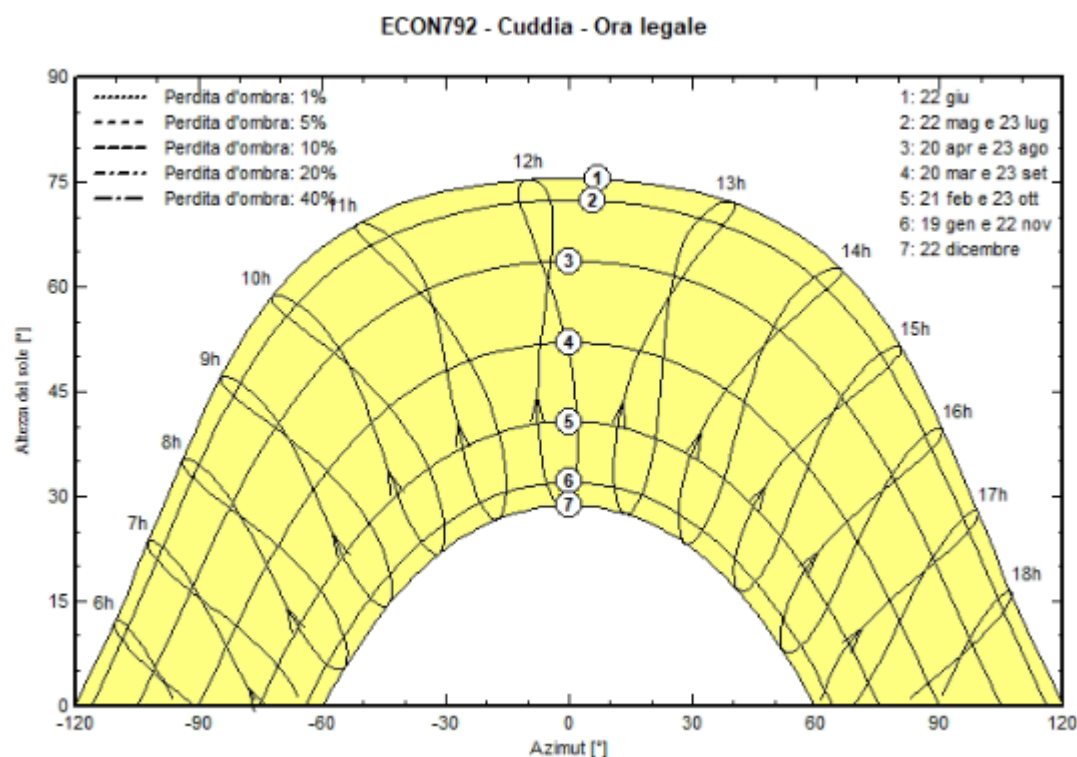


Figura 11 - Diagramma clinometrico

A seguito dei rilievi effettuati in sede di sopralluogo, è stato accertato che non esistono ostacoli significativi tali da presentare ombreggiamenti locali sulla superficie dell'impianto fotovoltaico.

3.7. MODULO 7 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO (PRINCIPALI PER PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE)

DPR	547/55	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
Legge	46/90	Norme per la sicurezza degli impianti
L.	186/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
DPR	447/91	Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti
D.Lgs	163/06	Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	23

D.Lgs	626/94	Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
D.Lgs	494/96	Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili
D.Lgs	31/08	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
D.Lgs	81/08	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.Lgs	106/09	"Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
D. M.	37/08	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
D.M.	14/01/08	Norme tecniche per le costruzioni
D.M.	28/07/05	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
D.M.	06/02/06	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
D.M.	23/02/07	Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici
DPR	554/99	Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici
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	11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI	11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
CEI	11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	24

CEI	13-4	Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica
CEI	20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV
CEI	20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
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	20-22	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
CEI	20-38	Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV
CEI	20-38/2	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi Parte 2 - Tensione nominale U_0 /U superiore a 0,6/1 kV
CEI	20-40	Guida per l'uso di cavi in bassa tensione
CEI	20-42/1	Calcolo delle portate dei cavi elettrici Regime di carico ciclico per cavi con tensione inferiore o uguale a 18/30 (36) kV
CEI	20-45	Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LS0H) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1 kV
CEI	20-49	Cavi per energia 0,6/1 kV con speciali caratteristiche di comportamento al fuoco per impiego negli impianti di produzione dell'energia elettrica
CEI	20-67	Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV
CEI	22-2	Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
CEI	23-46	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati
CEI	23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI	64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI	64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI	81-1	Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI	82-1	Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
CEI	82-2	Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per celle solari di riferimento

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	25

CEI	82-3	Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
CEI	82-4	Protezione contro la sovratensione dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia - Guida
CEI	82-8	Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI	82-9	Sistemi fotovoltaici – Caratteristica dell'interfaccia di raccordo alla rete
CEI	82-15	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
CEI	82-16	Schiere di moduli fotovoltaici in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
CEI	82-17	Sistemi fotovoltaici di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
CEI	82-22	Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
CEI	82-25	Guida per la realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
CEI	EN 50160/A1	Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
CEI	EN 50522 (CEI 99-3)	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
CEI	EN 60076	Trasformatori di potenza – (serie)
CEI	EN 60099-1-2	Scaricatori
CEI	EN 60255	Relè elettrici – (serie)
CEI	EN 60439-1-2-3	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
CEI	EN 60529	Grado di protezione degli involucri (Codice IP)
CEI	EN 61215	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI	EN 61936-1 (CEI 99-2)	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni
CEI	UNEL 35016	Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011)

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	26

CEI	UNEL 35024-1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
CEI	UNEL 35364	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
UNI	8477	Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
UNI	9488	Energia solare – vocabolario
UNI	10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
AEEG	28/06	Condizioni tecnico economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del D.Lgs. 387 del 29/12/2003
AEEG	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
ENEL	DK5970	Prescrizioni Enel Distribuzione Spa - Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di ENEL distribuzione Ed. II Febbraio 2006
ENEL		Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	27

4. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter di stringa, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nelle Power Station, dove avverrà la trasformazione BT/MT. La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascuna PS verrà quindi vettoriata verso la MTR di impianto, dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna prima presso la stazione elettrica utente (SSEU) Guarini, connessa, tramite altre 2 sottostazioni, alle barre AT del gestore nella stazione TERNA "Partanna 2" a 220 kV. Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da 5 aree elettricamente connesse a 5 power station di potenza variabile come di seguito esplicitato:

Sottocampo	Potenza picco (kW)
PS1	6.690,00
PS2	6.690,00
PS3	6.690,00
PS4	6.300,00
PS5	6.300,00
Totale	32.670,00 kW

Tabella 2 - Suddivisione in PS dell' area di impianto

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, gravanti su pali infissi o trivellati nel terreno a profondità variabile.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione. Il generatore fotovoltaico, presenta una potenza di picco complessiva pari a **32.670,00 kW_p**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (Massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

L'impianto agrovoltaco in oggetto è composto complessivamente da 52.272 moduli fotovoltaici del tipo N-type in silicio monocristallino, collegati in serie da 24 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe, e da questi collegati agli inverter di stringa in numero pari a 93. Dagli inverter avviene il collegamento in BT verso le cinque PS di progetto dove avverrà la trasformazione BT/MT.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi che variano da 22/24 presso gli inverter di stringa, dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in PS, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	28

AREA	INVERTER - STRING BOX	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza ingresso inverter [kW]	Corrente ingresso sezione inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]	Potenza di esercizio AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC	POTENZA TRAFZO	Rapporto di utilizzo trafo BT/MT
PS1	1.1	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100	6690	5700	6600	0,863636
	1.2	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	1.3	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	1.4	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	1.5	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	1.6	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.7	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.8	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.9	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.10	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.11	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.12	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.13	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.14	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.15	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.16	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.17	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.18	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	1.19	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
PS2	2.1	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100	6690	5700	6600	0,863636
	2.2	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	2.3	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	2.4	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	2.5	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	2.6	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.7	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.8	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.9	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.10	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.11	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.12	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.13	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.14	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.15	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.16	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.17	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.18	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	2.19	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
PS3	3.1	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100	6690	5700	6600	0,863636
	3.2	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	3.3	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	3.4	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	3.5	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	3.6	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.7	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.8	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.9	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.10	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.11	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.12	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.13	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.14	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.15	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.16	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.17	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.18	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	3.19	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				

Tabella 3 - Dettaglio dimensionamento impianto

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	29

AREA	INVERTER - STRING BOX	n. stringhe per ciascun string/box - inverter	Corrente stringbox	N. Moduli per inverter	Potenza ingresso inverter [kW]	Corrente ingresso sezione inverter [A]	Potenza sottocampo [kW]	Potenza di esercizio AC singolo inverter	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)	POTENZA LATO DC	POTENZA LATO AC	POTENZA TRAFZO	Rapporto di utilizzo trafo BT/MT
PS4	4.1	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100	6300	5400	6600	0,818182
	4.2	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	4.3	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	4.4	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	4.5	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	4.6	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	4.7	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.8	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.9	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.10	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.11	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.12	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.13	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.14	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.15	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.16	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.17	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	4.18	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
PS5	5.1	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100	6300	5400	6600	0,818182
	5.2	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	5.3	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	5.4	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	5.5	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	5.6	22	314,6	528	330	314,6	330	300	1,100				
	5.7	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.8	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.9	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.10	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.11	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.12	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.13	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.14	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.15	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.16	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.17	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				
	5.18	24	343,2	576	360	343,2	360	300	1,200				

Tabella 4 - Dettaglio dimensionamento impianto

Di seguito vengono riportati i dettagli dei moduli, degli inverter e dei layout e le varie verifiche.

4.1. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli previsti dal presente progetto sono tutti della medesima tipologia e taglia. Si tratta dei moduli bifacciali JA Solar, modello JAM72D42-625/LB, di nuova tecnologia n-type. La tecnologia n-type consente il funzionamento della cella fotovoltaica su un letto composto dalla componente negativa di fosforo che non reagendo con l'ossigeno come il boro, consente l'aumento della efficienza del modulo eliminando il difetto di "Ricombinazione" ossigeno-silicio-boro. Il modulo è composto da (6x12+6x12) celle, la cui potenza di picco è pari a 625Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 24.

Ogni modulo ha dimensioni pari a 2465 x 1134 x 35 mm.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	30

Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 24, per cui la tensione della stringa nel punto MPPT risulta essere variabile dai 1130,24 V alla temperatura di 0°C fino ai 870,40 V alla temperatura di 80°C .

Nelle condizioni STC il modulo presenta un'efficienza del 22,4 %.

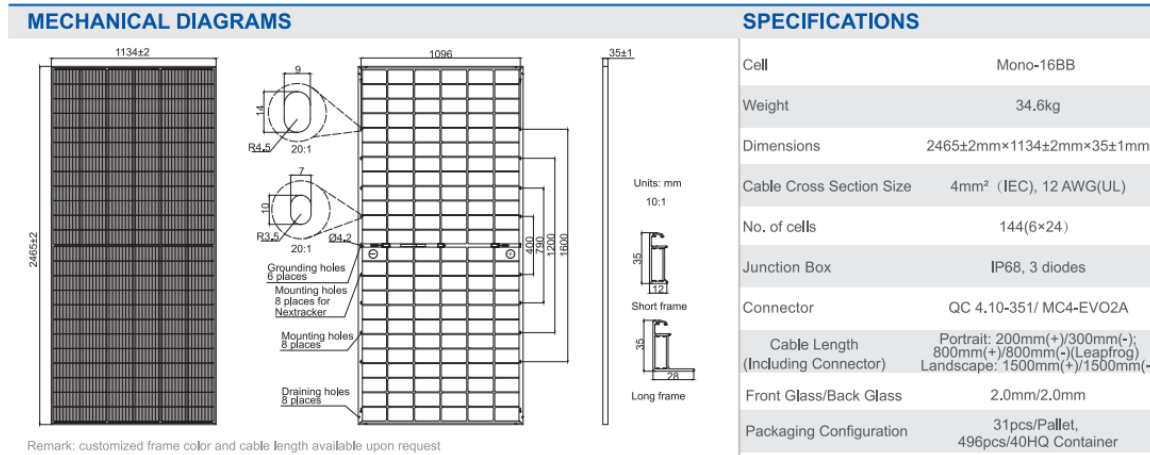


Figura 12 – Dati dimensionali modulo fotovoltaico

Di seguito si riportano i principali dati tecnici estratti dai datasheet. Per la descrizione dettagliata e le certificazioni si rimanda alla relazione tecnica impianti.

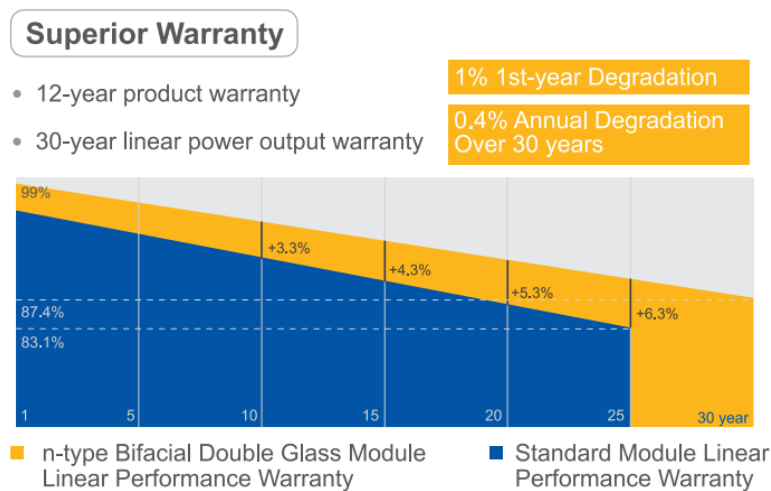


Figura 13 – Prestazioni garantite modulo fotovoltaico

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	31

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC							
TYPE	JAM72D42 -605/LB	JAM72D42 -610/LB	JAM72D42 -615/LB	JAM72D42 -620/LB	JAM72D42 -625/LB	JAM72D42 -630/LB	
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	605	610	615	620	625	630	
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	51.27	51.47	51.67	51.86	52.05	52.24	
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	42.91	43.11	43.31	43.51	43.71	43.90	
Short Circuit Current(Isc) [A]	14.83	14.88	14.93	14.98	15.03	15.08	
Maximum Power Current(Imp) [A]	14.10	14.15	14.20	14.25	14.30	14.35	
Module Efficiency [%]	21.6	21.8	22.0	22.2	22.4	22.5	
Power Tolerance	0~+5W						
Temperature Coefficient of Isc(α_{Isc})	+0.046%/°C						
Temperature Coefficient of Voc(β_{Voc})	-0.260%/°C						
Temperature Coefficient of Pmax(γ_{Pmp})	-0.300%/°C						
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G						
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.							
ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 10% SOLAR IRRADIATION RATIO						OPERATING CONDITIONS	
TYPE	JAM72D42 -605/LB	JAM72D42 -610/LB	JAM72D42 -615/LB	JAM72D42 -620/LB	JAM72D42 -625/LB	JAM72D42 -630/LB	
Rated Max Power(Pmax) [W]	653	659	664	670	675	680	Maximum System Voltage 1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	51.27	51.47	51.67	51.86	52.05	52.24	Operating Temperature -40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	42.91	43.11	43.31	43.51	43.71	43.90	Maximum Series Fuse Rating 30A
Short Circuit Current(Isc) [A]	16.01	16.07	16.12	16.18	16.23	16.29	Maximum Static Load,Front* 5400Pa(112 lb/ft ²) Maximum Static Load,Back* 2400Pa(50 lb/ft ²)
Max Power Current(Imp) [A]	15.23	15.28	15.34	15.39	15.44	15.50	NOCT 45±2°C
Irradiation Ratio (rear/front)	10%						Bifaciality** 80%±10%
*For Nexttracker installations, maximum static load please take compatibility approve letter between JA Solar and Nexttracker for reference.							Fire Performance UL Type 29
**Bifaciality=Pmax,rear/Rated Pmax,front							

Figura 14 – Dati tecnici modulo fotovoltaico

I moduli previsti in progetto sono del tipo “bifacciali”, con vetro da 2,0 mm sia sulla parte anteriore che posteriore e garantiscono una efficienza, pari a 22,40% in condizioni STC.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate, in modo tale da garantire l’installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa struttura, al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria. Per i dettagli della struttura di sostegno si rimanda al paragrafo relativo.

4.2. INVERTER

L’impianto di progetto è dotato di inverter di stringa. Il compito degli inverter di stringa è quello di raccogliere la corrente proveniente dalle stringhe di impianto convertendo la corrente da continua (CC) ad alternata (AC).

Gli inverter di progetto saranno del tipo SUN2000-330KTL della casa produttrice Huawei, multi-MPPT per sistemi 1500 Vdc. A seguire il datasheet di progetto:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	32

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	Yes
Anti-Islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-30 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless

Figura 15 – Datasheet inverter

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	33



Figura 16 – Inverter di progetto HUAWEI-SUN2000-330KTL-H1

Di seguito si allega lo schema circuitale, le curve di rendimento e i datasheet dell'inverter.

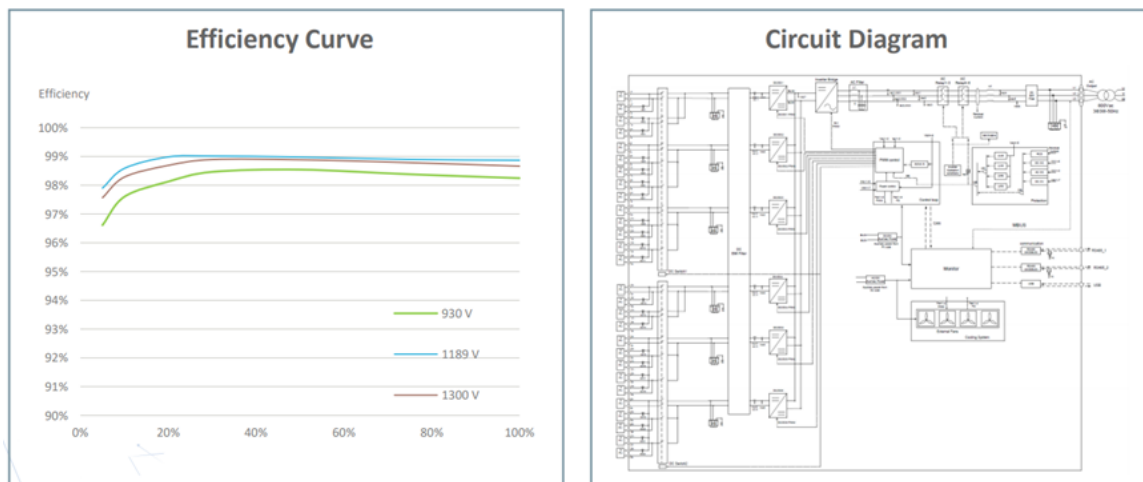


Figura 17 – Schema circuitale e curve di rendimento dell'inverter HUAWEI-SUN2000-330KTL-H1

4.3. CRITERIO DI VERIFICA ELETTRICA

Il numero di moduli in una stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo sono vincolati ai valori della tensione e della corrente di ingresso dell'inverter scelto. Infatti, la tensione e la corrente del generatore FV deve essere coordinata alla tensione e alla corrente di ingresso dell'inverter, rispettando le seguenti condizioni:

- 1 La massima tensione del generatore fotovoltaico, V_{PV_max} , non deve essere superiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter, V_{inv_max} ;
- 2 La minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico,

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	34

- $V_{PV_mppt_min}$, non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter, $V_{inv_MPPT_min}$;
- La massima tensione nel punto di massima potenza $V_{PV_mppt_max}$, del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter, $V_{inv_MPPT_max}$;
 - La massima corrente del generatore fotovoltaico, I_{PV_max} , non deve essere superiore alla massima corrente di cortocircuito ammessa in ingresso all'inverter, $I_{inv_SC_max}$;
 - La massima corrente di stringa, I_{str_max} , non deve essere superiore alla massima corrente ammessa in ingresso al connettore MPPT, $I_{inv_MPPT_max}$ in condizioni di normale funzionamento;
 - La massima corrente di stringa, $I_{SC_str_max}$, non deve essere superiore alla massima corrente ammessa in ingresso al connettore MPPT, $I_{inv_SC_max}$ in condizioni di cortocircuito;

4.3.1. Condizione 1

La massima tensione del generatore fotovoltaico è la massima tensione di stringa calcolata a vuoto alla minima temperatura di funzionamento ipotizzabile per i moduli fotovoltaici, in genere assunta pari a:

- -10°C per le zone fredde;
- 0°C per le zone meridionali e costiere;

La tensione a vuoto, V_{oc} [V], di un modulo fotovoltaico valutata alla temperatura di funzionamento minima, T_{min} [$^{\circ}\text{C}$], è espressa attraverso il coefficiente correttivo, β , di temperatura della tensione a vuoto fornito dal costruttore per il modulo fotovoltaico:

$$V_{oc}(T_f) = V_{oc} - \beta \cdot \frac{V_{oc}}{100} \cdot (25 - T_{min})$$

La massima tensione del generatore fotovoltaico è quindi il prodotto tra quella del modulo e il numero di moduli per stringa, N_s

$$V_{PV_max} = N_s \cdot V_{oc}(T_{min})$$

La condizione da verificare è quindi:

$$V_{PV_max} \leq V_{inv_max}$$

4.3.2. Condizione 2

La minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico è la tensione di stringa calcolata con:

- ✓ Irraggiamento pari a 1000 W/m^2 ;
- ✓ Temperatura pari a 80°C ;

La minima tensione nel punto di massima potenza, V_{mppt_min} , di un modulo fotovoltaico

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	35

valutata alla temperatura di funzionamento massima, T_{max} [°C], è espressa attraverso il coefficiente correttivo, β , di temperatura della tensione a vuoto fornito dal costruttore per il modulo fotovoltaico:

$$V_{mppt_min}(T_{max}) = V_{mppt} - \beta \cdot \frac{V_{oc}}{100} \cdot (25 - T_{max})$$

La minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico è quindi il prodotto tra quella del modulo e il numero di moduli per stringa, N_s

$$V_{PV_mppt_min} = N_s \cdot V_{mppt_min}(80^\circ C)$$

La condizione da verificare è quindi:

$$V_{PV_mppt_min} \geq V_{inv_MPPT_min}$$

4.3.3. Condizione 3

La massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico è la tensione di stringa calcolata con:

- ✓ Irraggiamento pari a 1000 W/m²;
- ✓ Temperatura pari a -10°C per le zone fredde e 0°C per le zone meridionali e costiere;

La massima tensione nel punto di massima potenza, V_{mppt_max} , di un modulo fotovoltaico valutata alla temperatura di funzionamento massima, T_{min} [°C], è espressa attraverso il coefficiente correttivo, β , di temperatura della tensione a vuoto fornito dal costruttore per il modulo fotovoltaico:

$$V_{mppt_max}(T_{min}) = V_{mppt} - \beta \cdot \frac{V_{oc}}{100} \cdot (25 - T_{min})$$

La massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico è quindi il prodotto tra quella del modulo e il numero di moduli per stringa, N_s

$$V_{PV_mppt_max} = N_s \cdot V_{mppt_max}(T_{min})$$

La condizione da verificare è quindi:

$$V_{PV_mppt_max} \leq V_{inv_MPPT_max}$$

4.3.4. Condizione 4

La massima corrente del generatore fotovoltaico, I_{pv_max} , è data dalla somma delle correnti massime erogate da ciascuna stringa, I_{str_max} , in parallelo.

La massima corrente di stringa è pari al prodotto tra la corrente di cortocircuito di un modulo fotovoltaico in condizioni standard, I_{sc} , e un coefficiente di sicurezza pari a 1,25 che tiene conto dell'aumento della corrente a causa di valori di irraggiamento superiori a 1000 W/m².

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	36

$$I_{SC_str_max} = 1,25 \cdot I_{SC}$$

La massima corrente del generatore fotovoltaico dipende quindi dal numero di stringhe, N_{str} , collegate all'inverter.

$$I_{PV_max} = N_{str} \cdot I_{SC_str_max}$$

La condizione da verificare è quindi:

$$I_{PV_max} \leq I_{inv_SC_max}$$

Di conseguenza, per ogni inverter dipende dal numero di stringhe collegate ad esso.

4.3.5. Condizione 5

La massima corrente di stringa, I_{str_max} , è pari alla corrente nel punto MPPT di un modulo fotovoltaico in condizioni standard, I_{mppt} .

La condizione da verificare è quindi:

$$I_{str_max} = I_{mppt} \leq I_{inv_MPPT_max}$$

In realtà, anziché verificare la corrente massima di stringa, bisogna verificare la somma delle correnti massime di stringa all'ingresso dell'MPPT dell'inverter, poiché gli ingressi possono essere multipli. Se le stringhe all'ingresso dell'MPPT dell'inverter sono n , la condizione da verificare sarà

$$n \cdot I_{str_max} = I_{mppt} \leq I_{inv_MPPT_max}$$

4.3.6. Condizione 6

La massima corrente di stringa in condizioni di cortocircuito, $I_{SC_str_max}$, è pari al prodotto tra la corrente di cortocircuito di un modulo fotovoltaico in condizioni standard, I_{SC} , e un coefficiente di sicurezza pari a 1,25 che tiene conto dell'aumento della corrente a causa di valori di irraggiamento superiori a 1000 W/m².

$$I_{SC_str_max} = 1,25 \cdot I_{SC}$$

La condizione da verificare è quindi:

$$I_{SC_str_max} \leq I_{inv_SC_max}$$

In realtà, anziché verificare la corrente massima di stringa, bisogna verificare la somma delle correnti massime di stringa all'ingresso dell'MPPT dell'inverter, poiché gli ingressi possono essere multipli. Se le stringhe all'ingresso dell'MPPT dell'inverter sono n , la condizione da verificare sarà

$$n \cdot I_{SC_str_max} \leq I_{inv_SC_max}$$

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	37

4.4. VERIFICHE ELETTRICHE

In questo paragrafo vengono riportate le tabelle con i valori da cui si possono verificare le condizioni precedenti.

Le condizioni sono verificate in corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli a 0°C e dei valori massimi di lavoro degli stessi a 80°C, visto che l'impianto si trova in zone meridionali.

Le prime tre condizioni sono calcolate in base al numero di moduli in serie, pari a 24 e uguale per tutte le stringhe dell'impianto.

La quarta condizione dipende dal numero di stringhe collegate per ogni inverter, che in tale impianto può essere tra 22 e 24. Di conseguenza, la verifica viene effettuata per i vari casi.

Le ultime due condizioni dipendono dal numero di stringhe in ingresso ad ogni regolatore MPPT dell'inverter, che, in questo caso, può essere pari a 4 o 5.

V_{oc} (STC) [V]	β [%/°C]	T_{min} [°C]	V_{oc} (Tf) [V]	N_s	V_{PV_max} [V]	V_{inv_max} [V]
52,05	-0,26	0	55,43	24	1330,40	1500

Tabella 5 – Verifica condizione 1

V_{mppt} (STC) [V]	β [%/°C]	T_{max} [°C]	V_{mppt_min} (T_{max}) [V]	N_s	$V_{PV_mppt_min}$ [V]	$V_{inv_MPPT_min}$ [V]
43,71	-0,26	80	36,27	24	870,40	500

Tabella 6 – Verifica condizione 2

V_{mppt} (STC) [V]	β [%/°C]	T_{min} [°C]	V_{mppt_max} (T_{min}) [V]	N_s	$V_{PV_mppt_max}$ [V]	$V_{inv_MPPT_max}$ [V]
43,71	-0,26	0	47,09	24	1130,24	1500

Tabella 7 – Verifica condizione 3

Stringhe per inverter	I_{sc} (STC) [A]	$I_{sc_str_max}$ [A]	I_{PV_max} [A]	$I_{inv_sc_max}$ [A]
22	15,03	18,79	413,33	690
24	15,03	18,79	450,9	690

Tabella 8 – Verifica condizione 4

n.stringhe per MPPT (n)	I_{str_max} [A]	$n \cdot I_{str_max}$ [A]	$I_{inv_MPPT_max}$ [A]
4	14,3	57,2	65
5	14,3	71,5	65

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	38

Tabella 9 – Verifica condizione 5

n.stringhe per MPPT (n)	$I_{SC_str_max}$ [A]	$n \cdot I_{SC_str_max}$ [A]	$I_{inv_SC_max}$ [A]
4	18,79	75,15	115
5	18,79	93,94	115

Tabella 10 – Verifica condizione 6

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva con le condizioni da rispettare e il risultato ottenuto dall'impianto in questione.

CONDIZIONE 1	
$V_{PV_max} \leq V_{inv_max}$	VERIFICATO
CONDIZIONE 2	
$V_{PV_mppt_min} \geq V_{inv_MPPT_min}$	VERIFICATO
CONDIZIONE 3	
$V_{PV_mppt_max} \leq V_{inv_MPPT_max}$	VERIFICATO
CONDIZIONE 4	
$I_{PV_max} \leq I_{inv_SC_max}$	VERIFICATO
CONDIZIONE 5	
$4 \cdot I_{str_max} \leq I_{inv_MPPT_max}$	VERIFICATO
$5 \cdot I_{str_max} \leq I_{inv_MPPT_max}$	NON VERIFICATO
CONDIZIONE 6	
$4 \cdot I_{SC_str_max} \leq I_{inv_SC_max}$	VERIFICATO
$5 \cdot I_{SC_str_max} \leq I_{inv_SC_max}$	VERIFICATO

Tabella 11– Condizioni da verificare

Poiché per 5 stringhe all'ingresso dell'MPPT non è verificata una condizione (corrente massima di stringa per MPPT), è necessario disporre in modo equivalente le stringhe sugli ingressi dei MPPT dell'inverter, in modo tale da avere non più di 4 stringhe all'ingresso di ogni MPPT. Nel seguito, si dà dettaglio della verifica dei parametri di funzionamento di ciascuna area.

4.4.1. Area PS1

L'area di impianto collegata alla Power Station PS1 si compone di un'unica area.

In quest'area sono presenti 19 inverter, di cui 5 inverter sono collegati a 22 stringhe e 14 inverter è collegato a 24 stringhe.

Ogni stringa è composta da 24 moduli fotovoltaici in serie.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	39

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVsyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter;
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 2%);
- verifiche perdite ohmiche compressive;

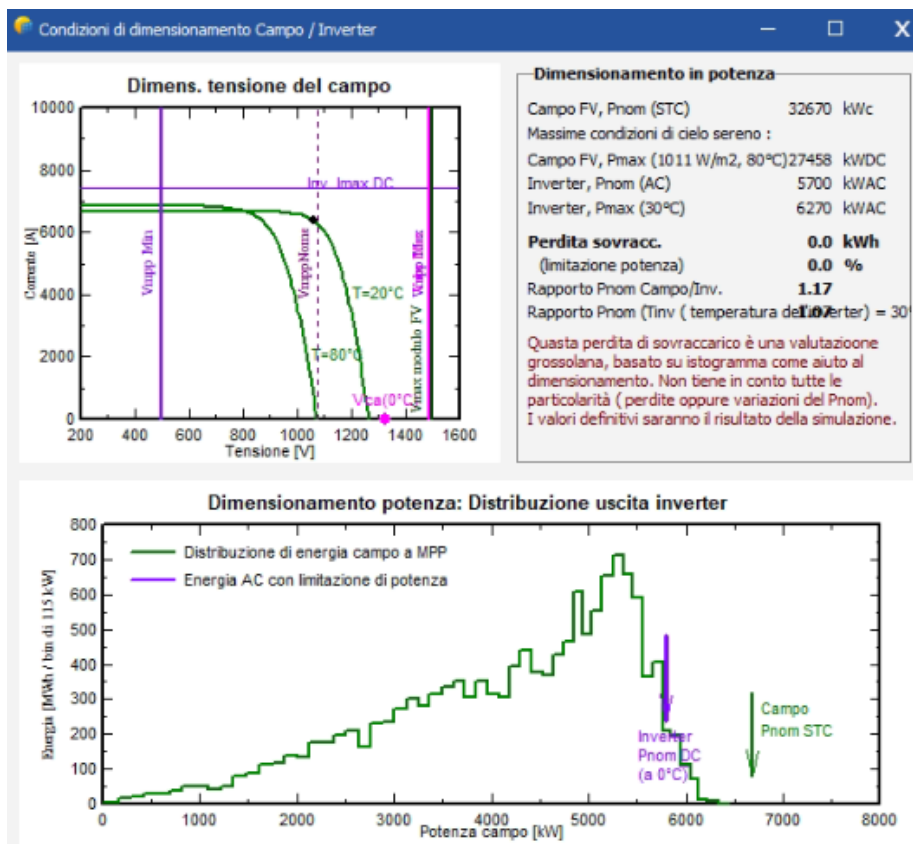


Figura 18 – Verifiche dimensionamento campo/inverter su PVsyst dell'area PS1



Figura 19 - Verifiche perdite ohmiche lato DC su PVsyst dell'area PS1

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	40

Circuito DC: perdite ohmiche per il sottocampo

Specificato da

- Res. globale di cablaggio: 21.36 mΩ Calcolate Predefinito
- Fraz. perdite a STC: 0.64 % Predefinito

Calcolo dettagliato

Caduta di tensione diodo di serie: 0.7 V Predefinito

Circuito MV:
Questa sezione del cavo sembra sovradimensionata

Perdite AC dopo l'inverter

Perdite AC del cavo dall'inverter al trasfo. (per inverter)

- Utilizza la perdita ohmica del circuito AC.
- per inverter Sistema completo
- Lunghezza dall'inverter al trasformatore MT: 190.0 m
- Fraz. perdite a STC: 0.76 %
- Sezione cavi: 400 mm²
- STC: Pac = 324 kW, Vac = 800 V Tri, I = 234 A
- Caduta di tensione a STC: 6.1 V (0.76%)
- Impiega uno o diversi trasf. MV Questo sotto-campo Sistema completo
- Impiega un trasformatore HV

Trasformatore esterno di medio voltaggio

Trasformatore() MV per l'intero sistema

Numero dei trasfor MV: 5 scollegato di notte

Valori generici

Pac(STC) di riferimento: 6.42 MW

Perdita a vuoto (val. costante): 0.09 % 5.84 kW predefinito

Perdite a carico (resistive): 1.00 % a STC predefinito

Resistenza equivalente Trasfo: 3 x 1.00 mΩ/trasfo

Trasformatore da schede tecniche

Utilizza le specifiche del trasfo

Potenza nominale: N/A MVA

Perdite a vuoto (non perdita a carico): N/A MVA

Perdita a carico (resistiva) a PNom: N/A MVA

Perdita globale al PNom: N/A MVA

Efficienza globale al PNom: N/A %

Linea di medio voltaggio (ogni trasfo)

Voltaggio linea MV: 30.0 kV

Lunghezza media linea MT: 1400 m

Fraz. perdite a STC: 0.06 %

Sezione cavi: 500 mm²

STC: Pac = 6418 kW, Vac = 30.0 kV Tri, I = 123.5 A

Caduta di tensione a STC: 18.9 V (0.06%)

Figura 20 – Verifiche perdite ohmiche complessive su PV_{syst} dell'area PS1

4.4.2. Area PS2

L'area di impianto collegata alla Power Station PS2 si compone di un'unica area.

In quest'area sono presenti 19 inverter, di cui 5 inverter sono collegati a 22 stringhe e 14 inverter è collegato a 24 stringhe.

Ogni stringa è composta da 24 moduli fotovoltaici in serie.

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter;
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 2%);
- verifiche perdite ohmiche complessive;

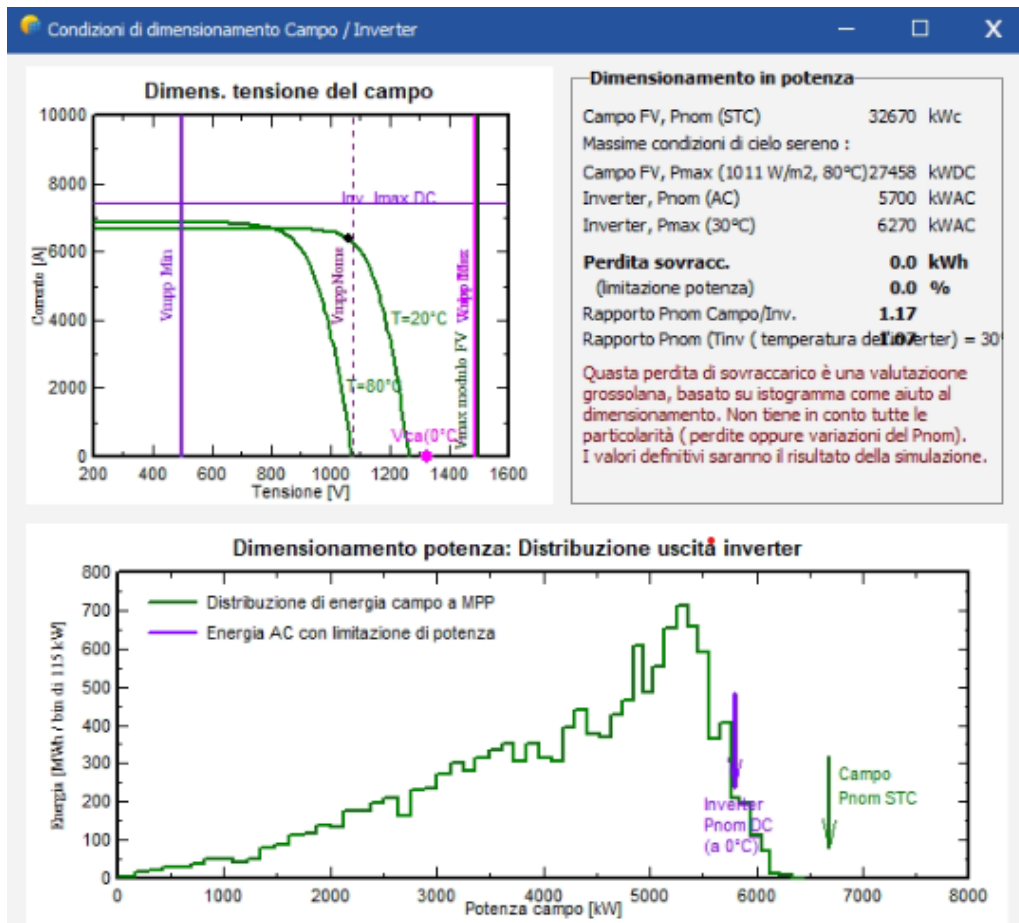


Figura 21 - Verifiche dimensionamento campo/inverter su PVsyst dell'area PS2



Figura 22 - Verifiche perdite ohmiche lato DC su PVsyst dell'area PS2

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	42

The screenshot displays the PVSyst software interface for calculating losses in a PV system. It is divided into several sections:

- Circuito DC: perdite ohmiche per il sottocampo**: Includes options for 'Res. globale di cablaggio' (21.24 mΩ) and 'Fraz. perdite a STC' (0.64 %). A 'Calcolo dettagliato' button is visible.
- Perdite AC dopo l'inverter**: Contains sub-sections for 'Perdite AC del cavo dall'inverter al trasfo.' (with 'Utilizza la perdita ohmica del circuito AC.' checked) and 'Trasformatore esterno di medio voltaggio' (with 'Trasformatore() MV per l'intero sistema' set to 5).
- Linea di medio voltaggio (ogni trasfo)**: Shows 'Voltaggio linea MV' (30.0 kV) and 'Lunghezza media linea MT' (1400 m).
- Valori generici**: Lists 'Pac(STC) di riferimento' (6.42 MW), 'Perdita a vuoto' (0.09 %), and 'Perdite a carico (resistive)' (1.00 %).
- Trasformatore da schede tecniche**: A table for technical specifications with 'Utilizza le specifiche del trasfo' checked.

A warning message in the top right corner states: 'Circuito MV: Questa sezione del cavo sembra sovradimensionata'.

Figura 23 – Verifiche perdite ohmiche complessive su PV syst dell'area PS2

4.4.3. Area PS3

L'area di impianto collegata alla Power Station PS3 si compone di un'unica area.

In quest'area sono presenti 19 inverter, di cui 5 inverter sono collegati a 22 stringhe e 14 inverter è collegato a 24 stringhe.

Ogni stringa è composta da 24 moduli fotovoltaici in serie.

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter;
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 2%);
- verifiche perdite ohmiche complessive;

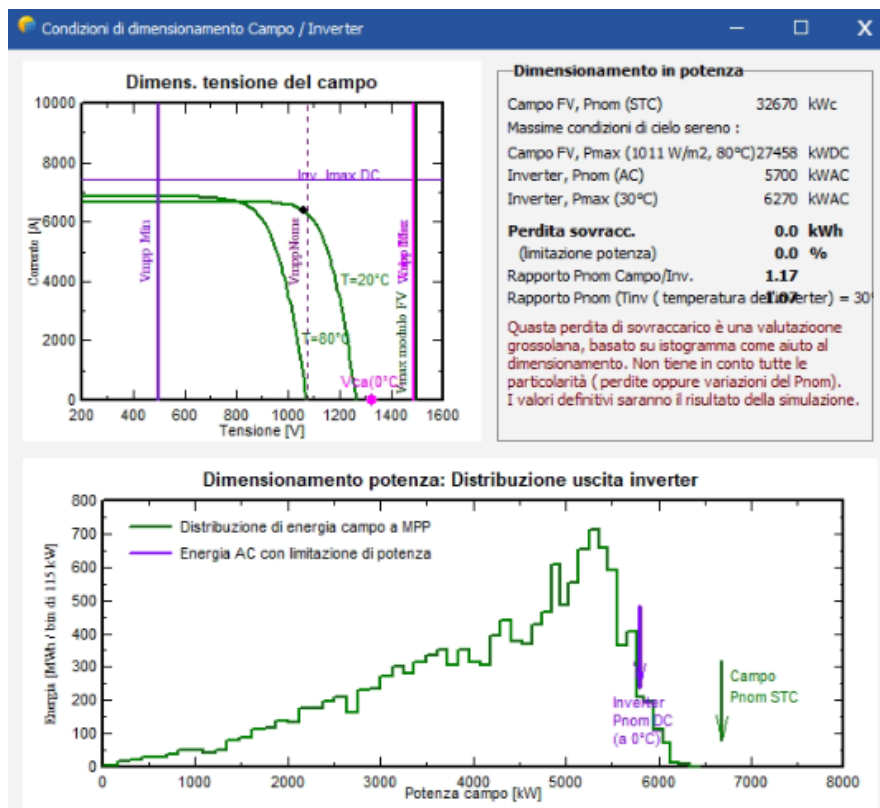


Figura 24 - Verifiche dimensionamento campo/inverter su PVsyst dell'area PS3



Figura 25 - Verifiche perdite ohmiche lato DC su PVsyst dell'area PS3

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	44

Circuito DC: perdite ohmiche per il sottocampo

Specificato da

Res. globale di cablaggio 21.24 mΩ Calcolate

Fraz. perdite a STC 0.64 % Predefinito

Calcolo dettagliato

Caduta di tensione diodo di serie 0.7 V Predefinito

Circuito MV:
Questa sezione del cavo sembra sovradimensionata

Perdite AC dopo l'inverter

Perdite AC del cavo dall'inverter al trasfo. (per inverter)

Utilizza la perdita ohmica del circuito AC.

per inverter Sistema completo

Lunghezza dall'inverter al trasformatore MT. 320.0 m Sezione cavi 400 mm²

Fraz. perdite a STC 1.28 %

STC: Pac = 324 kW, Vac = 800 V Tri, I = 234 A

Caduta di tensione a STC 10.2 V (1.28%)

Impiega uno o diversi trasf. MV Questo sotto-campo

Impiega un trasformatore HV Sistema completo

Trasformatore esterno di medio voltaggio

Trasformatore() MV per l'intero sistema

Numero dei trasfor MV 5 scollegato di notte

Valori generici

Pac(STC) di riferimento 6.42 MW

Perdita a vuoto (val. costante) 0.09 % 5.84 kW predefinito

Perdite a carico (resistive) 1.00 % a STC predefinito

Resistenza equivalente Trasfo 3 x 1.00 mΩ/trasfo

Trasformatore da schede tecniche

Utilizza le specifiche del trasfo

Potenza nominale N/A MVA

Perdita a vuoto (non perdita a carico) N/A MVA

Perdita a carico (resistiva) al PNom N/A MVA

Perdita globale al PNom N/A MVA

Efficienza globale al PNom N/A %

Linea di medio voltaggio (ogni trasfo)

Voltaggio linea MV 30.0 kV

Lunghezza media linea MT 1400 m Sezione cavi 500 mm²

Fraz. perdite a STC 0.06 %

STC: Pac = 6418 kW, Vac = 30.0 kV Tri, I = 123.5 A

Caduta di tensione a STC 18.9 V (0.06%)

Figura 26 – Verifiche perdite ohmiche complessive su PV syst dell'area PS3

4.4.4. Area PS4

L'area di impianto collegata alla Power Station PS4 si compone di un'unica area.

In quest'area sono presenti 18 inverter, di cui 6 inverter sono collegati a 22 stringhe e 12 inverter è collegato a 24 stringhe.

Ogni stringa è composta da 24 moduli fotovoltaici in serie.

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVSyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter;
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 2%);
- verifiche perdite ohmiche complessive;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	45

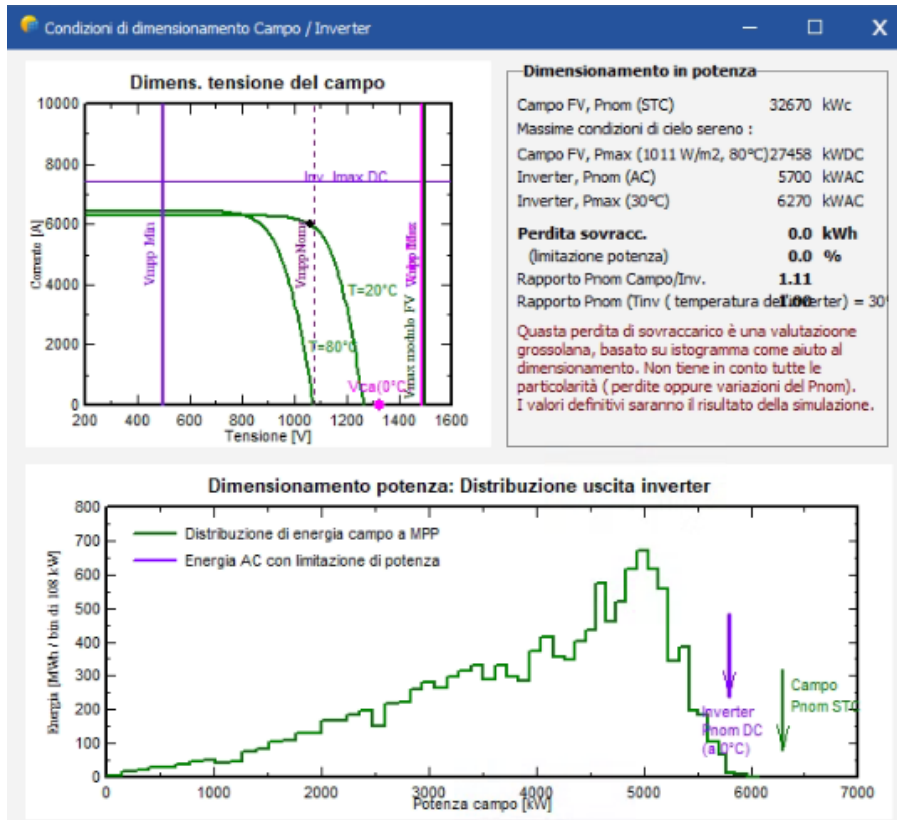


Figura 27 - Verifiche dimensionamento campo/inverter su PVsyst dell'area PS4



Figura 28 - Verifiche perdite ohmiche lato DC su PVsyst dell'area PS4

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	46

The screenshot displays the PVsyst software interface for calculating losses. It is divided into several sections:

- Circuito DC: perdite ohmiche per il sottocampo** (DC Circuit: ohmic losses for the sub-field):
 - Specificato da (Specified by):
 - Res. globale di cablaggio (Global cable resistance): 21.24 mΩ, Calcolate (Calculate)
 - Fraz. perdite a STC (Fraction of losses at STC): 0.64 %, Predefinito (Default)
 - Calcolo dettagliato (Detailed calculation) button.
 - Caduta di tensione diodo di serie (Series diode voltage drop): 0.7 V, Predefinito (Default)
- Perdite AC dopo l'inverter** (AC losses after the inverter):
 - Perdite AC del cavo dall'inverter al trasfo. (per inverter)** (AC losses of the cable from the inverter to the transformer (per inverter)):
 - Utilizza la perdita ohmica del circuito AC. (Use AC circuit ohmic loss).
 - per inverter (per inverter) selected, Sistema completo (Complete system).
 - Lunghezza dall'inverter al trasformatore MT. (Length from inverter to transformer MT): 400.0 m
 - Fraz. perdite a STC (Fraction of losses at STC): 1.60 %
 - Sezione cavi (Cable section): 400 mm²
 - STC: Pac = 324 kW, Vac = 800 V Tri, I = 234 A
 - Caduta di tensione a STC (Voltage drop at STC): 12.8 V (1.60%)
 - Impiega uno o diversi trasf. MV (Use one or more MV transformers)
 - Impiega un trasformatore HV (Use an HV transformer)
 - Questo sotto-campo (This sub-field) selected, Sistema completo (Complete system).
 - Linea di medio voltaggio (ogni trasfo)** (Medium voltage line (per transformer)):
 - Voltaggio linea MV (MV line voltage): 30.0 kV
 - Lunghezza media linea MT (Average MT line length): 1400 m
 - Fraz. perdite a STC (Fraction of losses at STC): 0.06 %
 - Sezione cavi (Cable section): 500 mm²
 - STC: Pac = 6418 kW, Vac = 30.0 kV Tri, I = 123.5 A
 - Caduta di tensione a STC (Voltage drop at STC): 18.9 V (0.06%)
 - Rame (Copper) selected, All
 - Trasformatore esterno di medio voltaggio** (External medium voltage transformer):
 - Trasformatore() MV per l'intero sistema (MV transformer() for the entire system)
 - Numero dei trasfor MV (Number of MV transformers): 5, scollegato di notte (disconnected at night)
 - Valori generici** (Generic values):
 - Pac(STC) di riferimento (Reference Pac(STC)): 6.42 MW
 - Perdita a vuoto (val. costante) (No-load loss (constant val.)): 0.09 % 5.84 kW, predefinito (default)
 - Perdite a carico (resistive) (Resistive load losses): 1.00 % a STC, predefinito (default)
 - Resistenza equivalente Trasfo (Equivalent transformer resistance): 3 x 1.00 mΩ/trasfo
 - Trasformatore da schede tecniche** (Transformer from technical sheets):
 - Utilizza le specifiche del trasfo (Use transformer specifications)
 - Potenza nominale (Nominal power): N/A MVA
 - Perdite a vuoto (non perdita a carico) (No-load loss (not load loss)): N/A MVA
 - Perdita a carico (resistiva) al PNom (Resistive load loss at PNom): N/A MVA
 - Perdita globale al PNom (Global loss at PNom): N/A MVA
 - Efficienza globale al PNom (Global efficiency at PNom): N/A %
- Circuito MV:** Questa sezione del cavo sembra sovradimensionata (This section of the cable seems oversized).

Figura 29 – Verifiche perdite ohmiche complessive su PV syst dell'area PS4

4.4.5. Area PS5

L'area di impianto collegata alla Power Station PS5 si compone di un'unica area.

In quest'area sono presenti 18 inverter, di cui 6 inverter sono collegati a 22 stringhe e 12 inverter è collegato a 24 stringhe.

Ogni stringa è composta da 24 moduli fotovoltaici in serie.

Si riportano di seguito le verifiche del dimensionamento effettuato con il software di calcolo PVsyst, relativamente a:

- dimensionamento campo/inverter;
- verifica perdite ohmiche lato DC (< 2%);
- verifiche perdite ohmiche complessive;

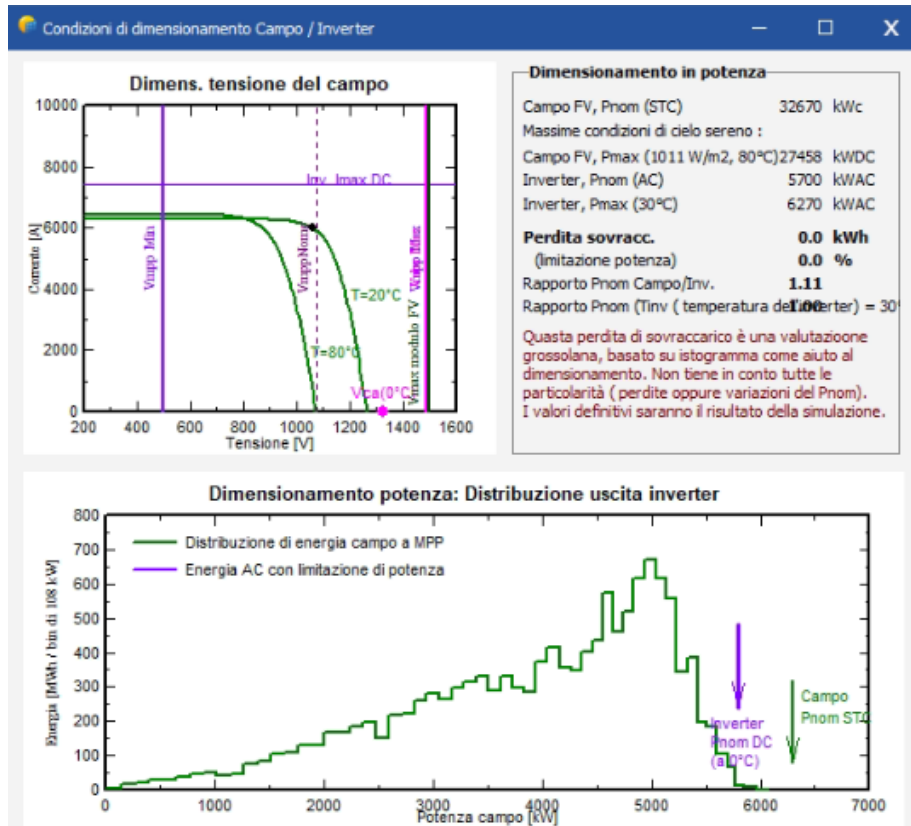


Figura 30 - Verifiche dimensionamento campo/inverter su PVsyst dell'area PS5



Figura 31 - Verifiche perdite ohmiche lato DC su PVsyst dell'area PS5

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	48

Circuito DC: perdite ohmiche per il sottocampo

Specificato da

Res. globale di cablaggio mΩ Calcolate
 Fraz. perdite a STC % Predefinito

Caduta di tensione diodo di serie V Predefinito

?

Circuito MV:
Questa sezione del cavo sembra sovradimensionata

Perdite AC dopo l'inverter

Perdite AC del cavo dall'inverter al trasfo. (per inverter)

Utilizza la perdita ohmica del circuito AC.
 per inverter ?
 Sistema completo

Lunghezza dall'inverter al trasformatore: m
 Fraz. perdite a STC: %
 STC: Pac = 324 kW, Vac = 800 V Tri, I = 234 A
 Caduta di tensione a STC: 7.3 V (0.92%)

Impiega uno o diversi trasf. MV
 Impiega un trasformatore HV

Questo sotto-campo
 Sistema completo

Linea di medio voltaggio (ogni trasfo)

Voltaggio linea MV: kV
 Lunghezza media linea MT: m
 Fraz. perdite a STC: %
 STC: Pac = 6418 kW, Vac = 30.0 kV Tri, I = 123.5 A
 Caduta di tensione a STC: 18.9 V (0.06%)

Trasformatore esterno di medio voltaggio

Trasformatore() MV per l'intero sistema ?

Numero dei trasfor MV: scollegato di notte

Valori generici

Pac(STC) di riferimento: **6.42 MW**

Perdita a vuoto (val. costante): % kW predefinito
 Perdite a carico (resistive): % a STC predefinito
 Resistenza equivalente Trasfo: 3 x 1.00 mΩ/trasfo

Trasformatore da schede tecniche

Utilizza le specifiche del trasfo

Potenza nominale: MVA
 Perdite a vuoto (non perdita a carico): MVA
 Perdita a carico (resistiva) a PNom: MVA
 Perdita globale al PNom: MVA
 Efficienza globale al PNom: %

Figura 32 – Verifiche perdite ohmiche complessive su PV syst dell'area PS5

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	49

5. CALCOLO IMPIANTI BT

5.1. CAVI IN CORRENTE CONTINUA

I cavi per il lato in c.c. possono essere

- Cavi solari, per posa in prossimità dei moduli fotovoltaici o direttamente esposti alla luce solare;
- Cavi ordinari, per posa all'interno di canali e tubi protettivi.

Normalmente si utilizzano cavi solari per cablare i moduli di una singola stringa e cavi ordinari per gli altri collegamenti del circuito in c.c. Per entrambe le tipologie di cavo la tensione nominale deve essere coordinata con quella del campo fotovoltaico.

5.1.1. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto della seguente disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17:

- ✓ La tensione nominale del circuito in c.c. non deve essere superiore al 150 % della tensione nominale del cavo;
- ✓ La sezione del cavo scelto deve essere caratterizzato da una portata immediatamente superiore alla corrente effettivamente circolante;

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione della specifica appena riportata, si procederà a verificare che

- ✓ La caduta di tensione lungo la linea sia minore del 1-2%;

5.1.2. Tensione nominale del circuito in c.c.

Come si è detto nel paragrafo precedente, la tensione nominale del circuito in c.c. non deve essere superiore al 150 % della tensione nominale del cavo. Assumendo come tensione nominale del circuito in c.c. la tensione di stringa, V_{oc_str} , a circuito aperto aumentata cautelativamente del 20 %, la scelta del cavo va effettuata in modo da rispettare la condizione:

- ✓ $1,2 \cdot V_{oc_str} \leq 1,5 \cdot U_0$ per impianti di floating o con un polo a terra;
- ✓ $1,2 \cdot V_{oc_str} \leq 1,5 \cdot U$ per impianti con punto centrale a terra.

dove U_0/U è il rapporto fornito dal costruttore con riferimento, convenzionalmente, all'impiego in c.a. che esprime la tensione nominale del cavo.

La tensione a vuoto di stringa, invece, è data dal prodotto tra la tensione a vuoto di un singolo modulo e il numero di moduli in serie.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAIICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	50

5.1.3. Calcolo delle portate

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_Z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2$$

dove

- ✓ I_Z = portata effettiva del cavo
- ✓ I_0 = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa sulla superficie del modulo a 60°C
- ✓ K_1 = Fattore di correzione per temperature diverse da 60°C
- ✓ K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

E' necessario verificare che la corrente di impiego del cavo, I_B , sia inferiore alla portata effettiva del cavo, I_Z .

$$I_B \leq I_Z$$

La corrente di impiego è pari a quella di cortocircuito del tratto considerato moltiplicato per un fattore correttivo pari a 1,25

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC}$$

5.1.4. Dati tecnici del cavo utilizzato

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo saranno a norma IEC 60502-2.

Si tratta di cavi che collegano i diversi moduli fotovoltaici, formando le stringhe, con gli inverter di campo.

Ai fini del dimensionamento, si è tenuto conto di cavi di tipologia TECSUN(PV) H1Z2Z2-K (1,5/1,5 kV in DC).

Il cavo è in rame elettrolitico stagnato, a trefoli fini di classe 5 secondo IEC 60228.

L'isolamento è in HEPR reticolato a 120°C. Vi è un doppio strato di isolamento attraverso una guaina in EVA, che è saldamente unita alla prima.

È presente uno schermo protettivo a treccia supplementare in fili di rame stagnato.

La temperatura massima di funzionamento del conduttore è pari a 90°C. Sono anche permesse 20.000 ore di funzionamento alla temperatura di conduzione di 120°C e temperatura ambiente di 90°C

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	51

Tipo	TECSUN(PV) H1Z2Z2-K
Tensione nominale [kV]:	1,5/1,5
Formazione e sezione [mm ²]:	2 x 6
Resistenza a 20 °C [Ω /km]:	3,39
Temperatura max di funzionamento [°C]	120
Portata per posa sulla superficie del modulo a 60°C [A]	67

Tabella 12– Caratteristiche tecniche cavo

5.1.5. Temperatura di posa

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura di posa, diversa da 60°C.

Per il dimensionamento si considera una temperatura di posa pari a 90°C

Il fattore correttivo viene calcolato nel modo seguente

$$K_1 = \sqrt{\frac{T_s - T_a}{T_s - T_0}}$$

Si considera dunque una relazione con la temperatura massima di funzionamento, T_s , pari a 120°C, temperatura ambiente, T_a , pari a 90°C e temperatura di riferimento, T_0 , pari a 60°C.

Effettuando il calcolo si considera un fattore correttivo pari a $K_1 = 0,71$.

5.1.6. Numero di cavi

A scopo cautelativo, si è considerato un numero di cavi posati in fascio pari a 16. Sulla base di ciò, è stato applicato un fattore correttivo pari a $K_2=0,41$, con riferimento alla seguente tabella. Per sezioni in cui i cavi solari sono più di 16, devono essere considerati fasci diversi distanziati tra loro.

N. circuiti	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Coefficiente K_2	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38

Tabella 13 – Coefficiente K_2 in funzione del numero di cavi posti nello stesso fascio

5.1.7. Calcolo delle cadute di tensione

Per il calcolo delle cadute di tensione in percentuale del cavo, si è tenuto conto della resistenza per unità di lunghezza del cavo, r [Ω /km], della lunghezza del cavo, L [m], e della tensione di stringa nel punto di massima potenza calcolata a 25 °C, V_{max} [V], attraverso la formula:

$$\frac{\Delta V}{V} \% = \frac{r \cdot L \cdot I_{SC}}{5 \cdot V_{max}}$$

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	52

5.1.8. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in corrente continua. Il valore di portata indicato per il cavo tiene conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti. Oltre al dimensionamento viene riportato il valore per la verifica della caduta di tensione. La lunghezza del cavo è stata considerata pari a 150 m, valore medio del campo fotovoltaico. Si può osservare che il cavo da 6 mm² rispetta le condizioni di sopra. Questo cavo risulta meccanicamente ed elettricamente compatibile anche con l'inverter utilizzato.

DIMENSIONAMENTO CAVI C.C.						
\	L [m]	I _b [A]	I _{0_min} [A]	I ₀ [A]	Verifica	S [mm ²]
STRINGA	150	18,79	64,80	67	OK	2x6

Tabella 14 – Dimensionamento cavi C.C. con criterio termico

DIMENSIONAMENTO CAVI C.C.												
\	L [m]	S [mm ²]	r [Ω/km]	U ₀ [V]	U [V]	V _{OC} [V]	U _{max_circuito} [V]	Verifica	V _{MP} [V]	ΔV/V [%]	Verifica	
STRINGA	150	2x6	3,39	1500	1500	1249,2	999,36	OK	1249,2	1,22	OK	

Tabella 15 – Verifica della caduta di tensione dei cavi C.C.

5.2. CAVI IN CORRENTE ALTERNATA

I cavi in corrente alternata sono quei cavi in uscita da ogni inverter che vengono condotti fino alla Power Station corrispondente, dove poi vi è la trasformazione BT/MT.

5.2.1. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto della seguente disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17:

- ✓ La sezione del cavo scelto deve essere caratterizzato da una portata immediatamente superiore alla corrente effettivamente circolante;

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione della specifica appena riportata, si procederà a verificare che

- ✓ La caduta di tensione lungo la linea sia minore del 3%;
- ✓ Le perdite di potenza siano minori del 5%;
- ✓ La tenuta termica dei cavi a seguito di un cortocircuito;

5.2.2. Calcolo delle portate

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17. A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	53

portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_Z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

dove

- ✓ I_Z = portata effettiva del cavo
- ✓ I_0 = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C
- ✓ K_1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C
- ✓ K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano
- ✓ K_3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m
- ✓ K_4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

E' necessario verificare che la corrente di impiego del cavo, I_B , sia inferiore alla portata effettiva del cavo, I_Z .

$$I_B \leq I_Z$$

La corrente di impiego si impone pari a quella massima in uscita dall'inverter fornita dal costruttore.

5.2.3. Dati tecnici del cavo utilizzato

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo saranno a norma IEC 60502-2.

Ai fini del dimensionamento, si è tenuto conto di cavi di tipologia ARE4R 0,6/1 kV.

Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con conduttori a corda compatta a fili di alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è in mescola di polietilene reticolato, sotto guaina di PVC speciale di qualità ST2.

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo.

Tipo	ARE4Ro equivalente
Tensione nominale [kV]:	0,6/1,0
Formazione e sezione [mm²]:	3x1x400
Resistenza a 20 °C [Ω/km]:	0,103
Reattanza [Ω/km]:	0,078
Portata per posa interrata a 20°C [A]	549

Tabella 16 – Caratteristiche tecniche cavo

Considerate le diverse portate del cavo nelle differenti modalità di posa, **ai fini del calcolo si terrà conto delle condizioni peggiorative**, ossia quelle relative al **tratto con posa interrata**, intendendosi con esse verificate anche le altre condizioni di posa aventi parametri di calcolo migliorativi rispetto al caso in esame.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	54

5.2.4. Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue, per cavi con temperatura di funzionamento pari a 90°C.

	Cavi con $T_f = 90^\circ\text{C}$					
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C	35 °C	40°C
Coefficiente	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,85

Tabella 17 -Coefficiente K_1 in funzione della temperatura ambiente

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 40°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà $K_1 = 0,85$.

5.2.5. Numero di terne per scavo

A scopo cautelativo, si è preso come valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. In particolare, si considera la compresenza di n. 6 terne di cavi BT direttamente interrati, distanziati di 25 cm tra loro (in orizzontale), come da sezioni tipo allegate al progetto.

Sulla base di ciò, è stato applicato il seguente fattore correttivo $K_2=0,66$.

	Distanza fra i circuiti 0,25 m		
N. circuiti	3	4	6
Coefficiente	0,76	0,72	0,66

Tabella 18 - Coefficiente K_2 in funzione della distanza tra terne in orizzontale

5.2.6. Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche BT, si prevede la posa dei cavi direttamente interrati, ad una profondità media di 1,20 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	55

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

Tabella 19 - Coefficiente K_3 in funzione della profondità di posa dei cavi

Considerando il valore di posa di 1,20 m il fattore sarà pari a $K_3 = 0,96$.

5.2.7. Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W.

	Resistività termica			
Resistività termica [K m/W]	0,8	1,0	1,2	1,5
Coefficiente	1,08	1,00	0,93	0,85

Tabella 20 – Coefficiente K_4 in funzione della resistività termica del terreno

Pertanto, il fattore correttivo utilizzato sarà $K_4 = 0,85$.

5.2.8. Calcolo delle cadute di tensione

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{P_n \cdot R + Q_n \cdot X}{V_n^2}$$

- ✓ P_n : potenza nominale dell'inverter;
- ✓ Q_n : potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,98;
- ✓ R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
- ✓ X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
- ✓ V_n : tensione di esercizio del cavo o nominale dell'inverter (800 V).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 \cdot R \cdot I^2$$

- ✓ R: resistenza longitudinale del cavo;
- ✓ I: corrente transitante.

5.2.9. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato BT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti. Oltre al dimensionamento vengono riportati i valori per la verifica della caduta di tensione e della perdita di potenza.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	56

Si può osservare come il cavo utilizzato è quello pari a 3x1x400 mm² per tutti i tratti. Questo cavo risulta meccanicamente ed elettricamente compatibile anche con l'inverter utilizzato.

DIMENSIONAMENTO CAVI BT							
LINEA BT	P [MW]	L [m]	I _b [A]	I _{0_min} [A]	I ₀ [A]	Verifica	S [mm ²]
PS1	5,7	190	216,6	469,46821	549	OK	3x1x400
PS2	5,7	200	216,6	469,46821	549	OK	3x1x400
PS3	5,7	320	216,6	469,46821	549	OK	3x1x400
PS4	5,4	400	216,6	469,46821	549	OK	3x1x400
PS5	5,4	230	216,6	469,46821	549	OK	3x1x400
TOTALE	27,9						

Tabella 21 - Dimensionamento cavi BT con criterio termico

DIMENSIONAMENTO CAVI BT									
LINEA BT	P [MW]	L [m]	S [mm ²]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	ΔV/Vn [%]	Verifica	Δp [kW]	Δp/Pn [%]
PS1	5,7	190	3x1x400	0,103	0,078	1,24	OK	12,94	0,23
PS2	5,7	200	3x1x400	0,103	0,078	1,30	OK	13,62	0,24
PS3	5,7	320	3x1x400	0,103	0,078	2,08	OK	21,79	0,38
PS4	5,4	400	3x1x400	0,103	0,078	2,60	OK	27,24	0,50
PS5	5,4	230	3x1x400	0,103	0,078	1,50	OK	15,66	0,29
TOTALE	27,9						TOTALE	91,26	0,33

Tabella 22 - Verifica della caduta di tensione e della perdita di potenza dei cavi BT

5.2.10. Disposizione delle fasi

Al fine di assicurare una corretta suddivisione della corrente è necessario posare i cavi con una certa sequenza di fasi. La tabella viene riportata per i cavi posati a trifoglio.

Numero di terne nello stesso strato									
Numero di terne	2		3			4			
Sequenza	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	RS	SR	RS	SR	RS	RS	SR	RS	SR

Tabella 23 – Disposizione delle fasi delle terne poste nello stesso strato

5.3. POWER STATION PS

Le Power Station hanno lo scopo, dopo aver raccolto l'energia prodotta dall'impianto convertita in AC dagli string inverter, di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT). L'energia prodotta dai sistemi di conversione CC/CA (inverter) sarà immessa nel lato BT di un trasformatore MT/BT, di potenza variabile in funzione delle specifiche aree.

Le power station di progetto sono sistemi containerizzati del tipo JUPITER-6000K-H1 prodotti dalla casa produttrice Huawei.

Tutte le componenti sono idonee per l'installazione in esterno con un grado di protezione IP54, mentre i quadri MT e BT verranno installati all'interno di apposito shelter metallico.

Tutte le apparecchiature saranno posate su un basamento in calcestruzzo di adeguate

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	57

dimensioni, ove saranno stati predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale.

In ciascuna PS sarà presente un impianto elettrico completo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto necessario al perfetto funzionamento della Power Station stessa. Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza e il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole l'ispezione, la manutenzione e la riparazione; la manutenzione a ciascuna componente potrà essere effettuata senza la necessità di accedere all'interno della PS.

Il container di installazione quadri MT/BT è un cabinato metallico realizzato interamente in acciaio zincato a caldo, con rifiniture esterne che assicurano la minore manutenzione possibile durante la vita utile dell'opera. Il box è costituito da un mini skid realizzato ad hoc per contenere materiale di natura elettrica. Il box è realizzato per garantire una protezione verso l'esterno secondo la normativa ISO12944.

Dal punto di vista strutturale, sarà realizzato un collegamento tra lo shelter e la sua fondazione al fine di prevenire qualsiasi tipo di spostamento verticale dello shelter.

In corrispondenza del pavimento sono presenti alcune aperture per il passaggio dei cavi (coperte con fibrocemento compresso) e aperture per accesso alla fondazione.

Tutti gli ambienti del cabinato sono attrezzati con porte con apertura esterna con idonee aperture finalizzate al ricircolo area calda/area fredda.

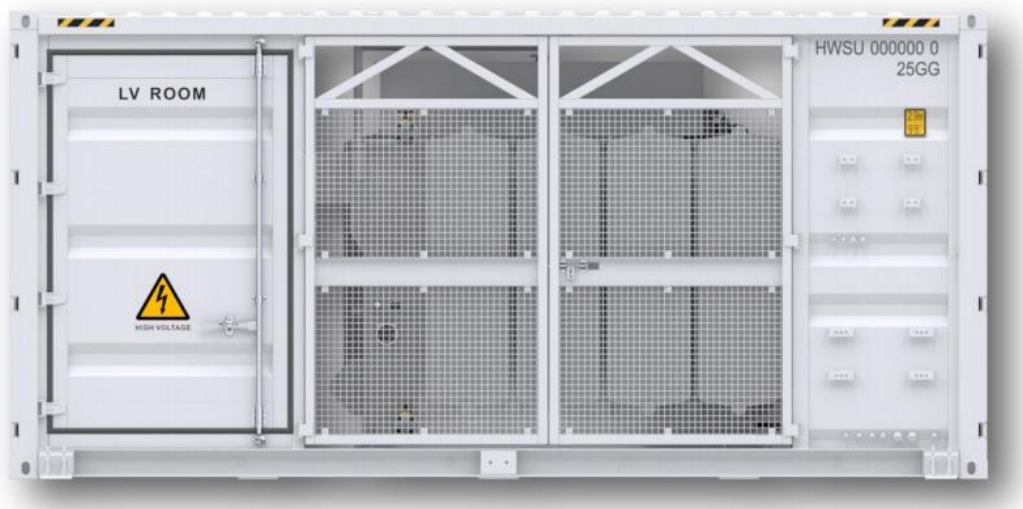


Figura 33 – Power Station di progetto JUPITER-6000K-H1

Nel suo complesso, la Power Station avrà dimensioni in pianta pari a 6058mm x 2438mm, e altezza pari a circa 2896 mm.

La Power Station prevista è dunque realizzata mediante container prefabbricato ed arriverà in

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	58

sito in un'unica soluzione. È costituita da un trasformatore con raffreddamento ad olio da 6600 kVA.

Si evidenzia che prima della realizzazione saranno prodotti dal prefabbricatore gli elaborati di calcolo strutturale ai fini del deposito presso gli uffici del Genio Civile competente.

Le fondazioni della Power Station saranno dimensionate attraverso idoneo software di calcolo. Anche le fondazioni presenteranno degli elaborati di calcolo ad hoc finalizzati all'autorizzazione al genio civile come imposto dalla normativa tecnica di settore. Di seguito si riportano alcune immagini rappresentative delle Power Station.

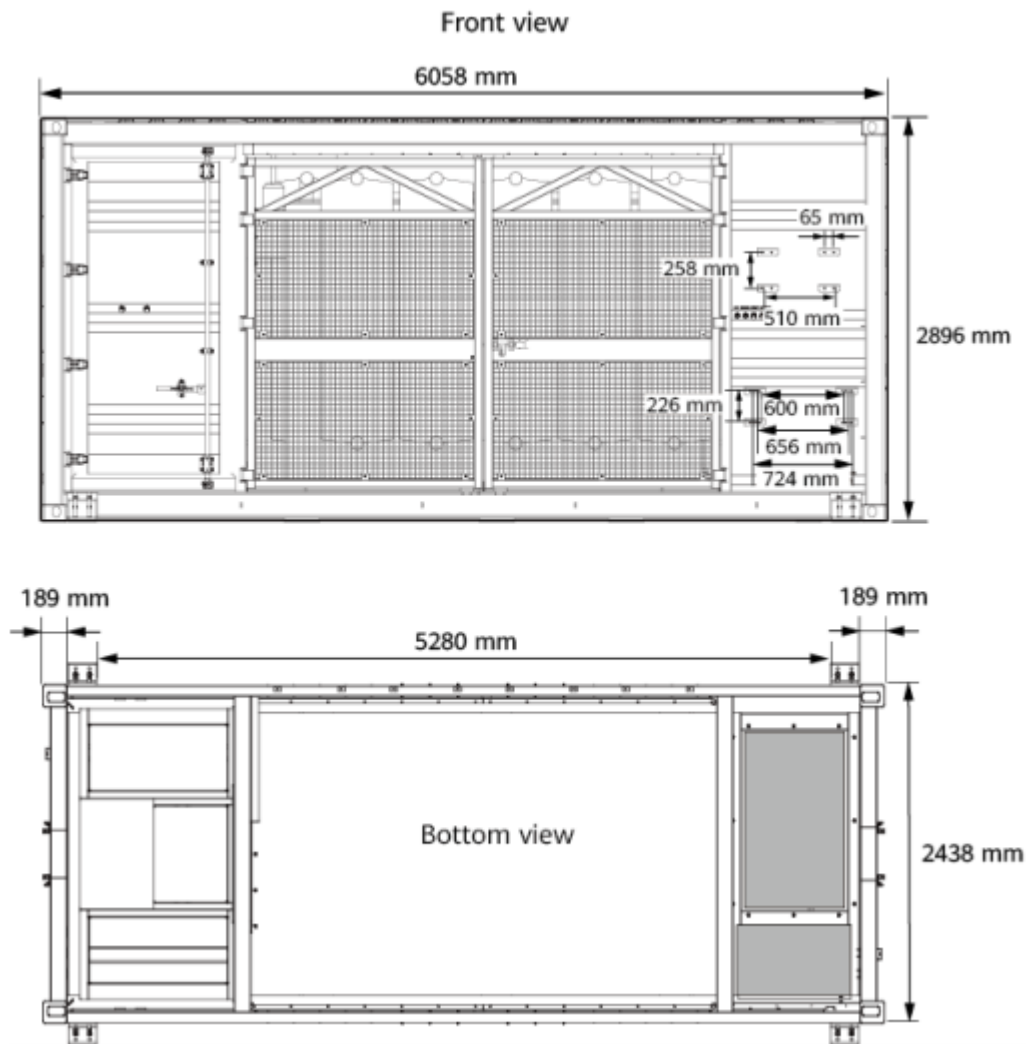


Figura 34 – Power station di progetto HUAWEI JUPITER-6000K-H1

5.3.1. Configurazione PS di progetto

Le PS di progetto, sono internamente costituite da:

1. Quadri BT;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	59

2. Trafo BT/MT;
3. Quadri MT;
4. Posizione per il sistema di alimentazione distribuita (gruppo di continuità, UPS);
5. Posizione per il controllo smart di stringa (SACU);
6. Porta a doppia anta per la sala MT;
7. Unità principale di anello;
8. Trasformatore ausiliario;
9. Doppia apertura per la camera del trasformatore BT/MT;
10. Foro per ingresso cavi AC del lato BT;
11. Porta a singola anta per la sala BT;
12. Porta a doppia anta per la sala BT;

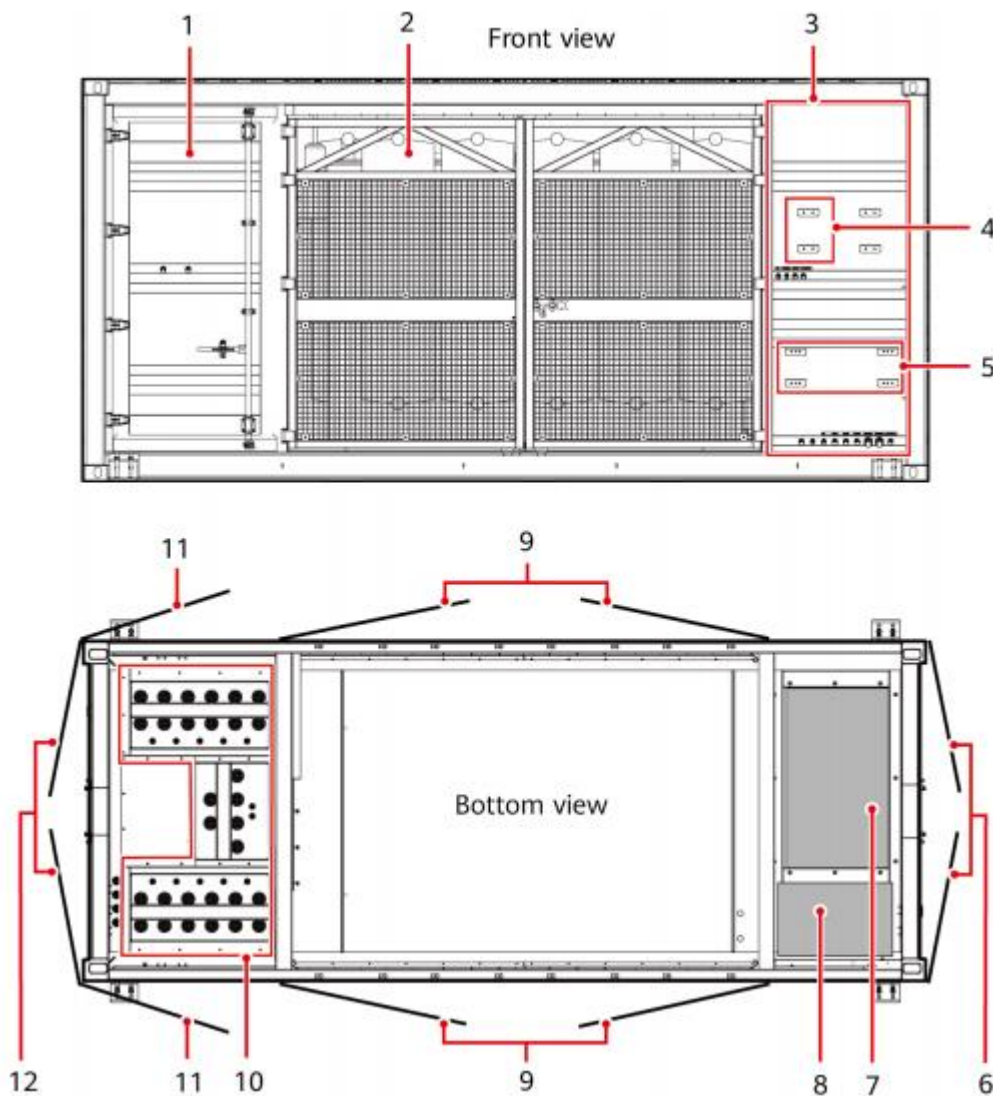
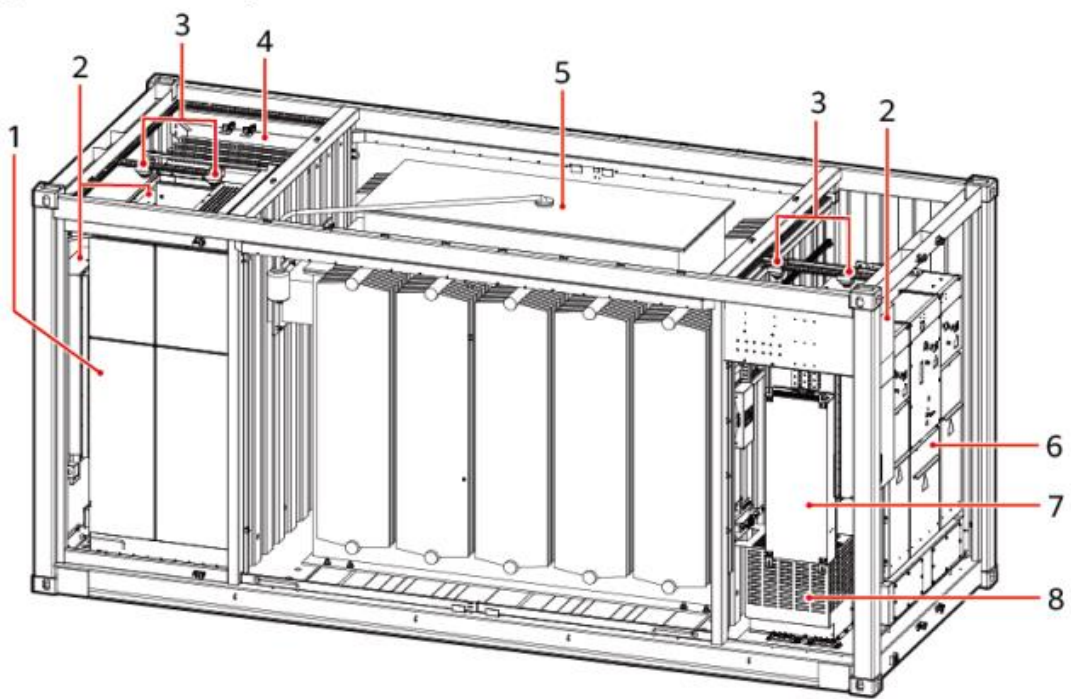


Figura 35 – Power station di progetto HUAWEI JUPITER-6000K-H1

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	60



IV04W00086

- | | | |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| (1) LV PANEL A | (2) Heat exchangers | (3) Smoke sensors |
| (4) LV PANEL B | (5) Transformer | (6) Ring main unit |
| (7) Power distribution box | (8) Auxiliary transformer | - |

Figura 36 – STS Component - Power station di progetto JUPITER-6000K-H1

COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

HE Hydro
Engineering

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	61

Input		
Available Inverters / PCS	SUN2000-330KTL-H1/ SUN2000-330KTL-H2	
Maximum LV AC Inputs	22	
AC Power	6,600 kVA @40°C / 5,940 kVA @50°C ¹	
Rated Input Voltage	800 V	
LV Main Switches	ACB (2,900 A / 800 V / 3P, 2 x 1 pcs), MCCB (400 A / 800 V / 3P, 2 x 11 pcs)	
Output		
Rated Output Voltage	11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV ²	13.8 kV, 34.5 kV ²
Frequency	50 Hz	60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type	
Transformer Cooling Type	ONAN	
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%	
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)	
Transformer Vector Group	Dy11-y11	
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1	
RMU Type	SF ₆ Gas Insulated	
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit	
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit	
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA	
Protection		
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz	
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54	
Internal Arcing Fault Classification of STS	IAC A 20 kA 1s	
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N	
LV Overvoltage Protection	Type I+II	
Anti-rodent Protection	C5 in accordance with ISO 12944	
Features		
2 kVA UPS	Optional ³	
MV Surge Arrester for MV VCB	Optional ³	
General		
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)	
Weight	< 22 t	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ⁴ (-13°F ~ 140°F)	
Relative Humidity	0% ~ 95%	
Max. Operating Altitude	1,000 m ⁵	1,500 m ⁵
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite	
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability	
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B	
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1	

Figura 37 – Datasheet PS JUPITER-6000K-H1

5.3.2. Quadro di parallelo BT

Presso ciascuna Power Station sarà installato un quadro di parallelo in bassa tensione per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore, prefabbricato dal produttore delle Power Station.

Il quadro consentirà il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni delle linee elettriche.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	62

5.3.3. Trasformatore BT/MT

Presso la Power Station verrà installato un trasformatore BT/MT ad olio.

Tutti i trasformatori saranno del tipo ad olio, sigillati ermeticamente, installati su apposita vasca raccolta oli, idonei per l'installazione in esterno.

Il trafo verrà installato nell'area destinata alla Power station, opportunamente delimitato per impedire l'accesso alle parti in tensione.

5.3.4. Interruttori di media tensione

Nello shelter metallico della Power Station verrà posizionato un quadro di media tensione, composto dai seguenti scomparti:

- n.1 unità di arrivo (sezionatore e sez. di terra);
- n.1 unità di protezione trafo (sezionatore e interruttore);
- n.1 unità di partenza (sezionatore e sez. di terra)

Si rimanda alla specifica tecnica Power Station per maggiori dettagli.

5.3.5. Quadri servizi ausiliari

La Power Station sarà fornita dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti. Il quadro servizi ausiliari sarà diviso in tre sezioni:

- sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal trafo MT/BT, protetta da appositi interruttori automatici;
- sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze ordinarie e non essenziali per il funzionamento della Power Station.
- sezione privilegiata, le cui utenze sono alimentate sotto UPS.

5.3.6. Trasformatore BT/BT

All'interno della Power Station è presente un idoneo trasformatore BT/BT per l'alimentazione del quadro servizi ausiliari BT-AUX. Di seguito le principali caratteristiche.

Tipologia	Resina
A_n	50 kVA
V₁	0,80 kV
V₂	0,40 kV
f	50 Hz
Gruppo	Dyn11

Tabella 24 - Dati tecnici trasformatore BT/BT

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	63

5.3.7. Sistema centralizzato di comunicazione

Presso ciascuna Power Station è presente la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	64

6. CALCOLO IMPIANTI MT

Nel presente capitolo si riportano i calcoli effettuati sull'impianto fotovoltaico in progetto, al fine di effettuare la verifica delle perdite di trasmissione e del carico delle singole linee nelle condizioni di massima produzione.

6.1. CAVI

Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da 5 aree di potenza variabile come di seguito rappresentato:

Area	Potenza picco DC (MW _p)	Potenza nominale (MVA)	Power Station di progetto
Area PS1	6,69	5,70	JUPITER-6000K-H1
Area PS2	6,69	5,70	JUPITER-6000K-H1
Area PS3	6,69	5,70	JUPITER-6000K-H1
Area PS4	6,30	5,40	JUPITER-6000K-H1
Area PS5	6,30	5,40	JUPITER-6000K-H1
Potenza complessiva	32,67	27,9	/

Tabella 25 - Suddivisione in PS

Le diverse Power Station, in cui avviene la trasformazione BT/MT, sono collegate tra loro e alla MTR, dove avviene la messa in parallelo dei diversi sottocampi e vi è la partenza per la sottostazione elettrica di utente, SSE, come riportato in tabella.

LINEA	TRATTE	PARTENZA	ARRIVO	Potenza picco [MW _p]	Potenza nominale [MVA]	Lunghezza cavo [m]	Sezione cavo [mm ²]
SOTTOCAMPO A	PS5 - PS4	PS5	PS4	6,30	5,40	315	3x1x185
	PS4 - MTR	PS4	MTR	12,60	10,80	675	3x1x500
SOTTOCAMPO B	PS3 - PS2	PS3	PS2	6,69	5,70	270	3x1x185
	PS2 - MTR	PS2	MTR	13,38	11,40	440	3x1x500
SOTTOCAMPO C	PS1 - MTR	PS1	MTR	6,69	5,70	255	3x1x185
LINEA MTR - SSE	MTR - SSE	MTR	SSE	/	13,95	5275	3x1x630
LINEA MTR - SSE	MTR - SSE	MTR	SSE	/	13,95	5275	3x1x630
POTENZA COMPLESSIVA				32,670	27,900		

Tabella 26 – Collegamenti tra Power Station e SSE

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	65

Coerentemente con la distribuzione delle aree, sono state individuate differenti configurazioni per le sezioni dei cavi che vanno dalle Power Station fino alla SSE, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

6.1.1. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto della seguente disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17:

- La sezione del cavo scelto deve essere caratterizzato da una portata immediatamente superiore alla corrente effettivamente circolante;

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione della specifica appena riportata, si procederà a verificare che

- La caduta di tensione lungo la linea sia minore del 3%;
- Le perdite di potenza siano minori del 5%;
- La tenuta termica dei cavi a seguito di un cortocircuito.

6.1.2. Calcolo delle portate

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

dove

I_z = portata effettiva del cavo

I_0 = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

K_1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K_3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K_4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

6.1.3. Dati tecnici del cavo utilizzato

Ai fini del dimensionamento, si è tenuto conto di cavi di tipologia ARP1H5(AR)E 18/30 kV o equivalente. Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in elastomero termoplastico (qualità HPTE) e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato per la tenuta all'acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	66

presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. La tensione nominale dei cavi è pari a 30kV. Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo per le sezioni utilizzate in progetto.

Tipo	ARP1H5(AR)E o equivalente		
Tensione nominale [kV]:	18/30		
Formazione e sezione [mm ²]:	3 x 1 x 185	3x1x500	3x1x630
Resistenza a 105 °C [Ω/km]:	0,218	0,0825	0,0739
Reattanza [Ω/km]:	0,120	0,100	0,099
Capacità [μF/km]:	0,230	0,340	0,380
Portata per posa interrata a 20°C [A]	368	636	725

Tabella 27 – Caratteristiche tecniche del cavo MT

Considerate le diverse portate del cavo nelle differenti modalità di posa, **ai fini del calcolo si terrà conto delle condizioni peggiorative**, ossia quelle relative al **tratto con posa interrata**, intendendosi con esse verificate anche le altre condizioni di posa aventi parametri di calcolo migliorativi rispetto al caso in esame.

6.1.4. Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue, per cavi con temperatura di funzionamneto pari a 105°C.

	Cavi con T _f = 105°C			
Temperatura ambiente	20°C	25°C	30°C	40°C
Coefficiente	1,00	0,97	0,94	0,87

Tabella 28 – Coefficiente K_t in funzione della temperatura ambiente

È stata stimata una temperatura massima del terreno, a scopo cautelativo, pari a 40°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K_t = 0,87**.

6.1.5. Numero di terne per scavo

A scopo cautelativo, si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. In particolare, in questo

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	67

caso, vi è la compresenza di 2 terne di cavi MT all'interno della medesima sezione di scavo, per le tratte da PS4 a MTR, da PS1 a MTR e da MTR a SSE.

Sulla base di ciò, per queste tratte, è stato applicato il seguente fattore correttivo $K_2 = 0,86$, avendo considerato le terne distanti tra loro 25 cm.

Per le altre tratte non è stato applicato alcun fattore correttivo, ovvero $K_2 = 1$.

	Distanza fra i circuiti 0,25 m		
N. circuiti	1	2	3
Coefficiente	1,00	0,86	0,78

Tabella 29 – Coefficiente K_2 in funzione della distanza tra terne in orizzontale

6.1.6. Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche MT, si prevede la posa dei cavi direttamente interrati, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Profondità di posa				
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,10	1,20	1,5
Coefficiente	1,02	1,00	0,99	0,98	0,96

Tabella 30 – Coefficiente K_3 in funzione della profondità di posa dei cavi

A scopo cautelativo, per tutte le condizioni, anche per tratte con profondità di posa minore, si farà utilizzo del fattore più sfavorevole, pari a $K_3=0,99$.

6.1.7. Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno o sabbia scarsamente umidi (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W.

	Resistività termica			
Resistività termica [K m/W]	0,8	1,0	1,2	1,5
Coefficiente	1,08	1,00	0,93	0,85

Tabella 31 - Coefficiente K_4 in funzione della resistività termica del terreno

Pertanto, il fattore correttivo utilizzato sarà $K_4 = 0,85$

6.1.8. Calcolo delle cadute di tensione

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	68

longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{V_n^2}$$

P: potenza transitante;

Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;

R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;

X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;

V_n: tensione di esercizio del cavo (30kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 \cdot R \cdot I^2$$

R: resistenza longitudinale del cavo;

I: corrente transitante.

6.1.9. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato MT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti. Oltre al dimensionamento vengono riportati i valori per la verifica della caduta di tensione e della perdita di potenza.

LINEA	TRATTE	PARTENZA	ARRIVO	Potenza nominale [MVA]	Lunghezza cavo [m]	Corrente di impiego I _b [A]	N.circuiti nella sezione scavo	K correttivo	Portata minima del cavo I _{0 min} [A]	Portata cavo nominale I ₀ [A]	Verifica I ₀ > I _{0 min}	Sezione cavo [mm ²]	Dimensionamento in portata
SOTTOCAMPO A	PS5 - PS4	PS5	PS4	5,40	315	109,52	1	0,74	148,83	368	OK	3x1x185	40%
	PS4 - MTR	PS4	MTR	10,80	675	219,04	2	0,63	346,13	636	OK	3x1x500	54%
SOTTOCAMPO B	PS3 - PS2	PS3	PS2	5,70	270	115,61	1	0,74	157,10	368	OK	3x1x185	43%
	PS2 - MTR	PS2	MTR	11,40	440	231,21	2	0,63	365,35	636	OK	3x1x500	57%
OTTOCAMPO C	PS1 - MTR	PS1	MTR	5,70	255	115,61	1	0,74	157,10	368	OK	3x1x185	43%
LINEA MTR - SSE	MTR - SSE	MTR	SSE	13,95	5275	282,93	2	0,63	447,08	725	OK	3x1x630	62%
LINEA MTR - SSE	MTR - SSE	MTR	SSE	13,95	5275	282,93	2	0,63	447,08	725	OK	3x1x630	62%
POTENZA COMPLESSIVA				27,900									

Tabella 32 - Dimensionamento cavi MT con criterio termico

LINEA	TRATTE	Potenza nominale [MVA]	Lunghezza a cavo [m]	Corrente di impiego I _b [A]	Sezione cavo [mm ²]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAR]	ΔV %	ΔV % cumulato	Verifica ΔV % < 2%	Potenza persa [kW]	Δp %	Verifiche Δp % < 5%
SOTTOCAMPO A	PS5 - PS4	5,40	315	109,52	3x1x185	40%	0,0687	0,038	1,775	0,05%	0,14%	OK	2,471	0,05%	OK
	PS4 - MTR	10,80	675	219,04	3x1x500	54%	0,0557	0,068	3,550	0,09%	0,09%	OK	8,016	0,07%	OK
SOTTOCAMPO B	PS3 - PS2	5,70	270	115,61	3x1x185	43%	0,0589	0,032	1,873	0,04%	0,04%	OK	2,360	0,04%	OK
	PS2 - MTR	11,40	440	231,21	3x1x500	57%	0,0363	0,044	3,747	0,06%	0,06%	OK	5,822	0,05%	OK
SOTTOCAMPO C	PS1 - MTR	5,70	255	115,61	3x1x185	43%	0,0556	0,031	1,873	0,04%	0,04%	OK	2,229	0,04%	OK
LINEA MTR - SSE	MTR - SSE	13,95	5275	282,93	3x1x630	62%	0,3898	0,522	4,585	0,87%	0,87%	OK	93,617	0,67%	OK
LINEA MTR - SSE	MTR - SSE	13,95	5275	282,93	3x1x630	62%	0,3898	0,522	4,585	0,87%	0,87%	OK	93,617	0,67%	OK
POTENZA COMPLESSIVA		27,900											208,131		
												PERDITE TOTALI RETE (KW)			
												PERDITE TOTALI RETE (%)			

Tabella 33 - Verifica della caduta di tensione e della perdita di potenza dei cavi MT

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	69

6.1.10. Disposizione delle fasi

Al fine di assicurare una corretta suddivisione della corrente è necessario posare i cavi con una certa sequenza di fasi. La tabella viene riportata per i cavi posati a trifoglio.

Numero di terne nello stesso strato									
Numero di terne	2		3			4			
Sequenza	T RS	T SR	T RS	T SR	T RS	T RS	T SR	T RS	T SR

Tabella 34 - Disposizione delle fasi delle terne poste nello stesso strato

6.2. CABINE GENERALI DI IMPIANTO

L'intervento in progetto prevede la costruzione di due edifici con struttura portante in c.a. prefabbricato avente, comunque, gli stessi ingombri e caratteristiche prestazionali.

6.2.1. MTR – Main Technical Room

Il primo edificio, denominato **“Main Technical Room” (MTR)**, è destinato ad ospitare i quadri di media tensione per il collettamento dell'energia proveniente dalle varie power station di impianto, il parallelo e la partenza verso la sottostazione elettrica SSE Utente.

L'MTR è diviso in due locali:

- Locale trasformatore;
- Locale MT-BT;

In particolare, nel locale MT-BT, è presente un quadro MT, costituito da 13 sottoquadri:

- 1 Sottoquadro per la linea in arrivo dal sottocampo A (PS5-PS4) con sezione pari a 3x1x500mm²;
- 1 Sottoquadro per la linea in arrivo dal sottocampo B (PS3-PS2) con sezione pari a 3x1x500mm²;
- 1 Sottoquadro per la linea in arrivo dal sottocampo C (PS1) con sezione pari a 3x1x185mm²;
- 1 Sottoquadro per le misure;
- 1 Sottoquadro per il dispositivo generale e per lo scaricatore;
- 1 Sottoquadro per il dispositivo di interfaccia;
- 2 Sottoquadri per le linee di partenza verso la SSE con sezione pari ognuna a 3x1x630mm²;
- 1 Sottoquadro per la partenza verso il trasformatore ausiliario con le relative protezioni;
- 4 Sottoquadri per le riserve;

Sempre nello stesso locale MT-BT è presente un quadro BT costituito da

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	70

- 1 Sottoquadro per l'arrivo della linea in BT proveniente dal trasformatore ausiliario;
- 1 Sottoquadro con le partenze dei servizi ausiliari e le relative protezioni;
- 1 Sottoquadro con le partenze dei servizi ausiliari privilegiati alimentati da UPS;

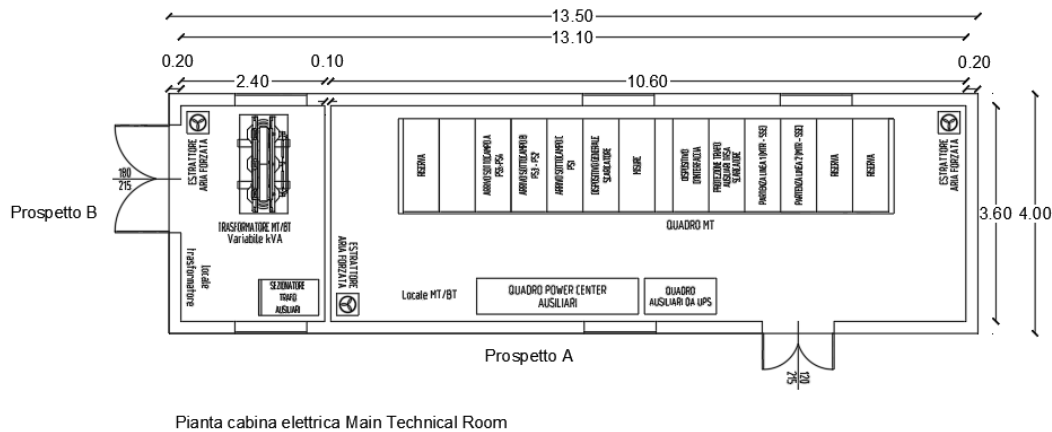
Per quanto riguarda il locale trasformatore, in esso sarà presente

- Trasformatore MT/BT;
- 1 Quadro per il sezionatore del trafo ausiliari;

In entrambi i locali sono presenti degli estrattori ad aria forzata.

La struttura avrà forma rettangolare con dimensioni planimetriche di 13,50 m x 4,00 m, e si svilupperà su un solo livello con altezza massima dal piano di campagna pari a 3,20 m.

La struttura portante, gettata in opera o prefabbricata, sarà costituita da pilastri in c.a. collegati ad una fondazione superficiale, composta da una piastra di fondazione dalle dimensioni planimetriche pari a 14,50 x 5,00 e spessore 0,4m. L'edificio presenta due distinte aperture, una per il locale quadri MT e l'altra per il locale trafo ausiliari, oltre alle griglie per l'aerazione dei locali.



Pianta cabina elettrica Main Technical Room

Figura 38. Pianta cabina MTR

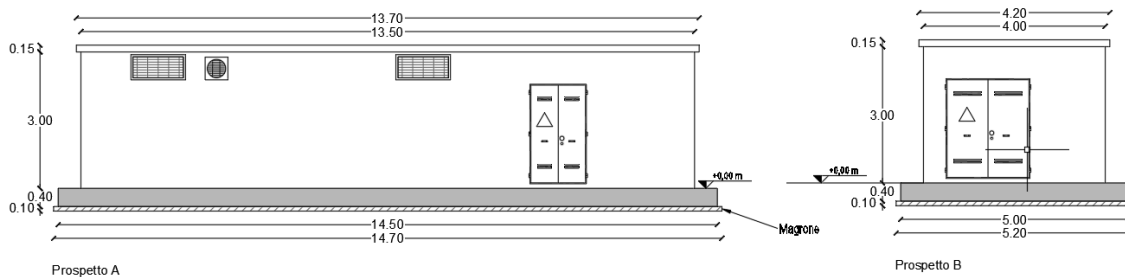


Figura 39 – Prospetto A e B della cabina MTR

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	71

6.2.2. CR – Control room

L'edificio, denominato **"Control Room"**, è destinato ad ospitare gli uffici, il sistema di telecontrollo, nonché deposito materiali. La struttura avrà forma rettangolare, con dimensioni planimetriche di 12,00 m x 5,00 m, e si svilupperà su un solo livello con altezza massima dal piano di campagna pari a circa 4,00 m.

La struttura è composta da n.4 shelter prefabbricati affiancati, che verranno posati sopra una fondazione superficiale, composta da una platea nervata: sia la struttura prefabbricata che la fondazione verranno opportunamente calcolate ai sensi della NTC2018 e relativa circolare del 2019 ai fini del deposito al Genio Civile tenendo conto delle opportune azioni sismiche.

L'ottenimento dell'autorizzazione da parte dell'ente è condizione necessaria alla esecuzione delle opere di cui sopra. Le verifiche geotecniche delle fondazioni saranno affrontate in un secondo momento, in uno con il deposito al GC come previsto dal capitolo 6 della sopra citata vigente normativa tecnica. L'edificio presenta 3 distinte aperture, una per il locale uffici, una per il locale quadri SCADA e uno per il deposito/magazzino.

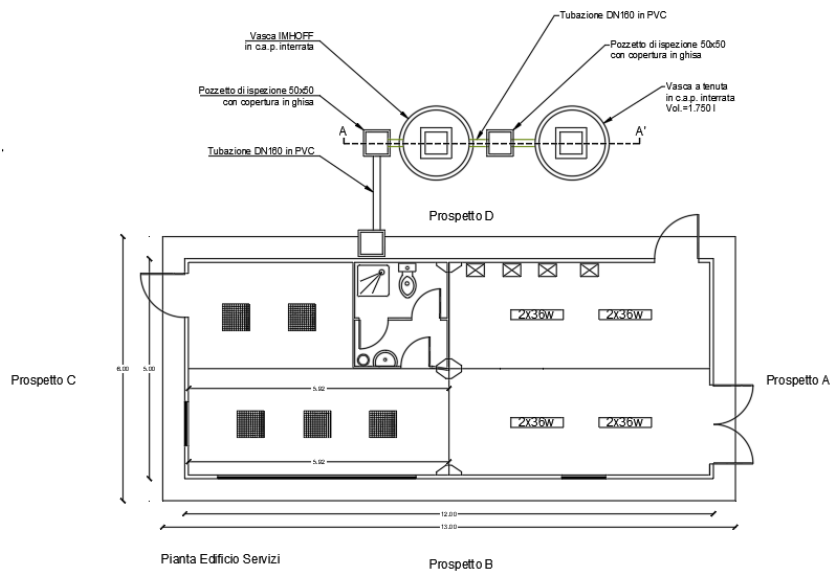


Figura 40 - Pianta Control Room di progetto

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	72

7. TOLOGIA DI IMPIANTO

L'impianto elettrico da realizzare rientra tra gli impianti di prima categoria (classificazione CEI 64-8 Art 21.1 – distribuzione e utenze in c.a. con tensione nominale minore di 1000V) e prevede la realizzazione di cabina di trasformazione propria.

In base all'Art.413.1.3 della sopracitata normativa si è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TN-S per i servizi ausiliari.

Per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico, il sistema supportato dall'inverter è di tipo IT.

7.1. SISTEMA TN-S

L'impianto TN-S (CEI 64-8 Art. 312.2) è definito nel seguente modo:

- T → Il centro stella del trasformatore è collegato direttamente a terra (nel caso in particolare il neutro del trasformatore dei servizi ausiliari);
- N → Le masse sono collegate a terra;
- S → I conduttori di neutro e di protezione sono separati.

Lo schema di connessione è mostrato nella figura seguente.

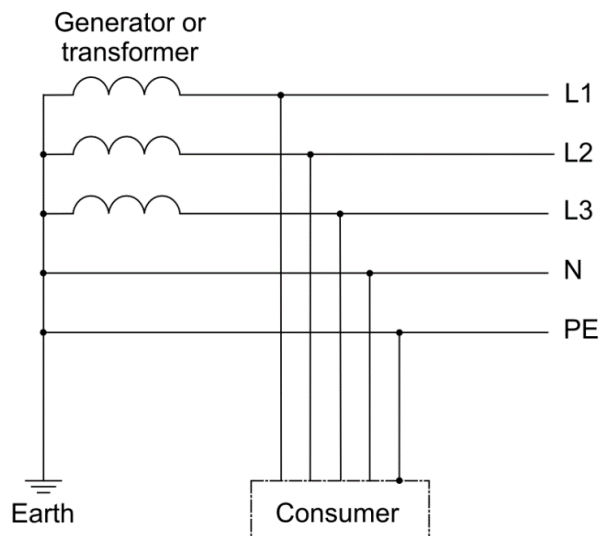


Figura 41 – Sistema TN-S

Nel rispetto di quanto sopra si opererà in base a quanto di seguito descritto.

Il centro stella del trasformatore, il conduttore di neutro, il conduttore di protezione ed il conduttore di terra saranno collegati ad un unico collettore di terra (piastra metallica in rame o in ferro).

Per realizzare una corretta protezione contro i contatti indiretti, in accordo alla norma CEI 64-8/4, occorre rispettare la seguente relazione:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	73

(CEI 64-8 Art. 413.1.3)

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_g}$$

dove:

- U_0 = Tensione nominale verso terra dell'impianto (valore in Volt);
- Z_g = Impedenza totale del circuito di guasto, che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto dove si verifica il guasto e il tratto del conduttore di protezione PE tra il punto del guasto e la sorgente (valore in Ohm);
- I_a = Corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito in tabella in funzione della tensione nominale U_0 (valore in Ampere). La tabella viene applicata ai circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti aventi corrente nominale o regolata che non supera 32 A.

Per altri tipi di circuiti rispetto a quelli presenti in tabella e per dispositivi di protezione con correnti di interruzione superiore a 32 A, il tempo di interruzione non deve essere superiore a 5s.

Se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale di intervento.

Sistema	50 V < $U_0 \leq 120$ V [s]		120 V < $U_0 \leq 230$ V [s]		230 V < $U_0 \leq 400$ V [s]		$U_0 > 400$ V [s]	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	NOTA 3	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

U_0 è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

NOTA 1 Per le tensioni che sono entro la banda di tolleranza precisata nella Norma CEI 8-6 si applicano i tempi di interruzione corrispondenti alla tensione nominale.

NOTA 2 Per valori di tensione intermedi, si sceglie il valore prossimo superiore della Tabella 41A.

NOTA 3 L'interruzione può essere richiesta per ragioni diverse da quelle relative alla protezione contro i contatti elettrici.

NOTA 4 Quando la prescrizione di questo articolo sia soddisfatta mediante l'uso di dispositivi di protezione a corrente differenziale, i tempi di interruzione della presente Tabella si riferiscono a correnti di guasto differenziali presunte significativamente più elevate della corrente differenziale nominale dell'interruttore differenziale (tipicamente $5 I_{\Delta n}$).

Figura 42 – Tempi di interruzione massimi al variare della tensione del circuito

In pratica (verificate le I_{cc} minime verso terra), per soddisfare questa condizione nei quadri elettrici dell'impianto di sollevamento sono previsti degli interruttori automatici di tipo magnetotermico con intervento istantaneo, a protezione di tutti i circuiti in partenza dai quadri elettrici. Inoltre, in tutti i circuiti terminali sono stati previsti interruttori automatici ad intervento differenziale ad alta sensibilità, al fine di ottenere una protezione addizionale contro i contatti diretti.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	74

7.2. SISTEMA IT

Il sistema supportato dagli inverter è un sistema IT.

Il Sistema IT (CEI64-8) è definito nel seguente modo:

- I → Il centro stella del trasformatore è isolato da terra o collegato a terra mediante un'impedenza di valore sufficientemente elevato
- T → Le masse sono collegate ad un impianto di terra locale

Lo schema di connessione è mostrato nella figura seguente.

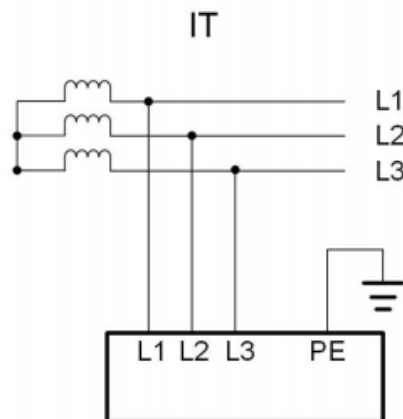


Figura 43 – Sistema IT

Nel rispetto di quanto sopra si opererà in base a quanto di seguito descritto.

Il centro stella del trasformatore di potenza e quindi la Power Station sarà isolata da terra, mentre gli inverter saranno collegati ad una rete di terra. Inoltre, saranno collegati a terra anche le strutture metalliche dei pannelli e delle Power Station. Le strutture metalliche dei pannelli saranno collegati anche tra loro per realizzare un'equipotenzialità.

Per realizzare una corretta protezione contro i contatti indiretti, in accordo alla norma CEI 64-8/4, occorre rispettare la seguente relazione:

(CEI 64-8 Art. 413.1.5)

$$I_d \leq \frac{U_L}{R_E}$$

dove:

- U_L = Tensione nominale verso terra dell'impianto in Volt;
- R_E = Resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse (valore in Ohm);
- I_d = Corrente di guasto del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa (valore in Ampere). Il valore tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico.

Un dispositivo di controllo dell'isolamento deve essere previsto per indicare il manifestarsi di un primo guasto tra una parte attiva e masse o terra. Questo dispositivo

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	75

deve azionare un segnale sonoro e/o visivo che deve continuare ad essere azionato sino a che il guasto persista.

Se ci sono entrambi i segnali sonoro e visivo, il segnale sonoro può essere cancellato.

Il dispositivo di controllo dell'isolamento è necessario poiché se apparisse un secondo guasto prima dell'eliminazione del guasto precedente, i vantaggi del sistema IT si perderebbero.

Essendo che l'impianto di messa a terra è lo stesso per tutti gli inverter ed essendo che non è presente il conduttore di neutro, una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni per l'interruzione automatica dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto su di un conduttore attivo differente sono simili a quelle relative al sistema TN e deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$I_a \leq \frac{U}{2Z_g}$$

Dove

- U → Tensione, in c.c. o in c.a., tra i conduttori di linea (valore in Volt);
- I_a → Corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per il sistema TN precedentemente descritto (valore in Ampere);
- Z_g → Impedenza dell'anello di guasto comprendente il conduttore di linea e il conduttore di protezione del circuito (valore in Ohm);

Nei sistemi IT possono essere utilizzati i seguenti dispositivi di controllo e di protezione:

- Dispositivi di controllo dell'isolamento;
- Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti;
- Dispositivi di protezione a corrente differenziale;

Quando viene usato un dispositivo di protezione a corrente differenziale, non può essere escluso il suo intervento dovuto a correnti di dispersione capacitive.

7.3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA

Il sistema di terra del parco fotovoltaico è costituito da una maglia di terra formata da un anello attorno alle Power Station con un conduttore di corda di rame nudo di sezione pari a 50 mm². L'anello è collegato a 4 picchetti di lunghezza 2,00 m, posti negli angoli. Lo stesso anello si troverà attorno alla MTR e alla CR, dove saranno installati 6 picchetti di lunghezza 2,00 m.

Lungo il parco, in direzione degli inverter, passerà un conduttore di corda di rame nudo di 35 mm² a cui saranno collegate le messe a terra degli inverter, attraverso un cavo PE di sezione pari a 200 mm², e le strutture metalliche dei pannelli. Le strutture metalliche di sostegno dei pannelli saranno collegate tra loro attraverso un cavo isolato di 16 mm², per essere equipotenziali.

Inoltre, la recinzione, poiché essa stessa durante una dispersione di corrente può essere

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	76

pericolosa per le tensioni indotte, viene messa a terra, attraverso dei collegamenti alla rete di terra con conduttori di rame nudo di 35 mm², ogni 250 m.

La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente.

7.4. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti ha lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, che sono in tensione durante il normale esercizio dell'impianto.

Essa può essere realizzata mediante l'isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere, al fine di realizzare una protezione totale, o mediante ostacoli e distanziamento, al fine di fornire una protezione parziale. In aggiunta ad esse, può essere realizzata una protezione addizionale mediante l'utilizzo di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale di valore non superiore a 30 mA.

La norma CEI 64-8, prescrive che a tutti i componenti dell'impianto sia applicata una misura di protezione contro i contatti diretti. Nel caso in esame, trattandosi d'impianti accessibili anche a persone non aventi conoscenze tecniche o esperienza sufficiente a evitare i pericoli dell'elettricità (persone non addestrate), è necessario adottare le misure di protezione totale citate in precedenza.

7.5. ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE

Le parti che sono normalmente in tensione devono essere ricoperte completamente da un isolamento non rimovibile, se non per distruzione dello stesso, rispondente ai requisiti richiesti dalle norme di fabbricazione del relativo componente. L'isolamento deve resistere agli sforzi meccanici, chimici, elettrici e termici che possono manifestarsi durante il normale funzionamento dell'impianto. Considerando, per esempio, un cavo elettrico, si dovrà provvedere alla sua protezione da calpestii, strappi, surriscaldamenti, ecc. nel caso che questi possano verificarsi durante l'esercizio, mediante le appropriate modalità di posa.

Se l'isolamento è applicato durante l'installazione del componente, la sua efficacia deve essere equivalente a quella di analoghi componenti costruiti in fabbrica.

7.6. PROTEZIONE CON INVOLUCRI E BARRIERE

E' evidente che vi sono delle parti attive, come i morsetti, gli interruttori di sezionamento, i quadri elettrici, ecc... che devono essere accessibili e non possono essere completamente isolate. In questi casi la protezione può essere effettuata tramite involucri e barriere.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	77

Gli involucri assicurano un determinato grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi o liquidi, mentre le barriere sono degli elementi che assicurano un determinato grado di protezione contro i contatti diretti solo lungo le normali direzioni d'accesso.

Il grado minimo di protezione richiesto dalla norma CEI 64-8 è IP2X, ossia protetto dai corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm, o IPXXB, ossia inaccessibilità al dito di prova. Per le superfici superiori di involucri orizzontali a portata di mano è richiesto un grado di protezione minimo IP 4X, corrispondente alla protezione contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1 mm, o IPXXD, ossia inaccessibilità al filo di prova di 1 mm. Questa regola non si applica a quei componenti che, per la loro specifica funzione, non ammettono il grado di protezione richiesto, come i portalampane e certi tipi di portafusibili.

Se la protezione è realizzata durante l'installazione sul posto, è richiesta una distanza minima fra le barriere o involucri e le parti attive di almeno 40 mm.

In base all'art. 412.5 della norma 64-8, è stata inoltre prevista la protezione addizionale contro i contatti indiretti mediante l'uso d'interruttori differenziali con corrente d'intervento non superiore a 30 mA in tutti i circuiti terminali previsti.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	78

8. DATASHEET

8.1. MODULI FOTOVOLTAICI

DEEP BLUE 4.0

Mono

630W n-type Bifacial Double Glass
High Efficiency Mono Module
JAM72D42 605-630/LB Series

Introduction

Power by the latest SMBB n-type solar cell, half-cell configuration, these modules have higher output power, lower LID, better weak illumination response, and better temperature coefficient.



Higher power generation
better LCOE



n-type with very Lower LID



Better weak illumination response



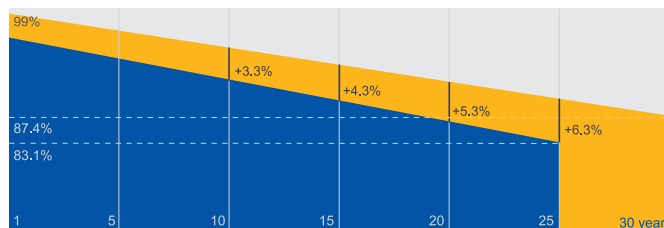
Better Temperature Coefficient

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 30-year linear power output warranty

1% 1st-year Degradation

0.4% Annual Degradation
Over 30 years



■ n-type Bifacial Double Glass Module
Linear Performance Warranty

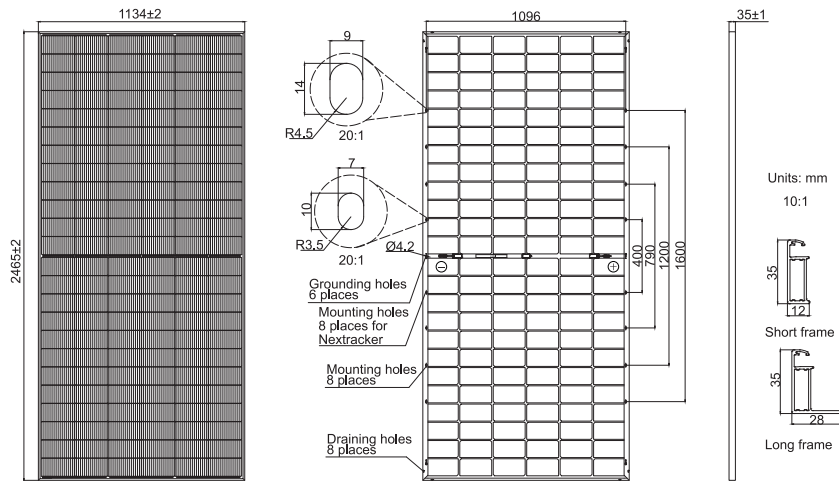
■ Standard Module Linear
Performance Warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941: 2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono-16BB
Weight	34.6kg
Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC), 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10-351/ MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 200mm(+)/300mm(-); 800mm(+)/800mm(-)(Leapfrog) Landscape: 1500mm(+)/1500mm(-)
Front Glass/Back Glass	2.0mm/2.0mm
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72D42 -605/LB	JAM72D42 -610/LB	JAM72D42 -615/LB	JAM72D42 -620/LB	JAM72D42 -625/LB	JAM72D42 -630/LB
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	605	610	615	620	625	630
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	51.27	51.47	51.67	51.86	52.05	52.24
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	42.91	43.11	43.31	43.51	43.71	43.90
Short Circuit Current(Isc) [A]	14.83	14.88	14.93	14.98	15.03	15.08
Maximum Power Current(Imp) [A]	14.10	14.15	14.20	14.25	14.30	14.35
Module Efficiency [%]	21.6	21.8	22.0	22.2	22.4	22.5
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.046%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.260%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.300%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 10% SOLAR IRRADIATION RATIO

OPERATING CONDITIONS

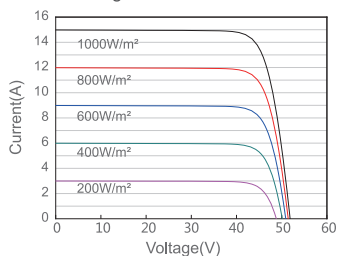
TYPE	JAM72D42 -605/LB	JAM72D42 -610/LB	JAM72D42 -615/LB	JAM72D42 -620/LB	JAM72D42 -625/LB	JAM72D42 -630/LB	Maximum System Voltage	1500V DC
Rated Max Power(Pmax) [W]	653	659	664	670	675	680	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	51.27	51.47	51.67	51.86	52.05	52.24	Maximum Series Fuse Rating	30A
Max Power Voltage(Vmp) [V]	42.91	43.11	43.31	43.51	43.71	43.90	Maximum Static Load,Front*	5400Pa(112 lb/ft ²)
Short Circuit Current(Isc) [A]	16.01	16.07	16.12	16.18	16.23	16.29	Maximum Static Load,Back*	2400Pa(50 lb/ft ²)
Max Power Current(Imp) [A]	15.23	15.28	15.34	15.39	15.44	15.50	NOCT	45±2°C
Irradiation Ratio (rear/front)	10%						Bifaciality**	80%±10%
							Fire Performance	UL Type 29

*For Nextacker installations, maximum static load please take compatibility approve letter between JA Solar and Nextacker for reference.

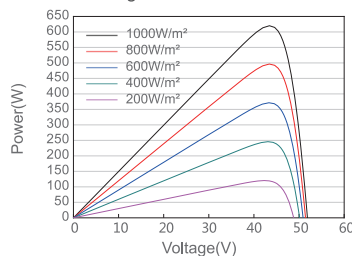
**Bifaciality=Pmax,rear/Rated Pmax,front

CHARACTERISTICS

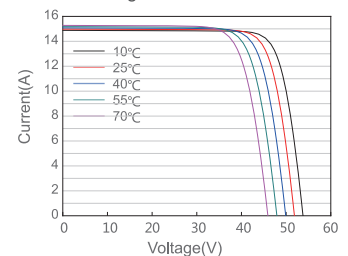
Current-Voltage Curve JAM72D42-620/LB



Power-Voltage Curve JAM72D42-620/LB



Current-Voltage Curve JAM72D42-620/LB



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	81

8.2. POWER STATION

JUPITER-9000K-H1 (Preliminary)

Smart Transformer Station



Simple

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite
Compact 20' HC Container Design for Easy Transportation



Efficient

High Efficiency Transformer for Higher Yields
Lower Self-consumption for Higher Yields



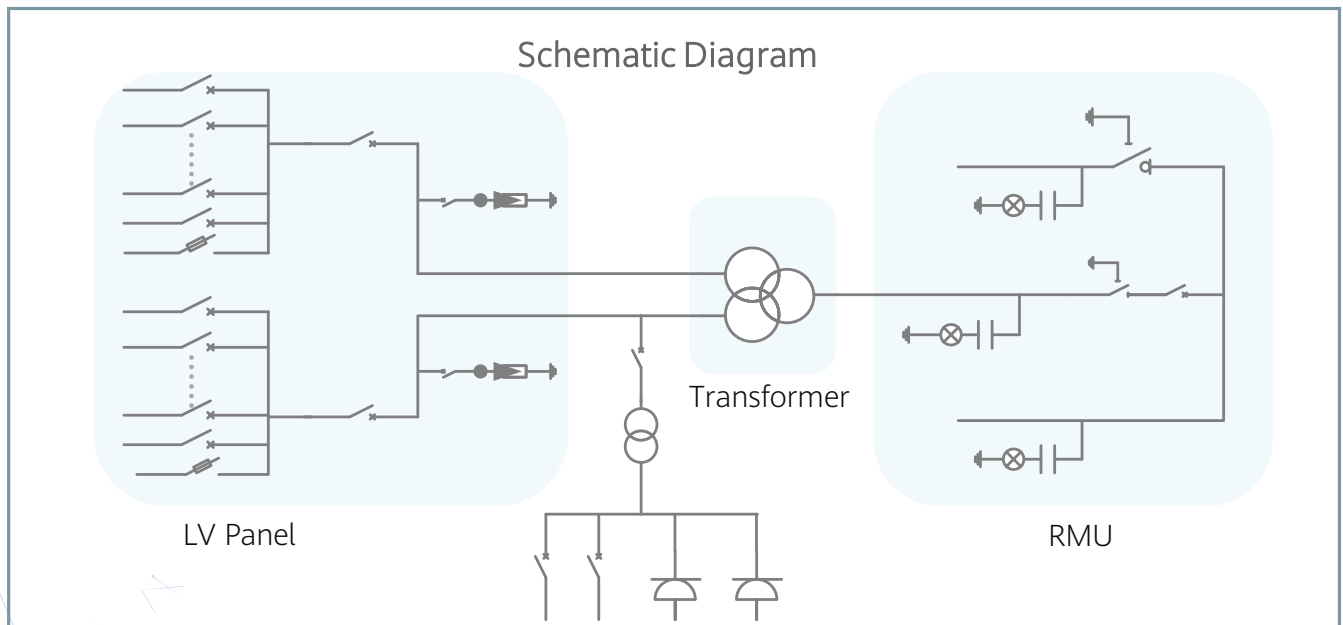
Smart

Real-time Monitoring of Transformer, LV Panel and RMU
High Precision Sensor of LV Electricity Parameters
Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker



Reliable

Robust Design against Harsh Environments
Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M
Comprehensive Tests from Components, Device to Solution



Technical Specifications(Preliminary)

Input	
Available Inverters	SUN2000-330KTL-H1/ SUN2000-330KTL-H2
Max. LV AC Inputs	30
AC Power	9,000 kVA @40°C / 8,250 kVA @50°C ¹
Rated Input Voltage	800 V
LV Main Inputs	ACB (4,000 A / 800 V / 3P, 2 x 1 pcs), MCCB (400 A / 800 V / 3P, 2 x 15 pcs)
Output	
Rated Output Voltage	22 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV ² 34.5 kV ²
Frequency	50 Hz 60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type
Transformer Cooling Type	ONAN
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)
Transformer Vector Group	Dy11-y11
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1
RMU Type	SF ₆ Gas Insulated
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA
Protection	
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54
Internal Arcing Fault of STS	IAC A 20 kA 1s
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N
LV Overvoltage Protection	Type I+II
Anti-rodent Protection	C5 in accordance with ISO 12944
Features	
2 kVA UPS	Optional ³
MV Surge Arrester for MV VCB	Optional ³
General	
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)
Weight	< 28 t
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ⁴ (-13°F ~ 140°F)
Relative Humidity	0% ~ 95%
Max. Operating Altitude	1,000 m ⁵ 1,500 m ⁵
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability
Communication	Modbus TCP, Preconfigured with SmartACU2000D
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.

2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request

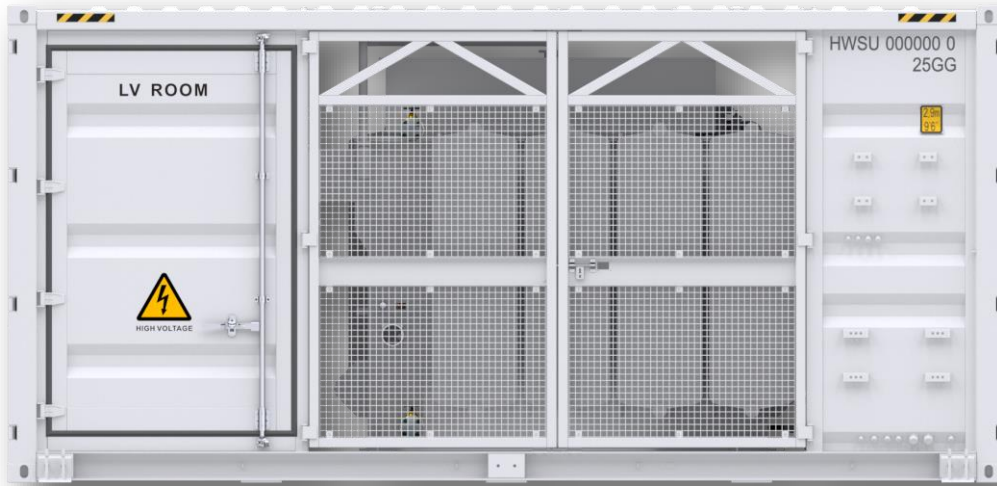
3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.

4 -When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.

5- For higher operating altitude, pls consult with Huawei.

JUPITER-6000K-H1 (Preliminary)

Smart Transformer Station



Simple

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite
Compact 20' HC Container Design for Easy Transportation



Efficient

High Efficiency Transformer for Higher Yields
Lower Self-consumption for Higher Yields



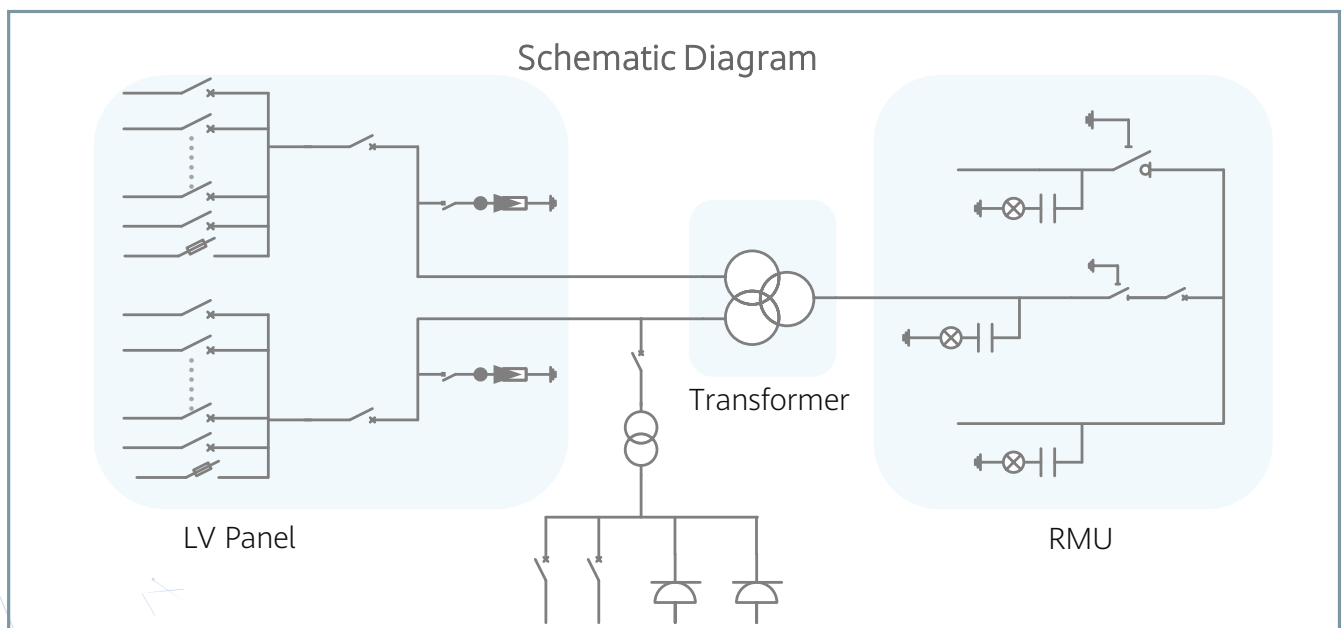
Smart

Real-time Monitoring of Transformer, LV Panel and RMU
High Precision Sensor of LV Electricity Parameters
Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker



Reliable

Robust Design against Harsh Environments
Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M
Comprehensive Tests from Components, Device to Solution



Technical Specifications(Preliminary)

Input		
Available Inverters / PCS	SUN2000-330KTL-H1/ SUN2000-330KTL-H2	
Maximum LV AC Inputs	22	
AC Power	6,600 kVA @40°C / 5,940 kVA @50°C ¹	
Rated Input Voltage	800 V	
LV Main Switches	ACB (2,900 A / 800 V / 3P, 2 x 1 pcs), MCCB (400 A / 800 V / 3P, 2 x 11 pcs)	
Output		
Rated Output Voltage	11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV ²	13.8 kV, 34.5 kV ²
Frequency	50 Hz	60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type	
Transformer Cooling Type	ONAN	
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%	
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)	
Transformer Vector Group	Dy11-y11	
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1	
RMU Type	SF ₆ Gas Insulated	
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit	
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit	
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA	
Protection		
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz	
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54	
Internal Arcing Fault Classification of STS	IAC A 20 kA 1s	
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N	
LV Overvoltage Protection	Type I+II	
Anti-rodent Protection	C5 in accordance with ISO 12944	
Features		
2 kVA UPS	Optional ³	
MV Surge Arrester for MV VCB	Optional ³	
General		
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)	
Weight	< 22 t	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ⁴ (-13°F ~ 140°F)	
Relative Humidity	0% ~ 95%	
Max. Operating Altitude	1,000 m ⁵	1,500 m ⁵
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite	
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability	
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B	
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1	

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.

2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request

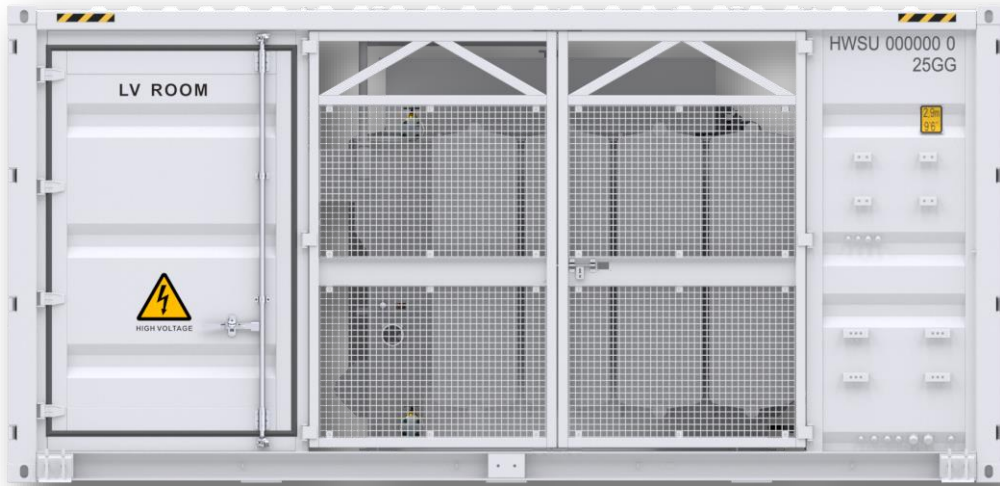
3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.

4 -When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.

5- For higher operating altitude, pls consult with Huawei.

JUPITER-3000K-H1 (Preliminary)

Smart Transformer Station



Simple

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite
Compact 20' HC Container Design for Easy Transportation



Efficient

High Efficiency Transformer for Higher Yields
Lower Self-consumption for Higher Yields



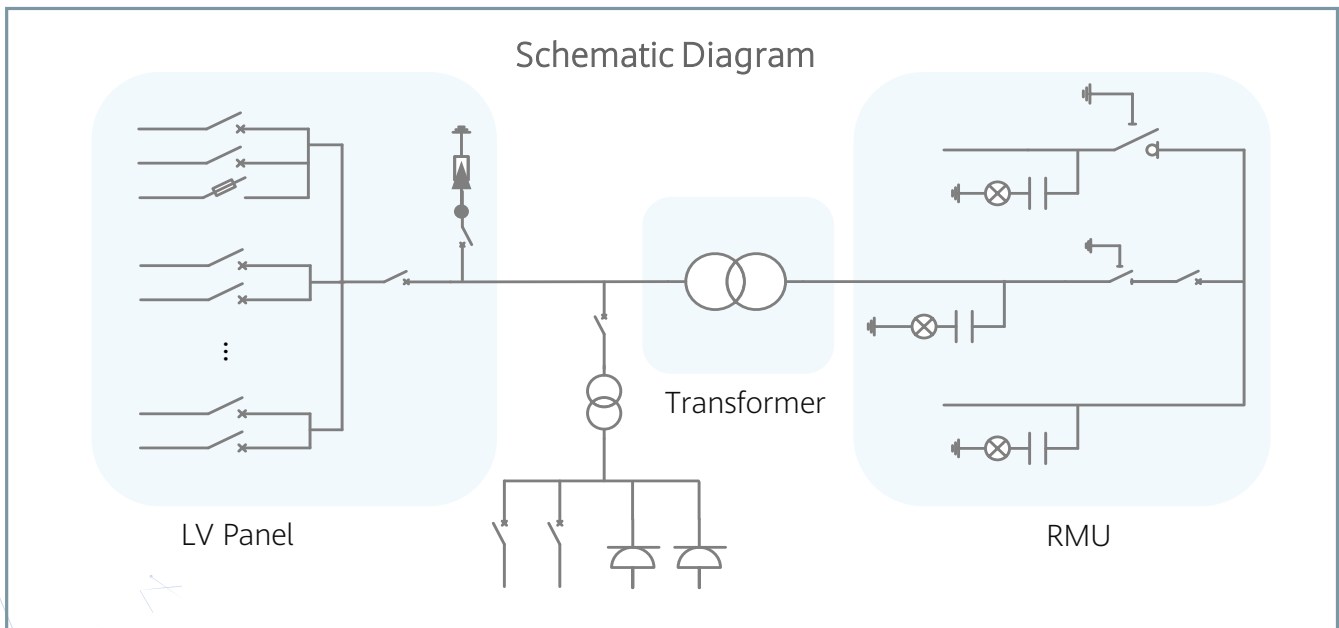
Smart

Real-time Monitoring of Transformer, LV Panel and RMU
High Precision Sensor of LV Electricity Parameters
Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker



Reliable

Robust Design against Harsh Environments
Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M
Comprehensive Tests from Components, Device to Solution



Technical Specifications (Preliminary)

Input		
Available Inverters / PCS	SUN2000-330KTL-H1/ SUN2000-330KTL-H2	
Maximum LV AC Inputs	11	
AC Power	3,300 kVA @40°C / 2,970 kVA @50°C ¹	
Rated Input Voltage	800 V	
LV Main Switches	ACB (2,900 A / 800 V / 3P, 1 x 1 pcs), MCCB (400 A / 800 V / 3P, 11 pcs)	
Output		
Rated Output Voltage	11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV ²	13.8 kV, 34.5 kV ²
Frequency	50 Hz	60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type	
Transformer Cooling Type	ONAN	
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%	
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)	
Transformer Vector Group	Dy11	
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1	
RMU Type	SF ₆ Gas Insulated	
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit	
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit	
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA	
Protection		
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz	
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54	
Internal Arcing Fault Classification of STS	IAC A 20 kA 1s	
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N	
LV Overvoltage Protection	Type I+II	
Anti-rodent Protection	C5 in accordance with ISO 12944	
Features		
2 kVA UPS	Optional ³	
MV Surge Arrester for MV VCB	Optional ³	
General		
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)	
Weight	< 15 t	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ⁴ (-13°F ~ 140°F)	
Relative Humidity	0% ~ 95%	
Max. Operating Altitude	1,000 m ⁵	1,500 m ⁵
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite	
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability	
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B	
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1	

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.

2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request

3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.

4 -When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.

5- For higher operating altitude, pls consult with Huawei.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	88

8.3. **INVERTER**

SUN2000-330KTL-H1

Smart String Inverter



Max. Efficiency
≥99.0%



Smart Self Clean Fan



Smart DC Connector
Temperature Detect



Smart String Level
Disconnection



28 High Accuracy String
Current Detect



Support IV diagnosis

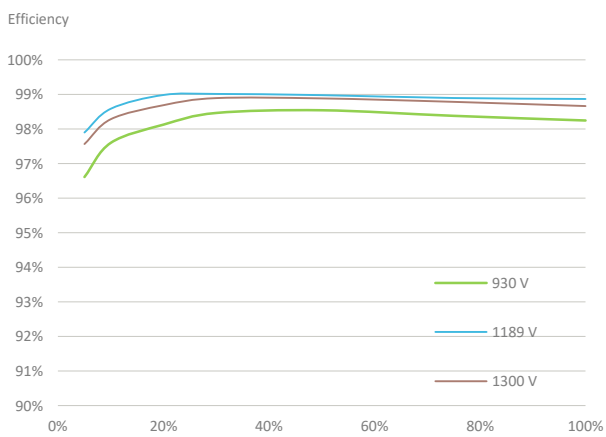


IP 66 protection

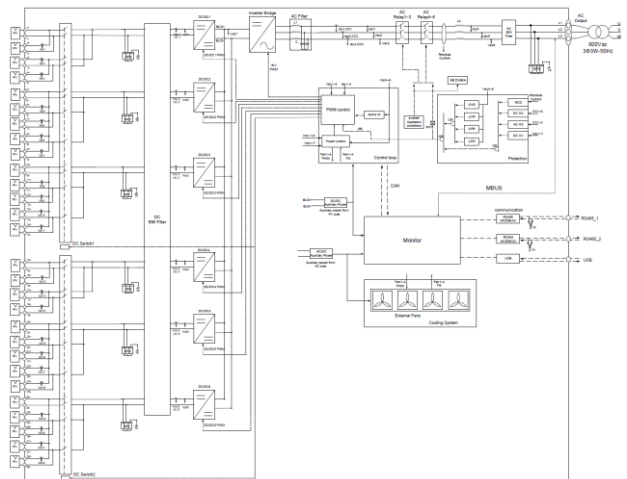


Surge Arresters for
DC & AC

Efficiency Curve



Circuit Diagram



Technical Specifications

Efficiency		
Max. Efficiency		≥99.0%
European Efficiency		≥98.8%
Input		
Max. Input Voltage		1,500 V
Number of MPP Trackers		6
Max. Current per MPPT		65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		115 A
Max. PV Inputs per MPPT		4/5/5/4/5/5
Start Voltage		550 V
MPPT Operating Voltage Range		500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage		1,080 V
Output		
Nominal AC Active Power		300,000 W
Max. AC Apparent Power		330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		330,000 W
Nominal Output Voltage		800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current		216.6 A
Max. Output Current		238.2 A
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion		< 1%
Protection		
Smart String-Level Disconnect(SSLD)		Yes
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
AC Grounding Fault Protection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes
Communication		
Display		LED Indicators, WLAN + APP
USB		Yes
MBUS		Yes
RS485		Yes
General		
Dimensions (W x H x D)		1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)		≤112 kg
Operating Temperature Range		-30 °C ~ 60 °C
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0 ~ 100%
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree		IP 66
Topology		Transformerless

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	91

8.4. **CAVI MT**

ARP1H5(AR)E *P-Laser* AIR BAG™

CABLE SYSTEM



Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)

Protezione meccanica

Materiale Polimerico (Air Bag)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (** ARP1H5(AR)E <tensione>
<sezione> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Temperatura di sovraccarico massima 140°C
Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300°C: K = 100
N.B. Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard
HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)

Mechanical protection

Polymeric material (Air Bag)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (** ARP1H5(AR)E <rated voltage>
<cross-section> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

Applications

Overload maximum temperature 140°C
K coefficient for short-circuit temperatures at 300°C: K = 100
N.B. According to HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO / OPERATING TEMPERATURE	TEMPERATURA CORTOCIRCUITO / SHORT-CIRCUIT TEMPERATURE	RIGIDO / RIGID

Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA MIN. DI POSA -25 °C / MINIMUM INSTALLATION TEMPERATURE -25 °C	CANALE INTERRATO / BURIED TROUGH	TUBO INTERRATO / BURIED DUCT	DIRETTAMENTE INTERRATO / DIRECTLY BURIED	ARIA LIBERA / OPEN AIR	INTERRATO CON PROTEZIONE / BURIED WITH PROTECTION

ARP1H5(AR)E *P-Laser* **AIR BAG™**
CABLE SYSTEM

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura
<i>conductor cross-section</i>	<i>conductor diameter</i>	<i>diameter over insulation</i>	<i>nominal outer diameter</i>	<i>weight</i>	<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio p=1 °C m/W	posa interrata a trifoglio p=2 °C m/W
<i>conductor cross-section</i>	<i>open air installation trefoil</i>	<i>underground installation trefoil p=1 °C m/W</i>	<i>underground installation trefoil p=2 °C m/W</i>
(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	18,0	31	720	440
70	9,7	19,1	32	810	450
95	11,4	20,6	34	920	480
120	12,9	22,1	35	1040	490
150	14,0	23,4	37	1150	520
185	15,8	25,6	39	1330	550
240	18,2	27,8	41	1570	580
300	20,8	31,0	45	1840	630
400	23,8	34,9	49	2310	690
500	26,7	37,1	52	2720	730
630	30,5	41,5	57	3300	800

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	193	173	129
70	240	213	157
95	292	255	190
120	338	291	217
150	381	325	243
185	439	369	276
240	520	430	321
300	601	487	363
400	703	558	417
500	816	637	476
630	949	726	542

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	195	173	129
70	242	212	158
95	293	254	190
120	339	290	217
150	382	324	242
185	439	368	275
240	519	428	320
300	599	486	363
400	700	557	416
500	812	636	475
630	943	725	541

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	94

8.5. CAVI BT

ARE4R 0,6/1 kV



Norma di riferimento IEC 60502-1

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda compatta a fili di alluminio in accordo alla norma IEC 60228, classe 2

Isolante

Mescola di polietilene reticolato

Colori delle anime

● nero

Guaina

In PVC speciale di qualità ST2, colore nero

Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro speciale ogni 1 m:
PRYSMIAN (*) ARE4R 0,6/1 KV 1X50 MM2 <anno>

(*) sigla sito produttivo

Conforme ai requisiti essenziali delle direttive BT 2006/95/CE

Applicazioni

Adatti per alimentazione e trasporto di energia nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale.

Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

Standard IEC 60502-1

Cable design

Core

Aluminium rigid compact conductor, class 2, IEC 60228

Insulation

Cross-linked polyethylene compound

Core identification

● black

Sheath

Special PVC black outer sheath, ST2 type

Marking

Special ink marking each meter:

PRYSMIAN (*) ARE4R 0,6/1 KV 1X50 MM2 <year>

(*) production site label

Compliant with the requirements of the BT 2006/95/CE directives

Applications

For supply and feeding of power in industry, public applications and residential buildings. Suitable for fixed installation both indoor and outdoor, on cable trays, in pipe, conduits or similar systems.

Can be directly buried.

TEMPERATURA
FUNZIONAMENTO /
OPERATING
TEMPERATURE



TEMPERATURA
CORTOCIRCUITO /
SHORT-CIRCUIT
TEMPERATURE



CEI 20-35
EN 60332



RIGIDO /
RIGID



Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA
MIN. DI POSA 0 °C /
MINIMUM
INSTALLATION
TEMPERATURE 0 °C



TUBO
O CANALINA
IN ARIA /
DUCT OR
CABLE TRAY



CANALE
INTERRATO /
BURIED TROUGH



TUBO
INTERRATO /
BURIED DUCT



ARIA LIBERA /
OPEN AIR



INTERRATO CON
PROTEZIONE /
BURIED
WITH PROTECTION



ARE4R 0,6/1 kV



ARE4R

sezione nominale	diametro conduttore	spessore nominale isolante	diametro esterno nominale	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di		raggio minimo di curvatura
<i>conductor cross-section</i>	<i>conductor diameter</i>	<i>nominal insulation thickness</i>	<i>nominal outer diameter</i>	<i>approximate weight</i>	<i>maximum DC resistance at 20 °C</i>	30 °C in aria	20 °C interrato	<i>minimum bending radius</i>
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)	<i>permissible current rating (A) in open air at 30 °C</i>	<i>buried at 20 °C</i>	(mm)

1 conduttore / Single core

16	4,75	0,7	9,5	110	1,91	78	98	114
25	6,0	0,9	11,0	160	1,20	106	126	132
35	7,0	0,9	12,0	190	0,868	130	151	144
50	8,2	1,0	13,5	240	0,641	158	178	162
70	9,7	1,1	15,0	310	0,443	203	218	180
95	11,4	1,1	17,0	410	0,320	250	261	204
120	12,9	1,2	19,0	500	0,253	294	296	228
150	14,0	1,4	20,5	600	0,206	339	332	246
185	15,8	1,6	22,5	730	0,164	392	374	270
240	18,2	1,7	25,0	930	0,125	470	432	300
300	20,8	1,8	28,0	1150	0,100	544	486	336
400	23,8	2,0	32,0	1470	0,0778	633	549	384
500	26,7	2,2	36,0	1850	0,0605	737	619	432
630	30,5	2,4	40,0	2350	0,0469	853	693	480

Note / Notes:

Le portate dei cavi unipolari sono state calcolate per tre cavi a trifoglio.

Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.

Current carrying capacities for single core cables are calculated assuming three cables laying in trefoil formation.

Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.7 – ECON792PDRrti007R0	IMPIANTO AGROVOLTAICO "AGV CUDDIA" RELAZIONE TECNICA E CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	97

8.6. CAVI C.C.

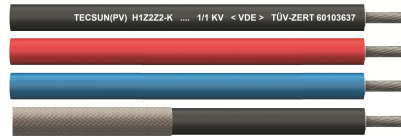
COMMITTENTE

Ecosicily 3 S.r.l.

PROGETTISTA

 **Hydro**
Engineering

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Application

PRYSMIAN Solar cables TECSUN (PV) H1Z2Z2-K acc. to EN 50618, are intended for use in Photovoltaic Power Supply Systems at nominal voltage rate up to 1,5/1,5kV DC. They are suitable for applications indoor and/or outdoor, in industrial and agriculture fields, in/at equipment with protective insulation (Protecting Class II), in explosion hazard areas (PRYSMIAN Internal Testing). They may be installed fixed, freely suspended or free movable, in cable trays, conduits, on and in walls. TECSUN(PV) H1Z2Z2-K cables are suitable for direct burial (PRYSMIAN Internal Testing), where the corresponding guidelines for direct burial shall be considered.

Global data

Brand	TECSUN(PV)
Type designation	H1Z2Z2-K
Standard	DIN EN 50618
Certifications / Approvals	VDE Approval Mark (<VDE>); TÜV-Certificate nr. 60103637

Notes on installation

Notes on installation Thanks to more than 10 years of positive experience with direct burial, not only according to the internal tests performed, but also to the successful installation in PV plants worldwide, the TECSUN(PV) cables are suitable for direct burial in ground (PRYSMIAN Internal Testing). The corresponding installation guidelines shall be taken in consideration.

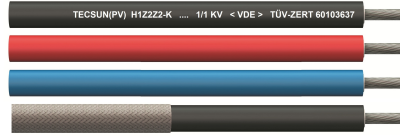
Design features

Conductor	Electrolytic tinned copper, finely stranded class 5 in accordance with IEC 60228
Insulation	Cross-linked HEPR 120°C
Outer sheath	Cross-linked EVA rubber 120°C. Insulation and sheath are solidly bonded (Two-layer-insulation)
Outer Sheath Colour	Black, blue, red
Protective Braid Screen	TECSUN(PV) (C) with additional braid made of tinned copper wires (surface coverage > 80%), as a protective element against rodents or impact

Electrical parameters

Rated voltage	DC: 1,5/1,5 kV AC: 1,0/1,0 kV
Max. permissible operating voltage AC	1.2/1.2 kV
Max. permissible operating voltage DC	1.8/1.8 kV
Test voltage	AC: 6,5 kV / DC: 15 kV (5 Min.)
Current Carrying Capacity description	According to EN 50618, Table A-3
Electrical Tests	Acc. to EN 50618, Table 2: <ul style="list-style-type: none"> • Conductor Resistance; • Voltage Test on completed cable (AC and DC); • Spark Test on insulation; Insulation Resistance (at 20°C and 90°C in water); • Insulation Long-Term Resistance to DC (10 days, in 85°C water, 1,8 kV DC); • Surface Resistance of Sheath. PRYSMIAN internal test: <ul style="list-style-type: none"> • Dielectric Strength; • Insulation Resistance at 120°C in air.

TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 1/1kV AC (1,5/1,5kV DC) PV cables, rubber insulated, TÜV and VDE certified as per EN 50618



Chemical parameters

Reaction to fire	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Single Cable Flame Test per EN 60332-1-2; • Low Smoke Emission per EN 61034-2 (Light Transmittance > 70%); • Halogen-free per EN 50525-1, Annex B. <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple Cable Flame Test per EN 50305-9; • Low Toxicity per EN 50305 (ITC < 3).
Resistance to oil	<p>PRYSMIAN internal test, on sheath:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 24h, 100°C (meets VDE 0473-811-404, EN 60811-404).
Weather resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex E and Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UV Resistance on sheath: tensile strength and elongation at break after 720h (360 Cycles) of exposure to UV lights acc. to EN 50289-4-17, Method A; • Ozone resistance: per Test Type B (DIN EN 50396). <p>PRYSMIAN internal test:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water Absorption (Gravimetric) per DIN EN 60811-402.
Acid and alkaline resistance	<p>Acc. to EN 50618, Annex B:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 days, 23°C (N-Oxalic Acid, N-Sodium Hydroxide) acc. to EN 60811-404.
Ammonia Resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 days in Saturated Ammonia Atmosphere.
Environmentally Friendly	<p>TECSUN(PV) cables comply with the RoHS directive 2011/65/EU of the European Union.</p>

Thermal parameters

Max. operating temperature of the conductor	<p>Max. 90°C at conductor (lifetime acc. to Arrhenius-Diagram TECSUN = 30 years). 20.000 hours of operation at conductor temperature of 120°C (and 90°C ambient temperature) are permitted.</p>
Max. short circuit temperature of the conductor	250 °C (5 s.)
Ambient temperature (for fixed and flexible installation)	<p>Installation and handling: -25°C up to 60°C In operation: -40°C up to +90°C</p>
Resistance to cold	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cold Bending Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-504; • Cold Elongation Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-505; • Cold Impact Test at -40°C acc. to DIN EN 60811-506 and EN 50618 Annex C.
Damp-Heat Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1.000h at 90°C and 85% humidity (test acc. to EN 60068-2-78).

Mechanical parameters

Max. tensile load	15 N/mm ² in operation, 50 N/mm ² during installation
Min. bending radius	Acc. to EN 50565-1
Abrasion resistance	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acc. to DIN ISO 4649 against abrasive paper; • Sheath against sheath; • Sheath against metal; • Sheath against plastics.
Shrinkage Test	<p>Acc. to EN 50618, Table 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximum Shrinkage <2% (test acc. to EN 60811-503).
Pressure Test at High Temperature	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <50% acc. to EN 60811-508.
Dynamic Penetration Test	<p>Acc. to EN 50618, Annex D:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meets requirements of EN 50618.
Shore-Hardness	<p>PRYSMIAN Internal Testing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type A: 85 acc. to DIN EN ISO 868
Durability of Print	<p>Acc. to EN 50618:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test acc. to EN 50396.
Rodent resistance	<p>Safety can be optimized by utilizing protective hoses, or protective element, such as a metallic screen braid.</p>

Number of cores x cross section	Colour	Part number	Conductor diameter max. mm	Outer diameter min. mm	Outer diameter max. mm	Bending radius fixed min. mm	Weight (approx.) kg/km	Permissible tensile force max. N	Conductor resistance at 20°C max. Ω/km	Current carrying capacity for single cable free in air (60°C ambient temp.) A	Current carrying capacity for single cable on a surface (60°C ambient temp.) A	Short Circuit Current (1s. from 90°C to 250°C) kA
1x1,5	black	20154830	1.6	4.4	5	15	35	23	13.7	30	29	0.21
1x2,5	black	20154650	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	red	20167176	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x2,5	blue	20167177	1.9	4.8	5.4	17	46	38	8.21	41	39	0.36
1x4	black	20149014	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	red	20165491	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x4	blue	20165492	2.4	5.3	5.9	18	61	60	5.09	55	52	0.57
1x6	black	20149015	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	red	20165493	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x6	blue	20165494	2.9	5.8	6.4	20	80	90	3.39	70	67	0.86
1x10	black	20149016	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	red	20165495	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x10	blue	20165496	4	7	7.6	23	122	150	1.95	98	93	1.43
1x16	black	20154857	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	red	20167178	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x16	blue	20167179	5.6	9	9.8	30	200	240	1.24	132	125	2.29
1x25	black	20154858	6.4	10.3	11.2	34	290	375	0.795	176	167	3.58
1x35	black	20154859	7.5	11.7	12.5	50	400	525	0.565	218	207	5.01
1x50	black	20154860	9	13.5	14.5	58	560	750	0.393	276	262	7.15
1x70	black	20156711	10.8	15.5	16.5	66	750	1050	0.277	347	330	10.01
1x95	black	20156712	12.6	17.7	18.7	75	970	1425	0.21	416	395	13.59
1x120	black	20156713	14.2	19.2	20.4	82	1220	1800	0.164	488	464	17.16
1x150	black	20156714	15.8	21.4	22.6	91	1500	2250	0.132	566	538	21.45
1x185	black	20153870	17.4	23.7	25.1	101	1840	2775	0.108	644	612	26.46
1x240	black	20157001	20.4	27.1	28.5	114	2400	3600	0.082	775	736	34.32
TECSUN(PV) (C) H1Z2Z2-K												
1x4 (C)	black		2.4	6	6.6	26.4	90		5.09	55	52	0.57
1x6 (C)	black		2.9	6.5	7.1	28.4	110		3.39	70	67	0.86

Standard delivery length is 500mt. Other lengths are available on request.
All cross sections are also available in red and blue colors.