



REGIONE SICILIA
COMUNE DI SAN CIPIRELLO
COMUNE DI MONREALE
COMUNE DI PIANA DEGLI ALBANESI

PROGETTO:

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato "PV San Cipirello" di Pn pari a 50,340 MW e sistema di accumulo di capacità pari a 24 MWh, da realizzarsi nel Comune di San Cipirello (PA)

Progetto Definitivo

PROPONENTE:

DREN SOLARE 11 s.r.l.
SORESINA (CR)
VIA PIETRO TRIBOLDI 4 CAP 26015
PIVA 01785240191



ELABORATO:

Relazione tecnica impianto fv ed opere elettriche

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Cangelosi

Ing. Gaetano Scurto

Scala:

Tavola:

IOE

Data:

31-07-2023

Rev. Data Revisione

00 31-07-2023

Descrizione

emissione



SOMMARIO

SOMMARIO	1
1. PREMESSA	3
1.1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO	4
1.2. DATI DI PROGETTO	6
2. NORMATIVA E DEFINIZIONI	11
2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11
2.2. DEFINIZIONI.....	13
3. PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO	14
3.1. PREMESSE SULLA PRODUZIONE ELETTRICA DELL'IMPIANTO	14
3.2. DATI TOPOGRAFICI E CLIMATICI LOCALI	14
3.3. CRITERI GENERALI DI CALCOLO DI PRODUCIBILITA'	16
3.4. STIMA DELLA PRODUZIONE.....	17
4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA	20
4.1. GENERATORE FOTOVOLTAICO	20
4.1.1. <i>Moduli fotovoltaici in silicio monocristallino</i>	20
4.1.2. <i>String Box</i>	21
4.1.3. <i>Power Station</i>	22
4.1.4. <i>Inverter fotovoltaici</i>	23
4.1.5. <i>Cavidotti MT</i>	25
4.2. SISTEMA DI ACCUMULO ENERGY STORAGE	26
4.3. IMPIANTI PER LA CONNESSIONE	27
4.4. IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE.....	27
4.5. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE	27
5. CAVIDOTTI	28
5.1. CAVIDOTTI BT	28
5.1.1. <i>Tipologie di cavo BT</i>	28
5.1.2. <i>Calcolo delle linee elettriche in cavo</i>	29
5.1.3. <i>Circuiti elettrici</i>	34
5.1.4. <i>Cadute di tensione</i>	34
5.1.5. <i>Prescrizioni generali</i>	34
5.1.6. <i>Quadri elettrici</i>	34
5.2. CAVIDOTTI MT	35
5.2.1. <i>Premesse</i>	35
5.2.2. <i>Tipologia cavi MT interrati</i>	35
5.2.3. <i>Tipologie di posa cavidotti interrati</i>	38
5.2.4. <i>Tipologia cavi MT aerei</i>	39
5.2.5. <i>Tipologie di posa cavidotti aerei</i>	41
5.2.6. <i>Condizioni progettuali di posa</i>	41
5.2.7. <i>Calcoli elettrici cavidotti</i>	41
6. SICUREZZA DELL'IMPIANTO	45
6.1. PROTEZIONE DA CORTI CIRCUITI SUL LATO C.C. DELL'IMPIANTO	45
6.2. PROTEZIONE DA CONTATTI ACCIDENTALI LATO C.C.	45



6.3.	PROTEZIONE DALLE FULMINAZIONI	45
6.4.	SICUREZZE SUL LATO C.A. DELL'IMPIANTO	46
6.5.	PREVENZIONE DAL FUNZIONAMENTO IN ISOLA.....	46
6.6.	IMPIANTO DI MESSA A TERRA	46
7.	ALLEGATI – SCHEDE TECNICHE COMPONENTI PRINCIPALI	47



1. PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di illustrare le caratteristiche dell'impianto elettrico nell'ambito del progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaico di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare denominato "PV San Cipirello" nel territorio del comune di San Cipirello, con impianti per la connessione alla RTN siti nei comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA) (di seguito il "Progetto" o "l'Impianto").

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto agrovoltaico, con sistema di accumulo da 24 MWh, una potenza di picco del generatore di 53,52704 MWp e una potenza nominale di 50,340 MW. Si prevede l'istallazione di n° 903 inseguitori solari ad un asse (tracker orizzontali monoassiali a linee indipendenti), di tre lunghezze diverse, rispettivamente con 112, con 84 e con 56 moduli fotovoltaici bifacciali tipo "n" di ultima generazione, con tecnologia TOP Con.

L'area di progetto sarà contemporaneamente utilizzata per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e la produzione agricola riuscendo in questo modo ad ottimizzare lo sfruttamento dei terreni presenti.

La scelta di un sistema agrovoltaico, così come meglio specificato degli elaborati del presente progetto, permette di perseguire i seguenti obiettivi:

- contrastare la desertificazione;
- contrastare la riduzione di superficie destinata all'agricoltura a scapito di impianti industriali, con conseguente abbandono del territorio agricolo da parte degli abitanti;
- contrastare l'effetto lago, definito come effetto ottico che potrebbe confondere l'avifauna in cerca di specchi d'acqua per la sosta;
- ridurre il consumo di acqua per l'irrigazione poiché grazie all'ombreggiamento delle strutture di moduli si riduce notevolmente la traspirazione delle piante;
- ridurre l'impatto visivo degli impianti industriali per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e aumentarne la qualità paesaggistica.

L'Impianto è ubicato su aree classificate agricole e sarà infisso al suolo con struttura in acciaio di tipo ad inseguimento mono assiale; l'energia elettrica prodotta verrà convogliata dentro apposite cabine/container, denominate Power Station, distribuite entro il perimetro dell'area di Impianto, all'interno delle quali saranno collocati i gruppi di conversione (inverter) e i trasformatori, che avranno la funzione di convertire, da continua ad alternata, l'energia proveniente dal campo fotovoltaico e trasformarla da BT a MT a 30 kV.

Dagli inverter, tramite cavidotti MT a 30 kV, l'energia prodotta verrà trasportata ad un sistema di accumulo da 24 MWh, per l'immagazzinamento di parte dell'energia elettrica prodotta dal parco agrovoltaico, e successivamente trasportata, tramite cavidotto in parte interrato e in parte aereo, alla stazione di trasformazione utente 30/36 kV (SEU). In questa stazione verranno collocati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta.



La consegna dell'energia elettrica prodotta dall'impianto avverrà conformemente alla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) trasmessa da Terna S.p.A. (di seguito "Terna") al proponente con nota del 14/10/2022 cod. prat. 202201819. Tale STMG elaborata da Terna, prevede che il Progetto venga collegato antenna a 36 kV con una la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) in doppia sbarra a 220/36 kV, da collegare in entra - esce sulla linea 220 kV della RTN "Partinico-Ciminna". La SE avrà doppio sistema di sbarre e sezioni di utenza, con relativi edifici tecnici adibiti al controllo e alla misura dell'energia prodotta ed immessa in rete. Il collegamento tra la stazione di consegna e lo stallo nella nuova stazione elettrica sarà realizzato con cavidotto interrato in AT a 36 kV.

L'iniziativa s'inquadra nel piano di sviluppo di impianti per la produzione d'energia da fonte rinnovabile che la società "DREN SOLARE 11 s.r.l." intende realizzare nella Regione Sicilia per contribuire al soddisfacimento delle esigenze d'energia pulita e sviluppo sostenibile sancite sin dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997 e ribadite nella "Strategia Energetica Nazionale 2017".

1.1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il sito del costruendo impianto è ubicato all'interno dei comuni di San Cipirello e Monreale (PA), nella parte occidentale della Sicilia, a sud del territorio provinciale di Palermo.

L'area in oggetto ricade all'interno della seguente Cartografia Tecnica Regionale:

CTR n. 607070 – COZZO PERCIANOTTA

CTR n. 607080 – LA MONTAGNOLA

Dal punto di vista meteorologico, il sito ricade in un'area a clima tipicamente meso-mediterraneo con inverni miti e poco piovosi ed estati calde ed asciutte. Le temperature minime invernali raramente scendono al di sotto di 10°C mentre le temperature estive massime oscillano tra i 28 °C e i 35 °C. I venti sono a regime di brezza senza una significativa direzione prevalente.

La zona è caratterizzata da un valore medio di 144 kWh/m²mese (fonte JRC - Photovoltaic Geographical Information System), valore che rende il sito particolarmente adatto ad applicazioni di tipo fotovoltaico. L'irraggiamento è, infatti, la quantità di energia solare incidente su una superficie unitaria in un determinato intervallo di tempo, tipicamente un giorno (kWh/m²giorno), questo è influenzato dalle condizioni climatiche locali (nuvolosità, foschia ecc..) e dipende dalla latitudine del luogo: come è noto cresce quanto più ci si avvicina all'equatore.

Il territorio interessato è collinare.

Di seguito si riportano due immagini per una immediata localizzazione del sito interessato dall'impianto, mentre per un più dettagliato inquadramento geografico dell'area in questione si rimanda alle tavole in allegato.



Figura 3.1 Inquadramento geografico sito d'interesse



Figura 3.2 Inquadramento impianto in progetto

1.2. DATI DI PROGETTO

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si trova nel comune di San Cipirello in provincia di Palermo, presso la c/da Percianotta con quote variabili tra 350 e i 470 metri sul livello del mare. L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da un totale di 92.288 moduli fotovoltaici, suddivisi in 12 sottocampi, in silicio monocristallino con tecnologia bifacciale di potenza nominale di 580 W ciascuno, con sistema di accumulo da 24 MWh, con una potenza di picco del generatore di 53,527 MWp, una potenza nominale di 50,340 MW e una potenza d'immissione di 49,50 MWp.

L'inseguitore solare sarà del tipo ad un asse (monoassiale) destinato a operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione. L'impianto è di tipo grid-connected in modalità trifase (collegata direttamente alla rete elettrica nazionale). L'impianto di generazione fotovoltaica in progetto sarà installato a terra con struttura in acciaio.

Di seguito verranno esposte le caratteristiche del progetto in esame.

Richiedente: DECAL SOLARE 11, Via Pietro Triboldi 4, Soresina (CR), CAP 26015



Progetto: Realizzazione di un campo fotovoltaico con potenza di picco del generatore da 53,527 MWp ad inseguimento solare di tipo monoassiale

Comune: San Cipirello

Provincia: Palermo

Località: c/da Percianotta Area ricadente nei fogli di mappa catastali:

Impianto fotovoltaico PV San Cipirello

FOGLIO 8 San Cipirello (PA)

PARTICELLA 339, 337, 206, 238, 237, 90, 166, 129, 130, 92, 93, 132, 31, 50, 161, 44, 52, 113, 246, 247, 114, 69, 115, 63, 64, 72, 80, 84, 128, 86, 87, 88, 89, 91, 131, 110, 11, 112

FOGLIO 11 San Cipirello (PA)

PARTICELLE 195, 46, 47, 260, 43, 261, 486, 485, 487, 499, 498, 55, 52, 51, 263, 143, 262, 63, 518, 142, 201, 67, 71, 484, 483, 77, 78, 205, 82, 539, 463, 296, 295, 276, 292, 85, 298, 297, 293, 294, 86, 208, 209, 87, 273, 272, 210, 271, 270, 343, 88, 253, 254, 211, 212, 213, 89, 93, 94, 540, 541, 324, 325, 97, 482, 99, 100, 98, 101, 102, 238, 239, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 151, 124, 125, 219, 126, 220, 127, 305, 306, 128, 129, 312, 314, 313, 315, 495, 558, 131, 132, 152, 133, 275, 134, 135, 153, 136, 137, 138

FOGLIO 15 San Cipirello (PA)

PARTICELLE 503, 312, 445, 448, 447, 446, 311, 313, 444, 443, 442, 508, 509, 510, 511, 708, 706, 709, 114, 711, 522, 713, 528, 141, 116, 505, 506, 507

Elettrodotto MT

FOGLIO 116 Monreale (PA)

PARTICELLE 624, 499, 513, 516, 517, 521, 524, 137, 523, 249, 114, 116, 222, 213, 423, 226, 227, 308, 94, 229, 95, 539, 38, 214, 215

FOGLIO 125 Monreale (PA)

PARTICELLE 186, 185, 184, 191, 195, 66, 199, 59, 201, 203, 205, 20, 31, 58

FOGLIO 126 Monreale (PA)

PARTICELLE 37, 114, 115, 411, 453, 413, 414, 448, 450, 45, 98, 99, 240

FOGLIO 127 Monreale (PA)

PARTICELLE 1, 29, 134, 127, 39, 36, 140, 141, 144

FOGLIO 152 Monreale (PA)

PARTICELLE 232, 98, 99, 230, 101, 1, 74, 77, 2

FOGLIO 128 Monreale (PA)

PARTICELLE 342

Stazione utente di consegna da realizzare in c.da Aquila - Monreale (PA)

FOGLIO 128 Monreale (PA)

PARTICELLA 342



Stazione elettrica e sezione a 36 kV da realizzare in c.da Aquila - Monreale (PA)

FOGLIO 128 Monreale (PA)

PARTICELLE 342

Collegamento in entra - esce sulla linea 220 kV della RTN "Partinico-Ciminna"

FOGLIO 128 Monreale (PA)

PARTICELLE 342, 333, 334, 512,262, 10

FOGLIO 129 Monreale (PA)

PARTICELLE 7, 149, 148, 46, 67, 81, 82, 80, 91, 90, 89

FOGLIO 22 Piana degli Albanesi (PA)

PARTICELLE 33, 183, 185, 132, 131, 86

FOGLIO 23 Piana degli Albanesi (PA)

PARTICELLE 69, 67, 66, 65, 152, 11, 68, 162

L'area dell'impianto è composta da cinque lotti suddivisi in dodici sottocampi individuati nelle planimetrie allegate.

Si è provveduto alla configurazione delle stringhe in modo da rispettare i requisiti di dimensionamento fissati dal produttore e nello stesso tempo ottimizzare le stringhe stesse. Le stringhe saranno tutte composte da 28 pannelli in serie. Nella tabella seguente sono riportate la suddivisione dei pannelli per ogni power station e sottocampo.

Impianto Fotovoltaico "PV San Cipirello"								
Lotto	Sottocampo	Tracker 112 pannelli	Tracker 84 pannelli	Tracker 56 pannelli	n. pannelli	potenza pannello (W)	potenza di picco (KW)	potenza power station
A	A1	62	5	10	7.924	580	4.595,92	4.299
	A2	64	5	5	7.868	580	4.563,44	4.299
B - C	B1	50	7	25	7.588	580	4.401,04	4.095
	B2	58	7	8	7.532	580	4.368,56	4.095
	B3	59	9	9	7.868	580	4.563,44	4.299
	B4	60	8	6	7.728	580	4.482,24	4.095
	B5	69	2	1	7.952	580	4.612,16	4.299
	B6	62	1	9	7.532	580	4.368,56	4.095
	C1	59	6	6	7.448	580	4.319,84	4.095
C	C2	70	4	8	8.624	580	5.001,92	4.709
D	D1	49	10	22	7.560	580	4.384,80	4.095
E	E1	47	8	13	6.664	580	3.865,12	4.095
		709	72	122	92.288		53.527,04	50.570

Tabella 1.1 Suddivisione pannelli per sottocampo



Nella tabella seguente si riportano i dati principali dell'impianto.

DATI DI PROGETTO			
Strutture di sostegno n.112 moduli fv		Inverter 4300	
Tipologia strutture	Inseguimento monoassiale	Tipologia	centralizzati
numero strutture isolate	709	Numero in progetto	4
Inclinazione falda	da -55° a +55°	Potenza max AC	4.299 KW
Interasse	9,50 m	Tensione max DC	1.500 V
		Tensione in AC nominale	630 V
Strutture di sostegno n.84 moduli fv		Inverter 4700	
Tipologia strutture	Inseguimento monoassiale	Tipologia	centralizzati
numero strutture isolate	72	Numero in progetto	1
Inclinazione falda	da -55° a +55°	Potenza max AC	4.709 KW
Interasse	9,50 m	Tensione max DC	1.500 V
		Tensione in AC nominale	690 V
Strutture di sostegno n.56 moduli fv		Power station 4.100 kVA	
Tipologia strutture	Inseguimento monoassiale	Tipologia power station	centralizzato
numero strutture isolate	122	numero in progetto	7
Inclinazione falda	da -55° a +55°	Taglie di potenza	4.095 KVA
Interasse	9,50 m	Installazione	in container prefabbricato
Pannelli		Power station 4.300 kVA	
Tipologia pannelli	silicio monocristallino	Tipologia power station	centralizzato
Numero in progetto	92.288	numero in progetto	4
Potenza di picco pannello	580 Wp	Taglie di potenza	4.299 KVA
Tolleranza potenza	0/+5%	Installazione	in container prefabbricato
Efficienza modulo	22,50%	Power station 4.700 kVA	
Inverter 4100		Tipologia power station	centralizzato
Tipologia	centralizzati	numero in progetto	1
Numero in progetto	7	Taglie di potenza	4.709 KVA
Potenza max AC	4.095 KW	Installazione	in container prefabbricato
Tensione max DC	1.500 V	Dati impianto	
Tensione in AC nominale	600 V	Potenza di picco generatore FV	53,527 MWp
		Potenza nominale impianto AC	50,340 MW

Tabella 1.2 Dati principali dell'impianto

Il tracciato del cavidotto in MT a 30 KV segue, fin dove possibile, la viabilità a servizio del parco fotovoltaico. Tra le soluzioni possibili è stato individuato il tracciato più funzionale, che tiene conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia. L'energia prodotta verrà convogliata in parte per mezzo di un cavidotto interrato di circa 1,000 km, fino al sistema di accumulo, e in parte con un elettrodotto aereo, sino alla cabina di trasformazione posta all'interno della Stazione Utente, per una lunghezza di circa 9,000 km., suddiviso



in 2 linee che collegheranno in serie le cabine seguendo lo schema riportato nell'elaborato "07 - Schemi elettrici impianto fv".



2. NORMATIVA E DEFINIZIONI

2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

DECRETO 22 Gennaio 2008, n.37, regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;

D.M 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni;

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137

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

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

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



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

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

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

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

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

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per b.t.;

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

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

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;

CEI 81-10: Protezione delle strutture contro i fulmini e valutazione del rischio dovuto a fulmine;

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

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

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

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

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems;

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;



CEI 20-11 Caratteristiche tecniche e specifiche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per cavi energia e segnalamento;

CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso ingomma per tensioni nominali tra 1-30KV

CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi;

CEI 20-43 Ottimizzazione economica delle sezioni di condutture dei cavi elettrici per l'energia

2.2. DEFINIZIONI

- a) Impianto o sistema fotovoltaico è un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli fotovoltaici, uno o più convertitori della corrente continua in corrente alternata e altri componenti minori;
- b) potenza nominale di un impianto di produzione di energia è la potenza apparente massima a cui un generatore elettrico o un trasformatore possono funzionare con continuità in condizioni specificate in kVA. Nel caso di generatori fotovoltaici, la potenza attiva massima erogabile è limitata dalla potenza nominale dell'inverter, qualora questa sia minore della somma delle potenze STC dei moduli FV;
- c) energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico è l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile e/o immessa nella rete elettrica;
- d) condizioni nominali sono le condizioni di temperatura e di irraggiamento solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli fotovoltaici, come definite nelle norme CEI EN 60904-1 di cui all'allegato 1;
- e) punto di connessione è il punto della rete elettrica, di competenza del gestore di rete, nel quale l'impianto fotovoltaico viene collegato alla rete elettrica.



3. PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO

3.1. PREMESSE SULLA PRODUZIONE ELETTRICA DELL'IMPIANTO

L'energia massima producibile teoricamente in un anno dall'impianto è data dal prodotto della radiazione media annua incidente sul piano dei moduli per la potenza nominale dell'impianto.

L'analisi di producibilità è stata realizzata per i singoli lotti costituendo essi delle unità produttive caratterizzate da una configurazione interna specifica. La stima di produzione di energia elettrica in un anno è pari a 93,632 GWh.

Le analisi sono state effettuate a mezzo del System Advisor Model (SAM) del National Renewable Energy Laboratory - national laboratory of the U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, operated by the Alliance for Sustainable Energy, LLC.

La somma delle potenze nominali degli inverter installati è 50,570 MW e il fattore DC/AC medio di impianto è pari a 1,06.

Già a livello preliminare, i componenti dell'impianto sono stati selezionati per minimizzare le perdite nel processo di conversione; in sede di progetto esecutivo verranno presi ulteriori accorgimenti volti ad ottimizzare le prestazioni del sistema, in termini di energia prodotta.

In particolare verranno adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e quindi ottimizzare il rendimento delle stringhe; verranno inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezioni adeguate per ridurre le perdite sul lato in corrente continua. In generale verranno esaminate con i fornitori dei componenti tutte le caratteristiche dei componenti stessi che hanno impatto con il rendimento del sistema, verranno individuati tutti gli accorgimenti volti a migliorarlo e verranno adottate le misure conseguenti.

3.2. DATI TOPOGRAFICI E CLIMATICI LOCALI

L'impianto sarà realizzato nel territorio del comune di San Cipirello (PA).

Nella figura seguente si riporta la posizione del punto di calcolo della producibilità utilizzata.

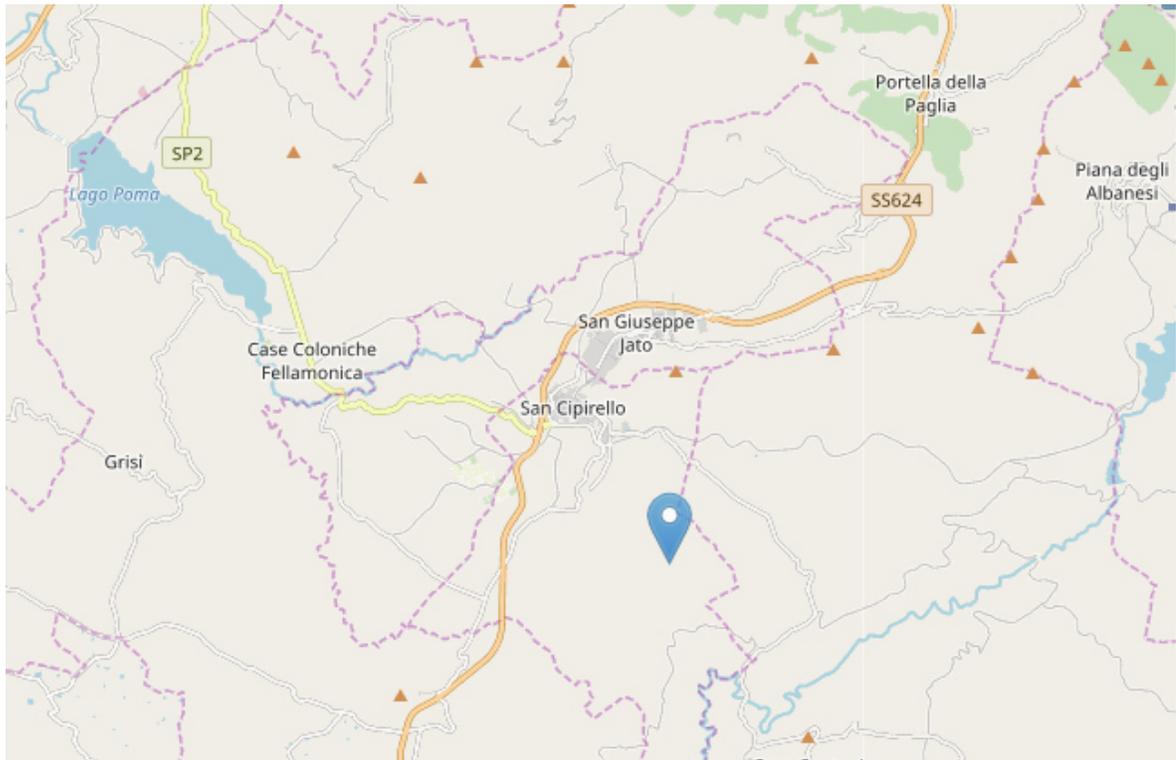


Figura 3.2.1 Inquadramento impianto

Le coordinate del sito sono:

LAT 37.938, 13.195Nord;

LON 13.195 Est

Quota sul livello del mare: 380 m s.l.m.

Azimet 180°

Il calcolo della produzione è stato effettuato sulla base del database solare PVGIS-SARAH che permette, in base ai dati locali medi di irraggiamento solare, ed in base alle caratteristiche dell'impianto, di ricavare la produzione attesa mensile ed annuale dell'impianto.

Si riporta di seguito una figura che rappresenta l'irraggiamento medio in KWh/mq relativa all'intera nazione. Da qui si rende evidente come le zone scelte per l'installazione dell'impianto sono quelle che offrono le condizioni ottimali di producibilità rispetto a tutto il territorio nazionale.

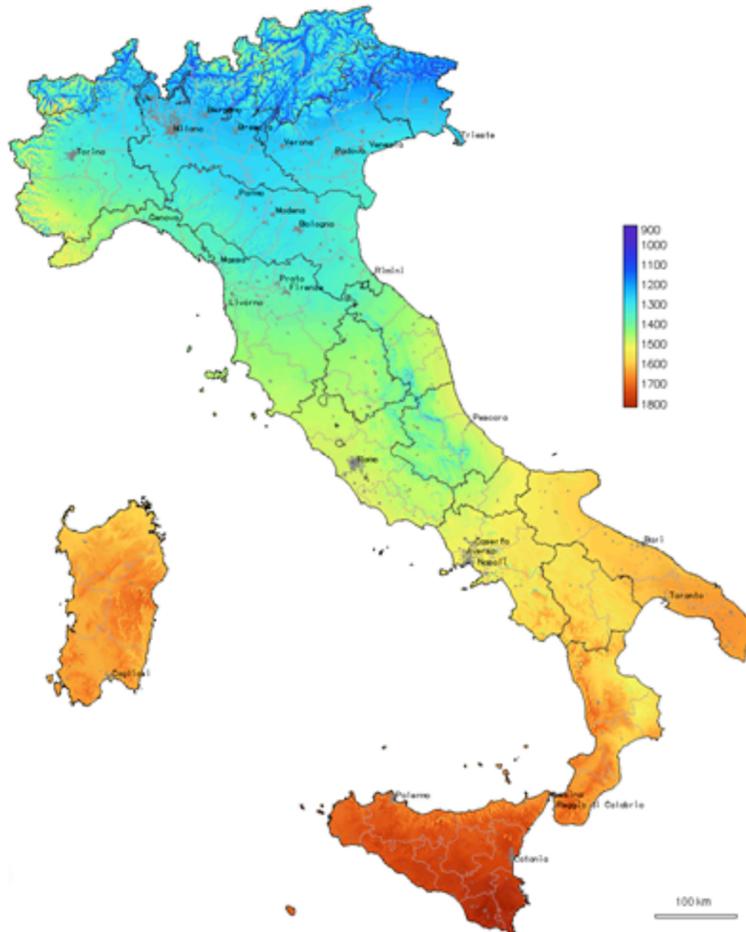


Fig. 3.2.2 Irraggiamento medio annuo in Italia

3.3. CRITERI GENERALI DI CALCOLO DI PRODUCIBILITA'

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nel presente progetto si è scelto un sistema ad inseguimento monoassiale con tilt massimo di $\pm 60^\circ$ dei pannelli con orientamento delle file nord-sud.

L'energia generata da un impianto fotovoltaico dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;



- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

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

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

per i seguenti valori:

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

I valori delle perdite per la presente stima sono stati valutati in base ai dati relativi ad impianti della stessa tipologia.

3.4. STIMA DELLA PRODUZIONE

Sulla base dei dati locali e delle caratteristiche impiantistiche, mediante i calcoli effettuati si è ottenuto l'irraggiamento medio mensile per il sito in progetto e successivamente stimando le perdite come indicato precedentemente si è calcolato la produzione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Il calcolo è stato condotto per una potenza di picco di 1 KW. Dalla configurazione effettuata sugli inverter è stata estrapolata la tipologia rappresentative di tutti i sottocampi che differiscono l'una dall'altra in base al numero dei pannelli e delle stringhe allacciate alla power station.

La tabella seguente mostra i risultati dei calcoli effettuati, riportando le produzioni mensili di energia per l'unità di calcolo (potenza di picco di 1 KW).



Mese	Asse inclinata		
	E_m	H(i)_m	SD_m
Gennaio	79.8	94.1	11.4
Febbraio	98.4	116.3	18.5
Marzo	142.4	173.6	19.1
Aprile	175.9	221.5	16.4
Maggio	214.2	277.4	17.5
Giugno	224.8	302.1	10.7
Luglio	246.6	336.4	5.3
Agosto	220.1	296.6	15.5
Settembre	161.1	207.6	10.4
Ottobre	127.5	158.5	9.4
Novembre	92.2	111.0	9.7
Dicembre	76.9	91.0	9.2

E_m: Media mensile del rendimento energetico dal sistema definito [kWh].

H_m: Media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistem scelto [kWh/m²].

SD_m: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh].

Tabella 3.4.1 Produzioni mensili riferite a potenza di picco di 1KW

I valori di produzione attesa per l'unità di calcolo è di 1.859 KWh all'anno.

La figura seguente mostra i valori calcolati.

Output del calcolo

	IA*
Angolo inclinazione [°]:	0
Produzione annuale FV [kWh]:	1859.86
Irraggiamento annuale [kWh/m ²]:	2386.14
Variazione interannuale [kWh]:	60.3
Variazione di produzione a causa di:	
Angolo d'incidenza [%]:	-1.68
Effetti spettrali [%]:	0.69
Perdite temp. ed irr. bassa [%]:	-8.45
Perdite totali [%]:	-22.06

* IA: Asse inclinata

Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:

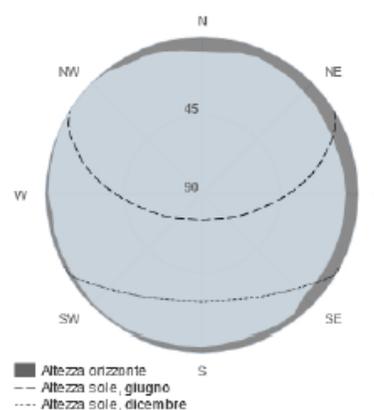


Tabella 3.4.2 Valori calcolati riferiti a potenza di picco di 1KW

A partire da questi dati si è calcolato il valore della produzione stimata per ogni sottocampo



dell'impianto.

Nella tabella seguente si riporta la stima effettuata.

Impianto Fotovoltaico "PV San Cipirello"									
Lotto	Sottocampo	Tracker 112 pannelli	Tracker 84 pannelli	Tracker 56 pannelli	n. pannelli	potenza pannello (W)	potenza di picco (KW)	potenza power station	Stima produzione sttocado (MWh)
A	A1	62	5	10	7.924	580	4.595,92	4.299	7.996
	A2	64	5	5	7.868	580	4.563,44	4.299	7.996
B - C	B1	50	7	25	7.588	580	4.401,04	4.095	7.617
	B2	58	7	8	7.532	580	4.368,56	4.095	7.617
	B3	59	9	9	7.868	580	4.563,44	4.299	7.996
	B4	60	8	6	7.728	580	4.482,24	4.095	7.617
	B5	69	2	1	7.952	580	4.612,16	4.299	7.996
	B6	62	1	9	7.532	580	4.368,56	4.095	7.617
	C1	59	6	6	7.448	580	4.319,84	4.095	7.617
C	C2	70	4	8	8.624	580	5.001,92	4.709	8.759
D	D1	49	10	22	7.560	580	4.384,80	4.095	7.617
E	E1	47	8	13	6.664	580	3.865,12	4.095	7.189
		709	72	122	92.288		53.527,04	50.570	93.632,62

Tabella 3.4.3 Produzione stimata suddivisa per sottocampo

Il totale stimato di energia prodotta e immessa in rete per l'intero impianto è pari a 93,632 GWh all'anno.



4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

4.1. GENERATORE FOTOVOLTAICO

4.1.1. Moduli fotovoltaici in silicio monocristallino

Il modulo fotovoltaico trasforma la radiazione solare incidente sulla sua superficie in corrente continua che sarà poi convertita in corrente alternata dal gruppo di conversione. Esso risulta costituito dai seguenti componenti principali:

- Celle di silicio cristallino;
- diodi di by-pass e diodi di blocco;
- vetri antiriflesso contenitori delle celle
- cornice di supporto in alluminio anodizzato;
- cavi di collegamento con connettori.

I moduli fotovoltaici garantiranno una idonea resistenza al vento, alla neve, agli sbalzi di temperatura, in modo da assicurare un tempo di vita di almeno 30 anni. Ogni modulo sarà inoltre dotato di scatola di giunzione stagna, con grado di protezione IP 65, contenente i diodi di by-pass ed i morsetti di connessione. I moduli fotovoltaici avranno una garanzia sul decadimento delle prestazioni che sarà non superiore al 10% nell'arco di almeno 20 anni.

Per il progetto si prevede di utilizzare dei moduli monocristallini bifacciali da 580 Wp, Tipo SUNTECH ULTRA V PRO STP580S-C72/Nmh+.

La tecnologia bifacciale permette di aumentare la produzione attesa dal pannello utilizzando la radiazione che incide sulla parte posteriore del pannello.

Le caratteristiche del pannello sono le seguenti:

- MAX POWER P_m (W) : 580W
- MAX-POWER VOLTAGE V_m (V) : 442,1 V
- MAX-POWER CURRENT I_m (A) : 13,59 A
- MAX SYSTEM VOLTAGE (VDC) : 1500 V
- Dimensioni Moduli : 1134x2278x35 mm



- Peso: 32.00kg/Cad

4.1.2.String Box

In un impianto fotovoltaico i moduli sono disposti in stringhe e campi a seconda del tipo di inverter utilizzato, della potenza totale e della tecnica caratteristiche dei moduli. La connessione dei moduli in serie è realizzata sui moduli stessi mediante le scatole di giunzione e i cavi solari. Al fine di poter effettuare le necessarie manutenzioni sulle stringhe e proteggere il sistema da eventuali sovratensioni e sovracorrenti vengono installate le string box che ospitano, insieme ai sistemi di interconnessione, anche i dispositivi di protezione da sovracorrente, sezionatori e dispositivi di protezione da sovratensioni.

Le stringhe previste sono di 28 moduli in serie permettendo in questo modo di diminuirne il numero e diminuire i cavi in DC utilizzati.



Figura4.1.1 String box tipo

Il progetto prevede l'installazione delle string box aventi almeno le seguenti caratteristiche:

Tensione massima (VDC): 1500 V

Numero di stringhe parallele: fino a 20



Protezioni SPD: Tipo 2

Fusibili: 20 A

Sezionatori: presenti

Grado protezione quadro: IP 66

Corrente massima output: 320 A

Impianto Fotovoltaico "PV San Cipirello"														
Lotto	Sottocampo	Tracker 112 pannelli	Tracker 84 pannelli	Tracker 56 pannelli	n. pannelli	potenza pannello (W)	potenza di picco (KW)	potenza power station	Numero stringhe	Numero pannelli per stringa	Numero string box Tipo A	Numero stringhe nella stringbox tipo A	Numero string box Tipo B	Numero stringhe nella stringbox tipo B
A	A1	62	5	10	7.924	580	4.595,92	4.299	283	28	18	15	1	13
	A2	64	5	5	7.868	580	4.563,44	4.299	281	28	18	15	1	11
B - C	B1	50	7	25	7.588	580	4.401,04	4.095	271	28	16	16	1	15
	B2	58	7	8	7.532	580	4.368,56	4.095	269	28	17	15	1	14
	B3	59	9	9	7.868	580	4.563,44	4.299	281	28	18	15	1	11
	B4	60	8	6	7.728	580	4.482,24	4.095	276	28	18	15	1	6
	B5	69	2	1	7.952	580	4.612,16	4.299	284	28	18	15	1	14
	B6	62	1	9	7.532	580	4.368,56	4.095	269	28	17	15	1	14
	C1	59	6	6	7.448	580	4.319,84	4.095	266	28	17	15	1	11
C	C2	70	4	8	8.624	580	5.001,92	4.709	308	28	20	15	1	8
D	D1	49	10	22	7.560	580	4.384,80	4.095	270	28	18	15	0	0
E	E1	47	8	13	6.664	580	3.865,12	4.095	238	28	15	15	1	13
		709	72	122	92.288		53.527,04	50.570	3.296		210		11	

Tabella 4.1.2 Suddivisione stringhe su string box

4.1.3. Power Station

All'interno dell'impianto sono previste 12 power station, con la funzione di raccogliere le linee elettriche provenienti dalle string box convertire l'energia da corrente continua a corrente alternata tramite gli inverter, innalzare la tensione da BT a MT 30 KV e convogliare l'energia su due linee. La cabina conterrà il quadro di gestione delle linee BT, gli inverter, il trasformatore BT/MT e il quadro MT per la gestione delle linee di trasmissione dell'energia alla stazione elettrica di consegna.

Per l'impianto in oggetto si è previsto di impiegare delle soluzioni preassemblate per l'alloggio dei trasformatori BT/MT e delle apparecchiature di campo. In particolare si è scelto: la power station che utilizzano inverter tipo Proteus PV4100 con potenza nominale di 4095 KVA; la power station con inverter tipo Proteus PV4300 con potenza nominale di 4299 KVA e la power station con inverter tipo Proteus PV4700 con potenza nominale di 4709 KVA. Ogni power station può avere a bordo uno o due inverter dimensionati per la potenza massima di picco di pannelli del Sottocampo.

Questa cabina preassemblata contiene tutte le apparecchiature necessarie per la gestione delle linee in corrente continua, degli inverter, la trasformazione da 600/690 V a 30.000 V della tensione e la gestione delle linee MT. La potenza nominale di ogni trasformatore installato sarà 4.200/5.000 KVA a seconda della porzione dell'impianto servito.



La Power Station avrà le seguenti caratteristiche:

Tensione lato BT: 600/690 V

Tensione lato AT: 30 KV

Tipologia Trasformatore: ONAN

Potenza trasformatore: 4.200/5.000 KVA

Materiale spire: alluminio;

tensione nominale interruttori AT: 40,5 KV

corrente nominale interruttori AT: 630 A

Standard costruttivi: IEC 60076, IEC 61439-1, IEC 62271-200, IEC 62271-202

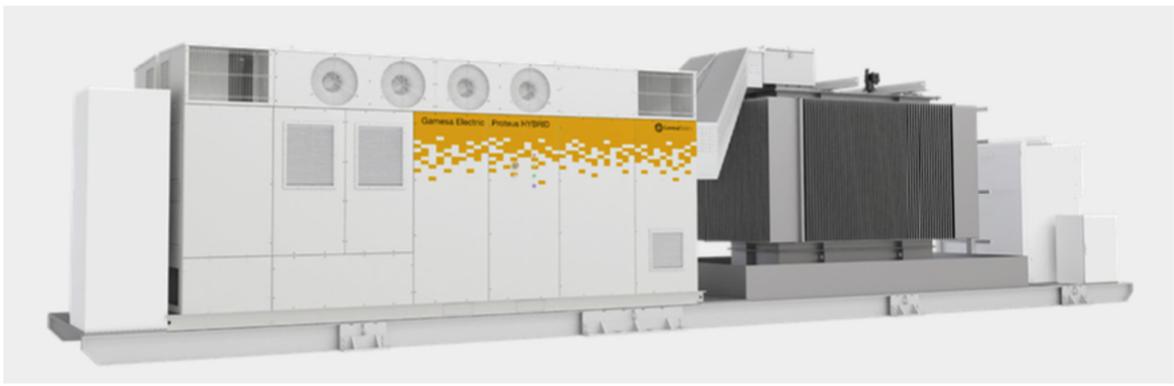


Figura 4.1.3 – Vista Power station

4.1.4. Inverter fotovoltaici

L'energia prodotta dai pannelli in corrente continua sarà convertita dagli inverter in corrente alternata.

Il gruppo di conversione o inverter sarà idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. L'autoconsumo degli inverter sarà minimo, massimizzando pertanto il rendimento di conversione e sarà assorbito dalla rete elettrica nel caso in cui il generatore solare non sia in grado di fornire sufficiente energia elettrica. L'inverter non solo regolerà la potenza in uscita del sistema fotovoltaico ma servirà anche come controllo del sistema e come mezzo di ingresso dell'energia elettrica prodotta dal sistema FV dentro la rete in bassa tensione della centrale.

Si è optato per un sistema a 1500V in corrente continua che massimizzando il numero di pannelli collegabili nella medesima stringa riduce i collegamenti elettrici da realizzare.

L'inverter scelti sono del tipo Proteus PV4100 con potenza nominale di 4095 KVA; tipo Proteus PV4300 con potenza nominale di 4299 KVA e tipo Proteus PV4700 con potenza nominale di 4709 KVA.



Il progetto prevede l'installazione degli inverter in base alla caratteristica del sottocampo, installati su ogni Power Station, distribuiti all'interno dei sottocampi fotovoltaici per poter minimizzare le lunghezze dei cavi utilizzati.



Figura 4.1.4 – Vista inverter

I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono stati dimensionati in modo da essere compatibili con quelli del generatore fotovoltaico.

Caratteristiche degli inverter:

- Ottimo per tutte le tensioni di rete delle centrali fotovoltaiche;
- Soluzione di piattaforma per una progettazione flessibile delle centrali fotovoltaiche;
- Pronta per condizioni ambientali complesse;
- Componenti testati prefiniti;
- Completamente omologato;

Il progetto prevede l'installazione di inverter aventi almeno le seguenti caratteristiche:

Tensione massima (VDC): 1.500 V

Potenza Nominale AC: 4100-4700 KW



Tensione AC: 600-690 V

Frequenza di rete nominale: 50 Hz

Grado protezione quadro: IP 65

Dimensioni: 4.325x2x250x1.022 mm

Il progetto prevede, come già detto, venti sottocampi. Ogni campo comprende una power station a cui sono collegati gli inverter.

Si è provveduto alla configurazione delle stringhe in modo da rispettare i requisiti di dimensionamento fissati dal produttore e nello stesso tempo ottimizzare le stringhe stesse. Le stringhe saranno tutte composte da 28 pannelli in serie.

Nella tabella seguente sono riportate la suddivisione degli inverter per ogni power station e sottocampo.

Impianto Fotovoltaico "PV San Cipirello"									
Lotto	Sottocampo	Tracker 112 pannelli	Tracker 84 pannelli	Tracker 56 pannelli	n. pannelli	potenza pannello (W)	potenza di picco (KW)	potenza power station	Tipologia Inverter
A	A1	62	5	10	7.924	580	4.595,92	4.299	PROTEUS PV 4.300
	A2	64	5	5	7.868	580	4.563,44	4.299	PROTEUS PV 4.300
B - C	B1	50	7	25	7.588	580	4.401,04	4.095	PROTEUS PV 4.100
	B2	58	7	8	7.532	580	4.368,56	4.095	PROTEUS PV 4.100
	B3	59	9	9	7.868	580	4.563,44	4.299	PROTEUS PV 4.300
	B4	60	8	6	7.728	580	4.482,24	4.095	PROTEUS PV 4.100
	B5	69	2	1	7.952	580	4.612,16	4.299	PROTEUS PV 4.300
	B6	62	1	9	7.532	580	4.368,56	4.095	PROTEUS PV 4.100
	C1	59	6	6	7.448	580	4.319,84	4.095	PROTEUS PV 4.100
C	C2	70	4	8	8.624	580	5.001,92	4.709	PROTEUS PV 4.700
D	D1	49	10	22	7.560	580	4.384,80	4.095	PROTEUS PV 4.100
E	E1	47	8	13	6.664	580	3.865,12	4.095	PROTEUS PV 4.300
		709	72	122	92.288		53.527,04	50.570	

Tabella 4.1.1 Suddivisione stringhe per sottocampo

4.1.5.Cavidotti MT

L'energia prodotta dall'impianto e trasformata nelle power station da continua BT ad alternata MT, sarà addotta ad una stazione di consegna di proprietà del produttore per la successiva consegna alla RTN.

Il cavidotto progettato avrà tensione di 30 KV e sarà posato lungo il percorso individuato in planimetria. In particolare le linee elettriche saranno interrato fino alla cabina di smistamento. Da qui partiranno due linee aeree di collegamento con la stazione utente.

Sono previste due linee che collegheranno le 12 power station secondo lo schema riportato nelle tavole



allegate:

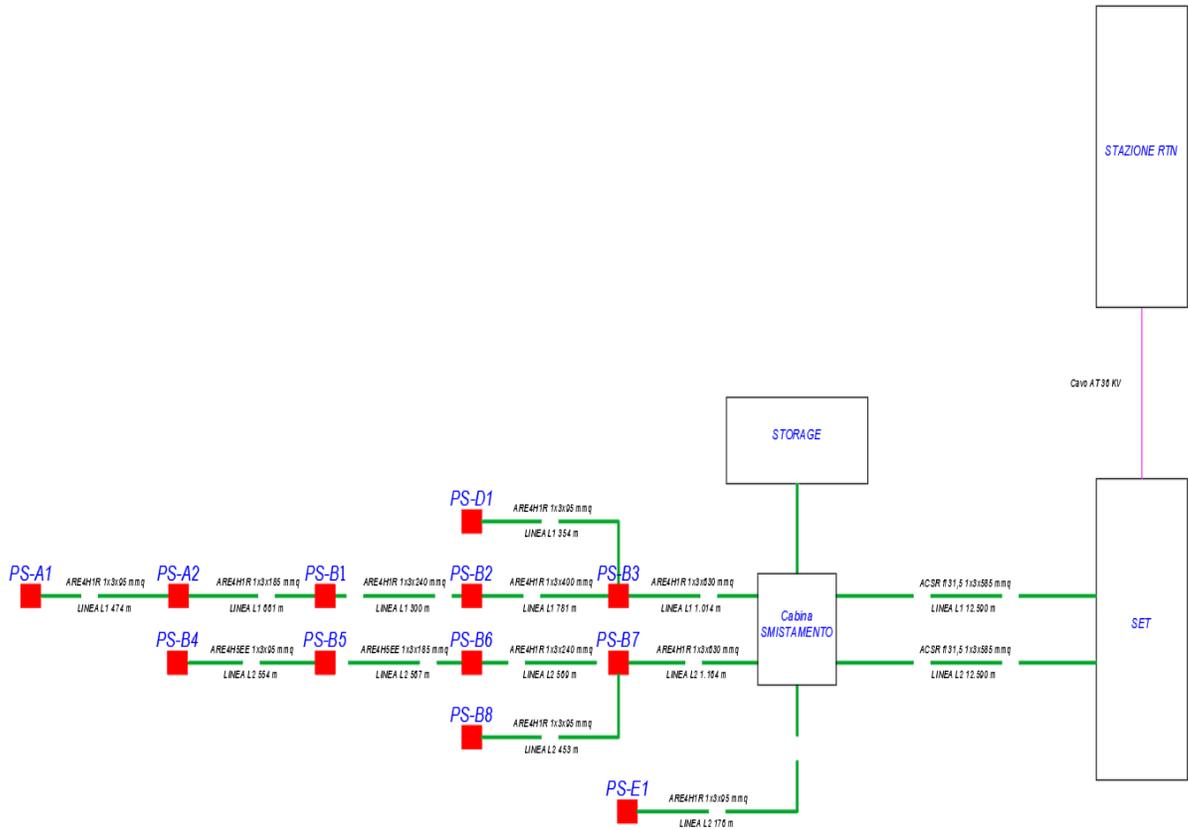


Figura 4.1.5 Schema a blocchi cavidotti

Per una trattazione più approfondita dei cavidotti si rimanda al capitolo 5 della presente relazione.

4.2. SISTEMA DI ACCUMULO ENERGY STORAGE

Sarà previsto un sistema di accumulo dell'energia prodotta dall'impianto inserito tra le power station e la stazione AT. L'energy storage permetterà l'accumulo di energia prodotta da fonti rinnovabili, resa poi fruibile, in un secondo momento, anche quando gli impianti non sono in funzione. Tramite degli inverter, adatti per i sistemi storage, verrà convogliata l'energia in appositi accumulatori. Le apparecchiature previste per la trasformazione dell'energia sono degli inverter per batterie tipo GAMESA Proteus PCS-E con potenza nominale 4180 KVA. I sistemi previsti per l'accumulo dell'energia sono degli Storage Libess Container 40 Piedi 3Mwh. La capacità nominale di accumulo dello storage sarà di 24 MWh.



4.3. IMPIANTI PER LA CONNESSIONE

La STMG trasmessa da Terna s.p.a. con nota del 14/10/2022 cod. prat. 202201819 prevede che il Progetto venga collegato in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV (da realizzare) di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) in doppia sbarra 220/36 kV della RTN, da collegare in entra - esce sulla linea 220 kV della RTN "Partinico - Ciminna".

Gli impianti di connessione alla RTN sono stati progettati in conformità al suddetto Preventivo di Connessione. La tipologia di inserimento in antenna prevista consiste nell'utilizzo di un elettrodotto a 36 kV interrato da collegare tra la stazione di consegna del produttore e lo stallo arrivo produttore dedicato in Stazione Elettrica RTN dall'altro.

Le opere di connessione dell'impianto alla rete comprendono impianti di rete e di utenza per la connessione.

4.4. IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

L'impianto di Utenza per la Connessione (IUC) sarà costituito da:

- Elettrodotto MT interrato e aereo a tensione di 30 KV di connessione tra l'impianto di produzione e la stazione di consegna del produttore;
- Stazione di trasformazione e consegna produttore a tensione di 30/36 KV;
- Cavidotto AT interrato a tensione di 36 KV di connessione tra la stazione di consegna del produttore e lo stallo di arrivo produttore nella sezione a 36 kV della Stazione Elettrica TERNA.

4.5. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

L'impianto di Rete per la Connessione (IRC) sarà costituito da:

- Nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 220/36 kV "Monreale 3";
- Sezione a 36 kV della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 220/36 kV "Monreale 3";
- Raccordi aerei AT 220 kV tra la Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 220/36 kV "Monreale 3 e la linea 220 kV della RTN "Partinico - Ciminna".



5. CAVIDOTTI

5.1. CAVIDOTTI BT

5.1.1. Tipologie di cavo BT

Le linee di collegamento in serie dei pannelli per formare le stringhe saranno realizzate in parte con i cavi in dotazione ai pannelli stessi ed in parte mediante cavi in rame del tipo “solare”.

Tali cavi sono posti all'esterno e sottoposti alle intemperie durante tutta la vita dell'impianto, per tale motivo si utilizzeranno cavi isolati con gomma elastomerica di qualità conforme alla norma EN 50618.

I cavi scelti sono del tipo H1Z2Z2-K, dove il conduttore è formato da una corda di rame flessibile stagnato, di classe 5 isolato con due strati in gomma senza alogeni non propaganti la fiamma.

Tale cavo ha le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale in cc 1500 V,

Temperature d'esercizio -40°/+90°,

Sforzo massimo di trazione 15 N/mmq.

La sezione del cavo sarà 6 mmq .



Figura 5.1.1 Cavo “solare” con conformità richieste

Per le linee che collegheranno le stringbox con le power station sarà utilizzato un cavo in alluminio con isolamento in gomma Qualità G16 e guaina in PVC Qualità R16.

Il cavo scelto è del tipo ARG16R16 il quale avrà sezioni variabile in funzione dei calcoli di progetto.



Tale cavo ha le seguenti caratteristiche:
Tensione nominale in cc 1000 V,
Temperature d'esercizio -15°/+90°C,
Temperatura massima di cortocircuito 250 °C

ARG16R16-0,6/1 kV

REAZIONE AL FUOCO

CONFORME CPR
REGOLAMENTO 305/2011/UE

Norma:	EN 50575:2014+A1:2016
Classe:	C ₀ s3, d1, a3
Classificazione: (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6
Emissione di calore e fumi e sviluppo della fiamma	EN 50399
Non propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Gas corrosivi e alogenidrici:	EN 60754-2
Organismo Notificato:	0051 - IMQ
CE	2018

Costruzione, requisiti elettrici CEI 20-13
fisici e meccanici:

Gas corrosivi o alogenidrici: EN 50267-2-1

Direttiva Bassa Tensione: 2014/35/UE

Direttiva RoHS: 2011/65/UE



Figura 5.1.2 Cavo Bt con conformità richieste

5.1.2. Calcolo delle linee elettriche in cavo

Il calcolo è stato condotto considerando cavi con i relativi conduttori e supponendo trascurabili i parametri



trasversali delle linee.

La linea viene dapprima dimensionata secondo il criterio della massima caduta di tensione; quindi vengono confrontate la sezione e la portata teorica con la sezione e la portata del cavo commerciale (restando così verificato anche il criterio termico).

Infine è stata calcolata l'energia specifica passante tollerata dal cavo in relazione all'isolamento.

Il dimensionamento è stato condotto verificando per la linea in questione le seguenti relazioni suggerite dalle norme C.E.I 64 - 8 circa la protezione delle linee in cavo dalle sovracorrenti:

1. $I_b < I_n < I_z$;
2. $I_f < 1.45 I_z$

dove:

- I_b : Corrente convenzionale relativa al circuito,
- I_n : Corrente nominale di intervento del dispositivo di protezione,
- I_z : Portata del cavo nelle condizioni di posa,
- I_f : Corrente di sicuro intervento del dispositivo di protezione.

Inoltre è stato verificato che la caduta di tensione % ammessa sulla linea risultasse inferiore al 4 %, in tutte le condizioni di funzionamento.

Per il dimensionamento dei cavi elettrici Bt si sono utilizzati due metodi, il metodo del carico termico, ed il metodo della massima caduta di tensione.

Il criterio del carico termico è prevalente per linee molto corte e, in particolare, per i cavi e le sbarre.

Il sovrariscaldamento dovuto a densità di corrente elevata altera la bontà della trasmissione in quanto aumenta la resistenza; di conseguenza le caratteristiche di isolamento dei cavi non sono più garantite.

Il bilancio termico per un cavo di lunghezza unitaria, si può esprimere come:

$P_j - P_a - P_t = 0$ dove:

- P_j = Potenza termica dissipata per effetto joule
- P_a = Potenza termica accumulata
- P_t = Potenza termica trasmessa all'esterno

A regime quando la temperatura si stabilizza (a temperatura costante) tutto il calore prodotto per effetto Joule P_j viene trasmesso all'ambiente esterno P_t .

In condizioni di equilibrio termico



$P_j = P_t$

Occorre fare in modo che non si verifichino pericolosi innalzamenti della temperatura, ossia occorre limitare la dissipazione di potenza per effetto joule e quindi la corrente che attraversa il cavo.

L'espressione della intensità di corrente massima ammissibile è pari a:

$$I_{ma} = \sqrt{\frac{K_s \Delta \theta A}{\rho}} \quad (A)$$

Nella pratica comune il valore I_{ma} è già tabellato (vedi tabella 1) per i diversi cavi, si è quindi verificato che la portata massima ipotizzata sia minore della portata massima ammissibile.

Modalità di posa	Tipo di cavo	Isolante	Numero di conduttori								Linea n°
Posa con circolazione d'aria impedita (in tubi, canali, ecc.)	Unipolari con o senza guaina	PVC	4	3	2						1
	Multipolari	EPR			4	3	2				2
Posa con libera circolazione d'aria (a parete, su passerelle, mensole o scalette, su fune portante)	Multipolari	PVC		4	3	2					3
		EPR			4	3	2				4
	Unipolari con guaina	PVC			4	3	2				5
		EPR				4	3	2	1		6
NOTE 1. Le portate dei cavi con conduttori in alluminio possono essere ottenute moltiplicando per 0,78 le portate dei cavi in rame di eguale sezione. 2. Le portate si riferiscono ad una temperatura ambiente di 30°C. 3. Le portate dei cavi in PVC sono valide anche per i cavi isolati in gomma G e GI; quelle dei cavi in EPR sono valide per i cavi in polietilene reticolato (XLPE). 4. La portata indicata per i cavi sezione 1 mm ² è solo per riferimento. 5. La sezione (nominale) 50 mm ² corrisponde ad una sezione effettiva di 47,5 mm ² . 6. Nel caso di cavi in tubi protettivi incassati in pareti termicamente isolanti come legno o espanso, applicare un fattore di riduzione pari a 0,84. 7. Le portate dei cavi multipolari si applicano a cavi con conduttori rotondi, per i cavi multipolari con conduttori settoriali si applica una riduzione. 8. Le portate indicate per un cavo unipolare con guaina si applicano a cavi unipolari distanziati almeno di un diametro in orizzontale, due diametri se sovrapposti in verticale. 9. Per la posa senza circolazione di aria (linee 1 e 2) la tabella vale fino alla sezione di 120 mm ² .		Sezione mm ²	Portata in regime permanente (A)								
			A	B	C	D	E	F	G	H	
		1	10,5	12	13,5	15	17	19	21	23	
		1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24	27	29	
		2,5	19	21	24	26	30	33	37	40	
		4	25	28	32	35	40	45	50	55	
		6	32	36	41	46	52	58	64	70	
		10	44	50	57	63	71	80	88	97	
		16	59	68	76	85	96	107	119	130	
		25	75	89	101	112	127	142	157	172	
		35	97	111	125	138	157	175	194	213	
		50	117	134	151	168	190	212	235	257	
		70	149	171	192	213	242	270	299	327	
95	181	207	232	258	293	327	362	396			
120	209	239	269	299	339	379	419	458			
150		275	309	344	390	435	481	527			
185		314	353	392	444	496	549	602			
240		369	415	461	522	584	645	707			

Tabella 5.1.1 Portata massima in regime permanente.

Il criterio della massima caduta di tensione impone che si garantisca una caduta di tensione sulla linea inferiore al valore limite fissato.



Vista che sarà realizzata una linea dedicata all'impianto la massima caduta di tensione accettabile è pari al 4 % della tensione nominale.

Si è in particolare calcolata la massima caduta di tensione attesa per l'impianto con la seguente:

$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot L$ per corrente continua

$\Delta U = 2 \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) \cdot I_n \cdot L$ per corrente alternata

Dove:

R = resistenza unitaria a 80 ° (vedi tabella 2 oppure schede tecniche cavi)

X = reattanza unitaria (vedi tabella 5.2)

I_n = corrente nominale;

L = Lunghezza della linea.

Sezione nominale	Cavi tripolari						
	Resistenza R ad 80 °C		Reattanza X	Cadute di tensione ΔU			
	Corrente continua	Corrente alternata		Corrente alternata trifase			
	mm ²	m Ω /m	m Ω /m	m Ω /m	cos ϕ 1	cos ϕ 0,9	cos ϕ 0,8
	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am
1	22,5		0,125	39	35,2	31,3	27,4
1,5	16,1		0,118	26,1	23,6	21	18,45
2,5	9,06		0,109	15,7	14,24	12,7	11,1
4	5,68		0,101	9,85	8,93	7,98	5,04
6	3,78		0,0955	6,54	5,96	5,34	4,70
10	2,27		0,0861	3,94	3,60	3,24	2,86
16	1,43		0,0817	2,48	2,29	2,07	1,83
25	0,907		0,0813	1,57	1,48	1,34	1,20
35	0,654		0,0783	1,13	1,06	0,988	0,888
50	0,483		0,0779	0,838	0,812	0,750	0,680
70	0,334		0,0751	0,579	0,577	0,541	0,496
95	0,241		0,0762	0,419	0,433	0,412	0,385
120	0,190	0,191	0,0740	0,332	0,354	0,342	0,321
150	0,150	0,157	0,0745	0,272	0,300	0,295	0,280
185	0,124	0,125	0,0742	0,217	0,251	0,250	0,241
240	0,0942	0,0966	0,0752	0,167	0,207	0,212	0,208
300	0,0750	0,0780	0,0750	0,135	0,178	0,186	0,186
400	0,0587	0,0625	0,0742	0,108	0,153	0,164	0,166
500	0,0466	0,0512	0,0744	0,0887	0,136	0,148	0,152
630	0,0361	0,0417	0,0749	0,0722	0,122	0,136	0,141

Tabella 5.1.2 Cadute di tensione cavi in rame

Si è verificato che la massima caduta di tensione calcolata sia inferiore alla massima caduta di tensione fissata come accettabile. Nei calcoli si è tenuto conto dell'intera lunghezza del cavo che andrà posato dai pannelli alla string box e da qui alle power station.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei calcoli effettuati.



Calcolo cavi elettrici BT		
corrente continua		Pannelli-String box
P	16,24	Kw
V	1500	V
Cosfi		
In	10,83	A
L	140	Lunghezza tratto
Criterio carico termico		
Tipoogia	A	
sezione	6	mmq
Portata max cavo	41	A
esito criterio	verifica	
Criterio max caduta di tensione		
K	3,78	da tabella
Delta V	11,45894	V
percentuale caduta	0,76393	%
% massima accettabie	4	
esito criterio	verifica	

Calcolo cavi elettrici BT		
corrente continua		string box-power station
P	462,84	Kw
V	1500	V
Cosfi		
In	308,56	A
L	250	Lunghezza tratto
Criterio carico termico		
Tipoogia	A	
sezione	240	mmq
Portata max cavo	413	A
esito criterio	verifica	
Criterio max caduta di tensione		
K	0,125	da tabella
Delta V	19,285	V
percentuale caduta	1,285667	%
% massima accettabie	4	
esito criterio	verifica	

Tabella 5.1.3 calcoli elettrici cavi BT



5.1.3.Circuiti elettrici

Al fine di assicurare un servizio affidabile dell'impianto il circuito elettrico è stato dotato delle necessarie apparecchiature di protezione e comando richieste dalla normativa vigente.

La selettività di intervento in caso di dispersione verso terra, è garantita dall'impiego di interruttori differenziali.

I cavi saranno posati in canaletta sotto i pannelli e in tubi protettivi in polietilene corrugato interrati al di sotto del piano di campagna. I raggi di curvatura dei cavi, se D è il diametro esterno del cavo, devono essere $\geq 12xD$, mentre il diametro del tubo protettivo deve essere $\geq 1,4$ volte il diametro del fascio di cavi che ospita.

Per la protezione delle condutture dai sovraccarichi e dalle correnti di cortocircuito verranno adoperati interruttori automatici magnetotermici.

5.1.4.Cadute di tensione

Le cadute di tensione in qualsiasi punto dell'impianto quando sono inseriti tutti gli apparecchi che possono funzionare simultaneamente, non devono superare il 4% della tensione misurata al punto di consegna dell'impianto utilizzatore.

5.1.5.Prescrizioni generali

I componenti dovranno essere scelti conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e saranno scelti in modo da non causare effetti nocivi sugli altri componenti o sulla rete di alimentazione. I componenti dell'impianto e gli apparecchi utilizzatori fissi saranno installati in modo da facilitare il funzionamento, il controllo, l'esercizio e l'accesso alle connessioni.

I dispositivi di manovra e di protezione, devono portare scritte o altri contrassegni che ne permettano la identificazione.

Per quanto riguarda la identificazione dei conduttori dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- bicolore giallo-verde: conduttori di terra, protezione ed equipotenzialità;
- blu chiaro: conduttore di neutro;
- colori secondo la tabella CEI-UNEL 00722, per i colori distintivi dei cavi.

5.1.6.Quadri elettrici

I quadri saranno installati ad una quota dalla superficie calpestabile di m.1 minimo e conterranno le apparecchiature di sezionamento, comando, protezione dei circuiti contro le sovracorrenti, cortocircuiti e contro i contatti indiretti.



Il potere di interruzione degli interruttori è calcolato come da indicazioni della CEI 64-8, in accordo ai suggerimenti delle norme CEI 64-50.

5.2. CAVIDOTTI MT

5.2.1. Premesse

La rete elettrica di trasmissione dell'energia prodotta alla stazione produttore è prevista in media tensione con una tensione di esercizio a 30 kV che consente di minimizzare le perdite elettriche e di ridurre la fascia di rispetto per i campi elettromagnetici, determinata ai sensi della L.36/01 e D.M. 29.05.2008.

Il cavidotto MT sarà posato interrato nei tratti di collegamento delle power station con la cabina di smistamento. Da tale cabina si realizzerà un cavidotto aereo di collegamento con la stazione produttore.

La sezione dei cavi di collegamento tra l'impianto di produzione e la stazione produttore è stata calcolata in modo da essere adeguata alla corrente transitante nelle condizioni di funzionamento alla potenza nominale degli impianti.

Per quanto riguarda le lunghezze delle varie tratte si è effettuata la misura del tracciato del cavidotto sulle planimetrie di progetto e tenendo conto dei dislivelli altimetrici.

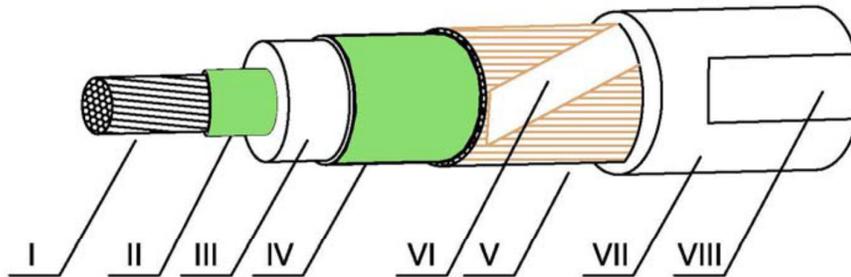
Le verifiche sono state effettuate per un controllo delle sezioni standard che saranno utilizzate per la costruzione del campo, in relazione alle condizioni progettuali di funzionamento e di posa del cavo.

5.2.2. Tipologia cavi MT interrati

I cavi scelti, per le opere interne all'impianto fotovoltaico e di collegamento dello stesso con la cabina di smistamento, saranno terne di cavi unipolari, con conduttori in alluminio, schermo metallico e guaina in PE.

I cavi prescelti sono del tipo unipolare, con conduttori in alluminio, schermo metallico e guaina in PVC. Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche del cavo tipo ARE4H1RX 18/30 KV scelto.

Le caratteristiche tecniche dei cavi potranno essere modificate in fase di progettazione esecutiva.



- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| I - Conduttore | V - Schermo |
| II - Strato semiconduttore | VI - Nastro equalizzatore |
| III - Isolante | VII - Guaina di PVC |
| IV - Strato semiconduttore | VIII - Stampigliatura |

Descrizione

- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento: polietilene reticolato XLPE senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: mescola a base di PVC, qualità ST2
- Colore: rosso

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare riunito ad elica visibile. In tal caso la sigla di designazione diventa ARE4H1RX seguita dalla tensione nominale di esercizio.

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale di esercizio
ARE4H1R -12/20 kV Uo/U: 12/20 kV
ARE4H1R -18/30 kV Uo/U: 18/30 kV
- Tensione U max
ARE4H1R -12/20 kV Uo/U: 24 kV
ARE4H1R -18/30 kV Uo/U: 36 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Resistenza elettrica massima dello schermo: 3 Ω /km

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del conduttore

Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammessa la posa interrata, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Fig. 5.2.1 Specifiche tecniche cavo MT



ARE4H1R - 18/30 kV
U₀/U: 18/30 kV
U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore mm	Ø indicativo isolante mm	Ø esterno max mm	Peso indicativo cavo kg/km	Portata di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm ²					a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 50	8,2	24,60	32,7	885	184	222	152	157
1 x 70	9,9	26,30	34,8	1025	230	278	186	192
1 x 95	11,4	27,80	36,4	1150	280	338	221	229
1 x 120	13,1	29,50	38,4	1310	324	391	252	260
1 x 150	14,4	30,80	39,8	1430	368	440	281	288
1 x 185	16,2	32,60	41,9	1620	424	504	317	324
1 x 240	18,4	34,80	44,5	1875	502	593	367	373
1 x 300	20,7	37,05	47,1	2135	577	677	414	419
1 x 400	23,6	40,00	50,5	2645	673	769	470	466
1 x 500	26,5	42,90	53,8	2710	781	890	550	540
1 x 630	30,2	46,60	58,0	3260	909	1030	710	700

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:
- Resistività termica del terreno: 1 K-m/W
- Temperatura ambiente 20°C
- profondità di posa: 0,8 m

Caratteristiche elettriche

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C Ω/Km	Resistenza apparente a 90°C 50Hz Ω/km		Reattanza di fase Ω/Km		Capacità a 50Hz µF/km
		a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	
n° x mm ²						
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,14	0,15	143
1 x 70	0,443	0,568	0,568	0,13	0,15	160
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,12	0,14	175
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,12	0,13	192
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,11	0,13	205
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,11	0,12	222
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,12	244
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,10	0,11	265
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,101	0,11	294
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,097	0,11	321
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,094	0,11	357

Fig. 5.2.2 Caratteristiche tecniche cavo MT

L'installazione dei cavi dovrà soddisfare tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche dei singoli enti proprietari delle infrastrutture attraversate ed in particolare dalle norme CEI 11-17 e 11-1.



L'installazione dei cavi dovrà soddisfare tutti i requisiti imposti dalla normativa vigente e dalle norme tecniche dei singoli enti proprietari delle infrastrutture attraversate ed in particolare dalle norme CEI 11-17 e 11-1.

5.2.3. Tipologie di posa cavidotti interrati

La sezione tipo del cavidotto prevede accorgimenti tipici in questo ambito di lavori (allettamento dei cavi su sabbia, coppone di protezione e nastro di segnalazione al di sopra dei cavi, a guardia da possibili scavi incauti).

Sarà inoltre prevista la posa della fibra ottica necessaria per la trasmissione dati e relativo controllo dell'impianto. All'interno dello scavo del cavidotto troverà posto anche la corda di rame nuda dell'impianto equipotenziale.

Il cavidotto MT è posato su strade in asfalto (Tipologia A) o su terreni agricoli/strade sterrate (Tipologia B), entro scavi a sezione obbligata a profondità stabilita dalle norme CEI 11/17 e dal codice della strada.

Nel caso posa su terreno agricolo la profondità di scavo è di 1.10 m, nelle strade asfaltate lo scavo sarà di 1.20 m di profondità per far sì che l'estradosso dei cavi sia sempre a profondità maggiore a 1.00 m dal piano stradale. Prima della posa del cavo AT sarà realizzato un letto con idoneo materiale sabbioso di spessore di circa 10 cm. Il cavo sarà rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale sabbioso per uno spessore complessivo che potrà variare da un min.50 cm ad un max di 74 cm a seconda della profondità dello scavo stesso. Al di sopra della sabbia verrà ripristinato il materiale originario dello scavo. Sul fondo dello scavo sarà posata la rete di terra realizzata con corda in rame nudo di 50 mmq di sezione. Tra lo strato di sabbia ed il ricoprimento sarà collocata una protezione meccanica formata da una coppella in pvc. Nello strato di ricoprimento sarà posto il nastro monitore in numero di file pari alle terne presenti nello scavo.

Nelle strade asfaltate sarà ripristinato il binder e lo strato di usura finale secondo le prescrizioni.

La larghezza dello scavo sarà da 0.60m a 0.80 m.

Di seguito si riporta un esempio di sezione tipo su strada interpodere/terreno agricolo.



TRINCEA PER UN CAVO SU STRADA STERRATA O TERRENO AGRICOLO
Sezione tipo 1B

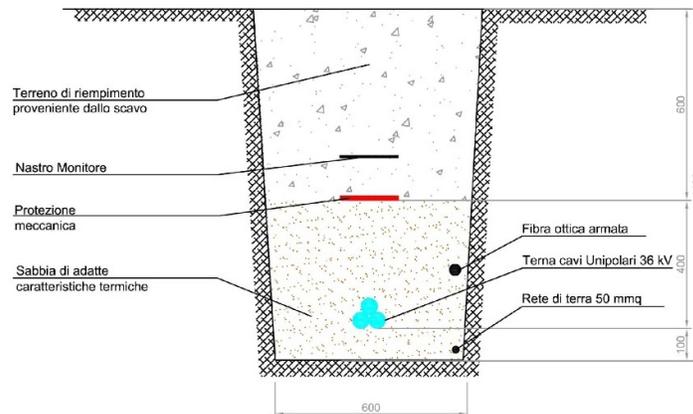


Figura 5.2.2 Sezione tipo di scavo su terreno agricolo

5.2.4. Tipologia cavi MT aerei

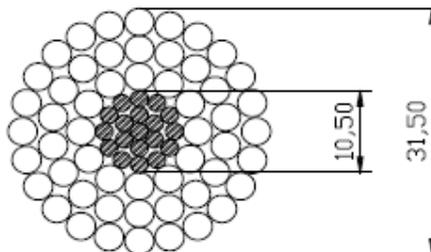
I cavi scelti, per il collegamento dalla cabina di smistamento con la cabina di consegna, saranno terne di cavi unipolari, con conduttori in alluminio e acciaio nudi. La tipologia sarà ACSR fi 31,5 mm

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche del cavo scelto.



	<p>Aluminium Conductor Steel Reinforced</p> <p>ACSR Ø31,5mm</p> <p>Galvanized steel core + AL1 aluminium</p>
---	--

SPECIFICATION: In accordance with: EN 50182
In case the numerical value in this specifications and the international standard value are different, the numerical value in this specification has priority.



Intellectual Property of De Angeli Prodotti. It is forbidden reproduction and diffusion of this document.

Intellectual Property of De Angeli Prodotti. It is forbidden reproduction and diffusion of this document.

CONDUCTOR PROPERTIES			
DIAMETER		[mm]	31,50
FORMATION	Steel wires	No. x Ø[mm]	19 x 2,10
	Gap	No. x Thick [mm]	- x -
	all wires	No. x Ø [mm]	54 x 3,50
SECTION	Steel	[mm ²]	65,8
	all	[mm ²]	519,5
	Total	[mm ²]	585,3
MASS	Steel	[kg/km]	516
	Grease	[kg/km]	
	all	[kg/km]	1436
	Total	[kg/km]	1952
DC RESISTANCE AT 20°C		[Ω/km]	0,0556
RATED TENSILE STRENGTH	Core	[kN]	83,91
	Total	[kN]	169,63
MODULUS OF ELASTICITY	Core	[GPa]	190
	Total	[GPa]	70
COEFF. OF LINEAR EXPANSION	Core	[10 ⁻⁶ /°C]	11,5
	Total	[10 ⁻⁶ /°C]	19,5
AMPACITY (IEC 61597)	(80 °C) *	[A]	1056

* Ambient temperature 30 °C - Wind speed 0,55 m/s - Emissivity ε 0,50 - Absorptivity α 0,50 - Solar radiation 900 W/m²



Figura 5.2.3 caratteristiche cavi MT aerei

5.2.5. Tipologie di posa cavidotti aerei

La linea aerea composta da una doppia terna di cavi sarà posata su tralicci in acciaio di altezza dal suolo di 20 m.

I tralicci avranno le fondazioni in c.a. a plinto isolato. La struttura in elevazione sarà intelaiata con barre collegate mediante bulloni.

Le 2 terne avranno la configurazione a fasi sovrapposte e posate sui due lati del traliccio.

5.2.6. Condizioni progettuali di posa

Le condizioni progettuali di posa e le relative ipotesi adottate sono:

- Tensione di esercizio dell'impianto elettrico pari a: 30 kV.
Temperatura media dell'aria: 30°
- Temperatura media del terreno: 25 °C
- Resistività termica del terreno: 1,5 °Km / W
- Distanza minima tra terne di cavi in terra: 25 cm
- Profondità di posa: 1,1 m
- Fattore di potenza: 0,95
- Tipo di posa: interrata con disposizione a trifoglio o aerea con disposizione a strato verticale

I risultati ottenuti hanno lo scopo di verificare il dimensionamento di massima dei cavi dell'impianto e potranno, in fase esecutiva, essere diversamente ottimizzati in funzione delle differenti scelte tecniche che saranno disponibili al momento della progettazione esecutiva.

5.2.7. Calcoli elettrici cavidotti

Si è verificato che le cadute di portata per tutte le singole tratte siano contenute entro il 2.5% e entro il 3.0% per l'intera linea secondo la seguente:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

dove:



- P: potenza transitante
- Q: potenza reattiva, con fattore di potenza 0,95;
- R: resistenza del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;
- X: reattanza del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;
- V: tensione di esercizio del cavo (36kV).

La portata effettiva dei cavi è stata calcolata secondo la seguente:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove:

- I_0 = portata nominale (a 20°C)
- K1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C (posto pari a 0.96 per esercizio a 25°C)
- K2 = Fattore di correzione per compresenza di circuiti (distanza fra i circuiti 0,25 m)
- K3 = Fattore di correzione per profondità diversa da 0,8 m (per posa ad 1,1m)
- K4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W (valore pari a quello per posa in terreno asciutto - essendo questa la condizione più gravosa, si pone la il correttore pari ad 1)

A seguire si riporta la tabella di calcolo e le sezioni scelte.



Calcolo cavi elettrici MT									
linea L1		A1-A2	A2-B1	B1-B2	B2-B3	D1-B3	D3-SM	SM-SET	
Tratti		4.300	8.600	12.700	16.800	4.100	25.200	25.200	
P	Kw								
V		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
Cosfi		0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	
In	A	84,4	168,9	249,4	329,9	80,5	494,9	494,9	
Lunghezza tratto	m	474	661	270	781	354	1.014	9.033	
Tipologia		ARE4HIR	ARE4HIR	ARE4HIR	ARE4HIR	ARE4HIR	ARE4HIR	ACSRT 31,5	
sezione cavo	mmq	95	185	240	400	95	630	560A	
Criterio carico termico									
Portata nominale cavo I ₀	A	229	324	373	466	229	700	1353	
numero terne adiacenti		2	2	2	2	2	3	2	
Fattore correttivo K		0,82944	0,82944	0,82944	0,82944	0,82944	0,73728	0,82944	
Portata massima cavo	A	189,94	266,74	309,38	386,52	189,94	516,10	1122,23	
esito criterio		verifica							
Criterio max perdita di carico									
Resistenza elettrica	da tabella	0,411	0,211	0,161	0,101	0,411	0,0625	0,06	
Reattanza	da tabella	0,14	0,12	0,11	0,11	0,14	0,11	0,11	
K		0,746	0,400	0,311	0,209	0,746	0,144	0,140	
Delta V	V	29,9	44,6	21,0	53,9	21,3	72,3	624,7	
percentuale caduta	%	0,100	0,149	0,070	0,180	0,071	0,241	2,082	
% massima accettabile	%	2	2	2	2	2	2	2,5	
esito criterio		verifica							
Caduta totale linea	V	846,333							
% caduta totale linea	%	2,821							
% caduta accettabile totale linea	%	3							
esito criterio									verifica



Calcolo cavi elettrici MT										
linea L2										
Tratti										
P	Kw	B4-B5	B5-B6	B6-B7	B7-SM	B8-B7	E1-SM	SM-SET		
V	V	4.100	8.400	12.500	21.300	4.700	3.798	25.098		
Cosfi		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000		
In	A	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95		
Lunghezza tratto	m	83,1	170,2	253,2	431,5	95,2	76,9	492,9		
Tipologia		554	567	569	1.164	453	176	9.033		
sezione cavo	mmq	ARE4HIR	ARE4HIR	ARE4HIR	ARE4HIR	ARE4HIR	ARE4HIR	ACSR T 31,5		
Criterio carico termico		95	185	240	630	95	95	560A		
Portata nominale cavo I ₀	A	229	324	373	700	229	229	1353		
numero terme adiacenti		2	2	2	3	3	3	4		
Fattore correttivo K		0,82944	0,82944	0,82944	0,73728	0,73728	0,73728	0,6912		
Portata massima cavo	A	189,94	268,74	309,38	516,10	168,84	168,84	935,19		
esito criterio		verifica								
Criterio max perdita di carico										
Resistenza elettrica										
da tabella		0,411	0,211	0,161	0,0625	0,411	0,411	0,06		
da tabella		0,14	0,12	0,11	0,11	0,14	0,14	0,11		
K		0,752	0,412	0,324	0,162	0,752	0,752	0,140		
Delta V	V	34,6	39,8	46,7	81,5	32,4	10,2	622,2		
percentuale caduta	%	0,115	0,133	0,156	0,272	0,108	0,034	2,074		
% massima accettabile	%	2	2	2	2	2	2	2,5		
esito criterio		verifica								
Caduta totale linea	V	824,830								
% caduta totale linea	%	2,749								
% caduta accettabile totale linea	%	3								
esito criterio										verifica



6. SICUREZZA DELL'IMPIANTO

6.1. PROTEZIONE DA CORTI CIRCUITI SUL LATO C.C. DELL'IMPIANTO

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiori, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto è di poco superiore alla corrente nel punto di massima potenza.

6.2. PROTEZIONE DA CONTATTI ACCIDENTALI LATO C.C.

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore BT/AT.

In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

6.3. PROTEZIONE DALLE FULMINAZIONI

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le



polarità dei cavi d'uscita. I varistori, per prevenire eventuali incendi, saranno segregati in appositi scomparti antideflagranti.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

6.4. SICUREZZE SUL LATO C.A. DELL'IMPIANTO

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogia limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter. Cortocircuiti sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata. L'interruttore AT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

6.5. PREVENZIONE DAL FUNZIONAMENTO IN ISOLA

In accordo a quanto prescritto dalla normativa italiana CEI 016 sarà previsto, incorporato nell'inverter, un dispositivo per prevenire il funzionamento in isola dell'impianto, come già descritto.

6.6. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Le cabine elettriche sono dotate di una rete di messa a terra realizzata secondo la vigente normativa. Le strutture di sostegno dei moduli sono collegate ad una rete di terra realizzata in prossimità delle strutture stesse.



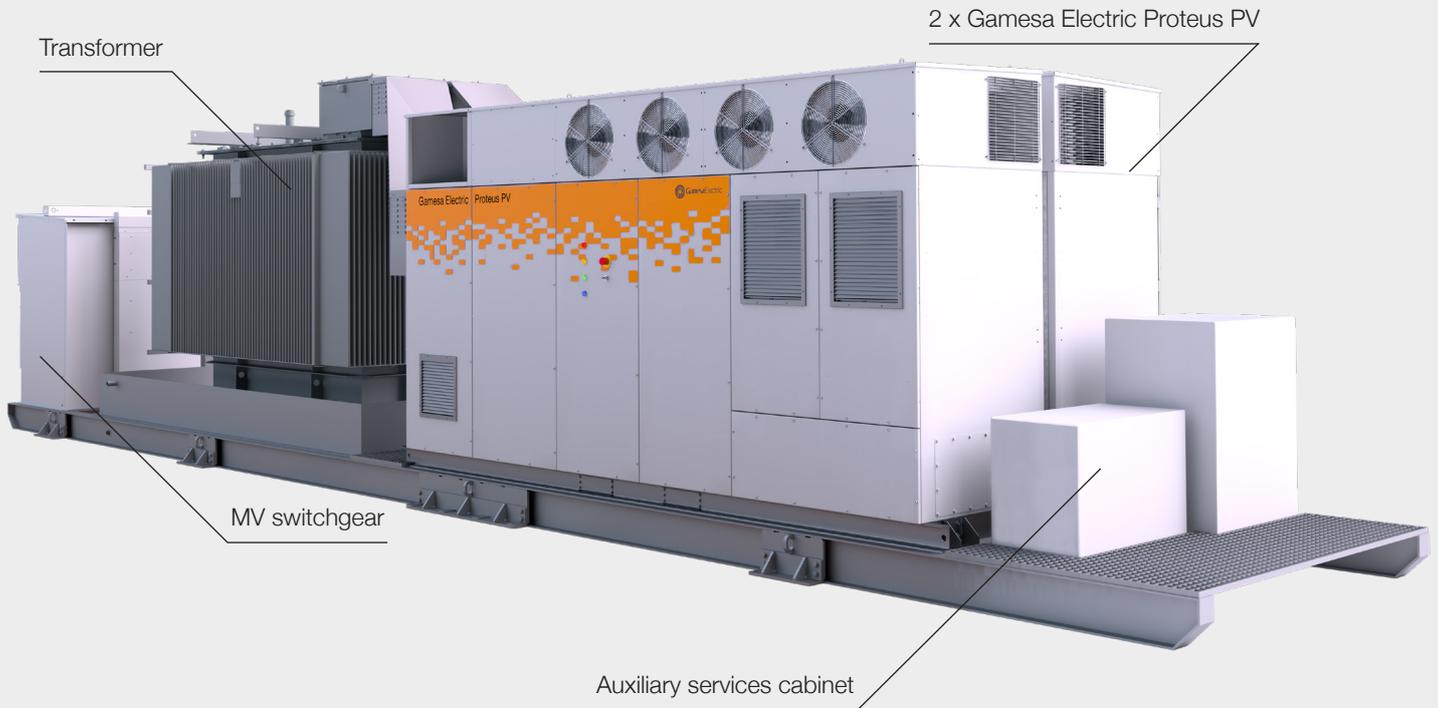
7. ALLEGATI – SCHEDE TECNICHE COMPONENTI PRINCIPALI

Compact and modular design

TDHI <1%

One-way efficiency 99.45%

Outdoor solution



Gamesa Electric Proteus PV Station

	Better LCoE	Largest single inverter power block in the market with 4,700 KVA	Fewer inverters per project thus lower Capex and Opex	DC/AC ratio of up to 200%
	Higher yield	Market-leading efficiency with 99.45%	THDi < 1% which reduces losses	Enhanced temperature derating: keeping full power up to 40°C [104°F]
	Built to last	Designed and manufactured for a 30 year life span	CoolBrid: Smart hybrid cooling system that allows critical components to work far below the temperature limit	Lowest THDi in the market helps to extend power transformers lifespan

1 x Gamesa Electric Proteus PV Inverter Configurations

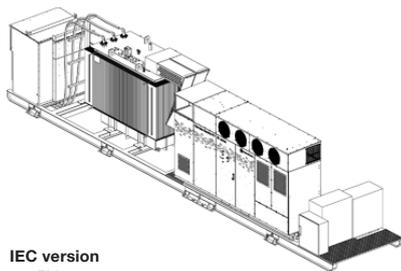
Gamesa Electric Proteus PV Station				
Number of Gamesa Electric Proteus PV Inverters	1 x Proteus PV 4100	1 x Proteus PV 4300	1 x Proteus PV 4500	1 x Proteus PV 4700
DC Connection				
DC Voltage Range ⁽¹⁾	835 - 1500 V	875 - 1500 V	915 - 1500 V	955 - 1500 V
DC Voltage Range MPPT ⁽¹⁾	835 - 1300 V	875 - 1300 V	915 - 1300 V	955 - 1300 V
Number of Power Modules	2, not galvanically isolated, 1 MPPT			
Max. DC Current @40°C [104°F]	2 x 2500 A			
Max. DC Current @50°C [122°F]	2 x 2313 A			
Max. DC Current @55°C [131°F]	2 x 2220 A			
Max. DC Current @60°C [140°F]	2 x 1110 A			
Number of DC Ports ⁽¹⁾	max 24 fuse +/- monitored max 36 fuse + monitored			

AC Connection				
Number of Phases	Three-phase			
Nominal AC Power Total @40°C [104°F]	4095 kVA	4299 kVA	4504 kVA	4709 kVA
Nominal AC Power Total @50°C [122°F]	3790 kVA	3979 kVA	4169 kVA	4358 kVA
Nominal AC Power Total @55°C [131°F]	3637 kVA	3819 kVA	4001 kVA	4183 kVA
Nominal AC Power Total @60°C [140°F]	1819 kVA	1910 kVA	2001 kVA	2091 kVA
Maximum AC Current @40°C [104°F]	3940 Arms			
Nominal AC Voltage, LV side ⁽¹⁾	600 Vrms	630 Vrms	660 Vrms	690 Vrms
Nominal AC Voltage, MV side ⁽¹⁾	< 34.5 kV			
Nominal Voltage Allowance Range ⁽¹⁾	+/-10%			
Frequency Range ⁽¹⁾	47.5 - 53 / 57 - 63 Hz			
THD of AC Current	< 1% @Sn			
Power Factor Range	0 (inductive)-1-0 (capacitive)			

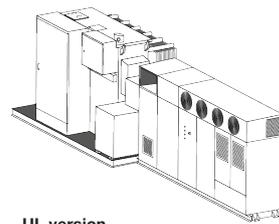
Protection devices	
DC Connection	Motorized disconnectors, Overvoltage protection (Type 1 + 2 SPD), reverse polarity detection, DC ground fault and insulation detection
AC Connection	Motorized AC circuit breakers, Overvoltage protection (Type 1 + 2 SPD), Anti-islanding, Voltage failure, Frequency failure
Over-temperature Protection	Included
Emergency Push Button	Included

Components Proteus PV Station				
Inverters	1 x Proteus PV 4100	1 x Proteus PV 4300	1 x Proteus PV 4500	1 x Proteus PV 4700
Transformer ⁽¹⁾⁽⁶⁾	Dyn KNAN / ONAN			
Switchgear ⁽¹⁾⁽⁶⁾	0L1V / 1L1V / 2L1V up to 36 kV			
Custom Auxiliary Transformer ⁽¹⁾	Optional			
Others ⁽¹⁾	Auxilliary cabinet			

Communications	
Control ⁽¹⁾	Modbus TCP / IP
Monitoring ⁽¹⁾	Modbus TCP / IP
Webserver	Included



IEC version
1 x PV



UL version
1 x PV

Other Features	
LVRT	Yes
HVRT	Yes
Temperature Range - Operation ⁽²⁾	-20°C / +60°C[-4°F/+140°F], Option -30°C[-22°F]
Relative Humidity	4% - 100% (without condensation)
Maximum Altitude (without derating) ⁽³⁾	2,000 m[6561 ft]
Dimensions W x H x D(IEC / UL version) ⁽⁴⁾	11800 x 2600 x 2100 mm / 30 x 8.5 x 8.6 ft
Protection	IP54
Cooling System	Liquid & forced air

Standards/Directives⁽⁵⁾			
IEC 62109-1	IEC 62920	IEC 60529	NEC 2020
IEC 62109-2	EN 50530	IEC 61727	CEA 2007
IEC 61000-6-2/4	IEC 62116	NTS 631 v1.1 SENP, v2.1 SEPE	Rule 14, Rule 21
IEEE 1547	IEC 61683	UL 1741-SA	PRC 024
EN 55011	IEEE 519	CSA C22.2	UL 62109-1

Optionals	
Low Temperature Kit up to -30 °C [-22°F]	
Enhanced corrosion protection	
Motorized MV Switchgear	
UPS	
Custom Auxiliary Transformer	
Seismic Reinforcement	

2 x Gamesa Electric Proteus PV Inverters Configurations

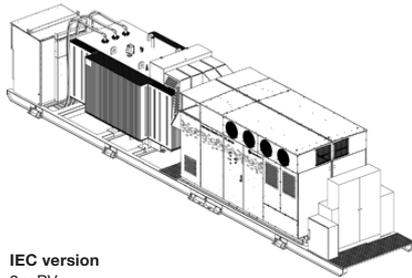
Gamesa Electric Proteus PV Station				
Number of Gamesa Electric Proteus PV Inverters	2 x Proteus PV 4100	2 x Proteus PV 4300	2 x Proteus PV 4500	2 x Proteus PV 4700
DC Connection				
DC Voltage Range ⁽¹⁾	835 - 1500 V	875 - 1500 V	915 - 1500 V	955 - 1500 V
DC Voltage Range MPPT ⁽¹⁾	835 - 1300 V	875 - 1300 V	915 - 1300 V	955 - 1300 V
Number of Power Modules	4, 2 independent MPPT			
Max. DC Current @40°C [104°F]	4 x 2500 A			
Max. DC Current @50°C [122°F]	4 x 2313 A			
Max. DC Current @55°C [131°F]	4 x 2220 A			
Max. DC Current @60°C [140°F]	4 x 1110 A			
Number of DC Ports ⁽¹⁾	max 48 fuse +/- monitored max 72 fuse + monitored			

AC Connection				
Number of Phases	Three-phase			
Nominal AC Power Total @40°C [104°F]	8190 kVA	8598 kVA	9008 kVA	9418 kVA
Nominal AC Power Total @50°C [122°F]	7580 kVA	7958 kVA	8338 kVA	8716 kVA
Nominal AC Power Total @55°C [131°F]	7274 kVA	7638 kVA	8002 kVA	8366 kVA
Nominal AC Power Total @60°C [140°F]	3638 kVA	3820 kVA	4002 kVA	4182 kVA
Maximum AC Current @40°C [104°F]	3940 Arms / 2 x 3940 Arms			
Nominal AC Voltage, LV side ⁽¹⁾	2 x 600 Vrms	2 x 630 Vrms	2 x 660 Vrms	2 x 690 Vrms
Nominal AC Voltage, MV side ⁽¹⁾	< 34.5 kV			
Nominal Voltage Allowance Range ⁽¹⁾	+/-10%			
Frequency Range ⁽¹⁾	47.5 - 53 / 57 - 63 Hz			
THD of AC Current	< 1% @Sn			
Power Factor Range	0 (inductive)-1-0 (capacitive)			

Protection devices	
DC Connection	Motorized disconnectors, Overvoltage protection (Type 1 + 2 SPD), reverse polarity detection, DC ground fault and insulation detection
AC Connection	Motorized AC circuit breakers, Overvoltage protection (Type 1 + 2 SPD), Anti-islanding, Voltage failure, Frequency failure
Over-temperature Protection	Included
Emergency Push Button	Included

Components Proteus PV Station				
Inverters	2 x Proteus PV 4100	2 x Proteus PV 4300	2 x Proteus PV 4500	2 x Proteus PV 4700
Transformer ⁽¹⁾⁽⁶⁾	Dyn KNAN / ONAN			
Switchgear ⁽¹⁾⁽⁶⁾	0L1V / 1L1V / 2L1V up to 36 kV			
Custom Auxiliary Transformer ⁽¹⁾	Optional			
Others ⁽¹⁾	Auxilliary cabinet			

Communications	
Control ⁽¹⁾	Modbus TCP / IP
Monitoring ⁽¹⁾	Modbus TCP / IP
Webserver	Included



Other Features	
LVRT	Yes
HVRT	Yes
Temperature Range - Operation ⁽²⁾	-20°C / +60°C[-4°F/+140°F], Option -30°C[-22°F]
Relative Humidity	4% - 100% (without condensation)
Maximum Altitude (without derating) ⁽³⁾	2,000 m[6561 ft]
Dimensions W x H x D(IEC / UL version) ⁽⁴⁾	11800 x 2600 x 2100 mm / 30 x 8.5 x 8.6 ft
Protection	IP54
Cooling System	Liquid & forced air

Optionals	
Low Temperature Kit up to -30 °C [-22°F]	
Enhanced corrosion protection	
Motorized MV Switchgear	
UPS	
Custom Auxiliary Transformer	
Seismic Reinforcement	

Standards/Directives⁽⁵⁾			
IEC 62109-1	IEC 62920	IEC 60529	NEC 2020
IEC 62109-2	EN 50530	IEC 61727	CEA 2007
IEC 61000-6-2/4	IEC 62116	NTS 631 v1.1 SENP, v2.1 SEPE	Rule 14, Rule 21
IEEE 1547	IEC 61683	UL 1741-SA	PRC 024
EN 55011	IEEE 519	CSA C22.2	UL 62109-1

⁽¹⁾ Consult Gamesa Electric for a specific configuration

⁽²⁾ With derating from 40°C [104°F]

⁽³⁾ Up to 4,000m [13,123 ft] with derating as optional

⁽⁴⁾ UL variant only available for 1-PV Inverter based configuration

⁽⁵⁾ Consult Gamesa Electric for other Standards/Directives

⁽⁶⁾ UL version: Padmounted Dyn (without external switchgear)



+5 GW
SOLAR ENERGY



+127 GW
WIND POWER



+90
COUNTRIES



Worldwide presence

Australia
Austria
Belgium
Brazil
Canadá
Thailand

Chile
China
Croatia
Denmark
Egypt
Turkey

France
Germany
Greece
Hong Kong
Hungary
UK

India
Ireland
Italy
Japan
Korea
USA

Mexico
Morocco
Netherlands
Norway
Philippines
Colombia

Poland
Singapore
South Africa
Sri Lanka
Sweden

Bosnia and herzegovina





Gamesa Electric Proteus PV Inverters

Maximum energy and versatility
for utility-scale projects

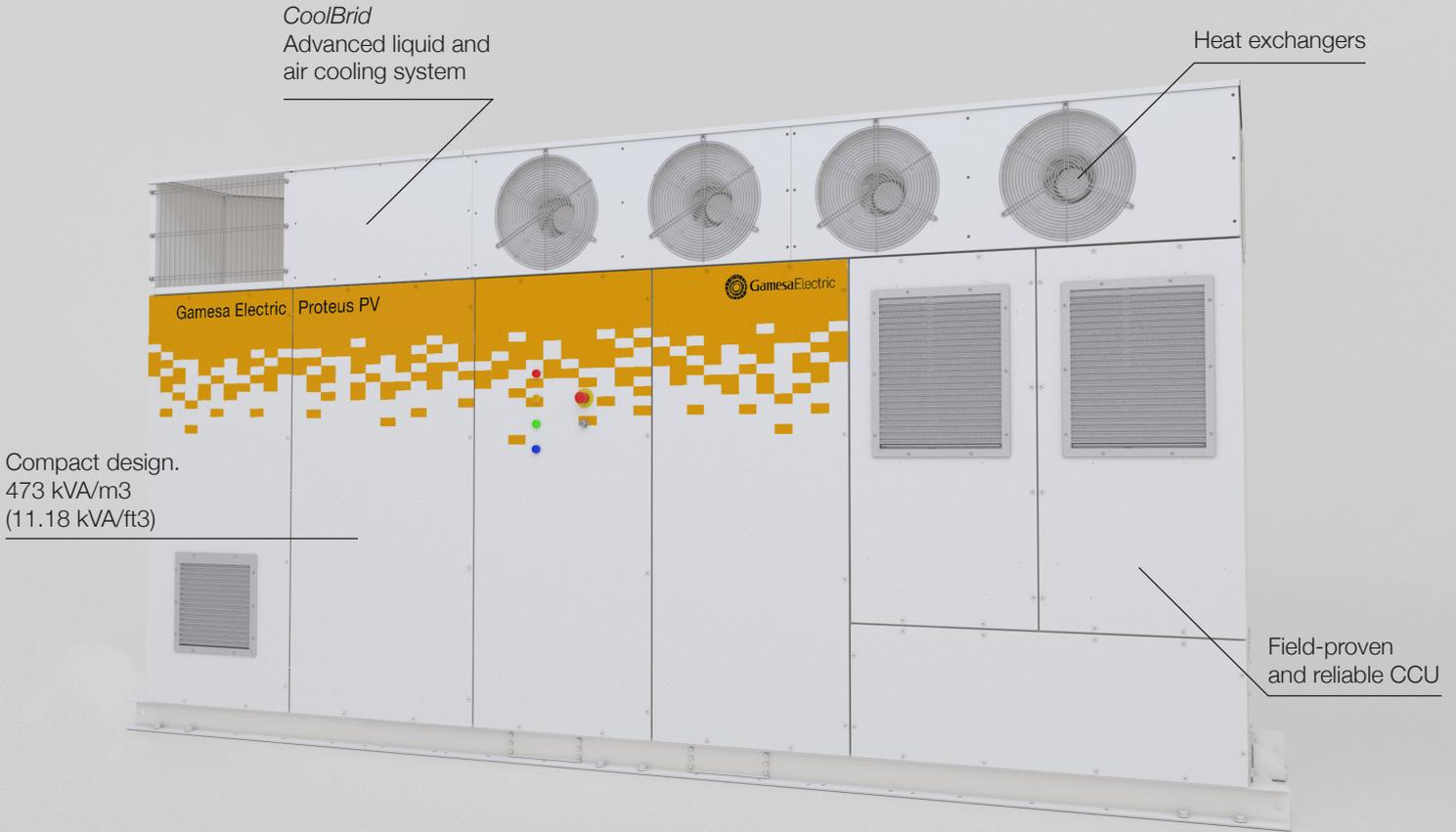


Up to 200%
DC/AC ratio

TDHI <1%

MPPT
efficiency
99.9%

Outdoor
solution



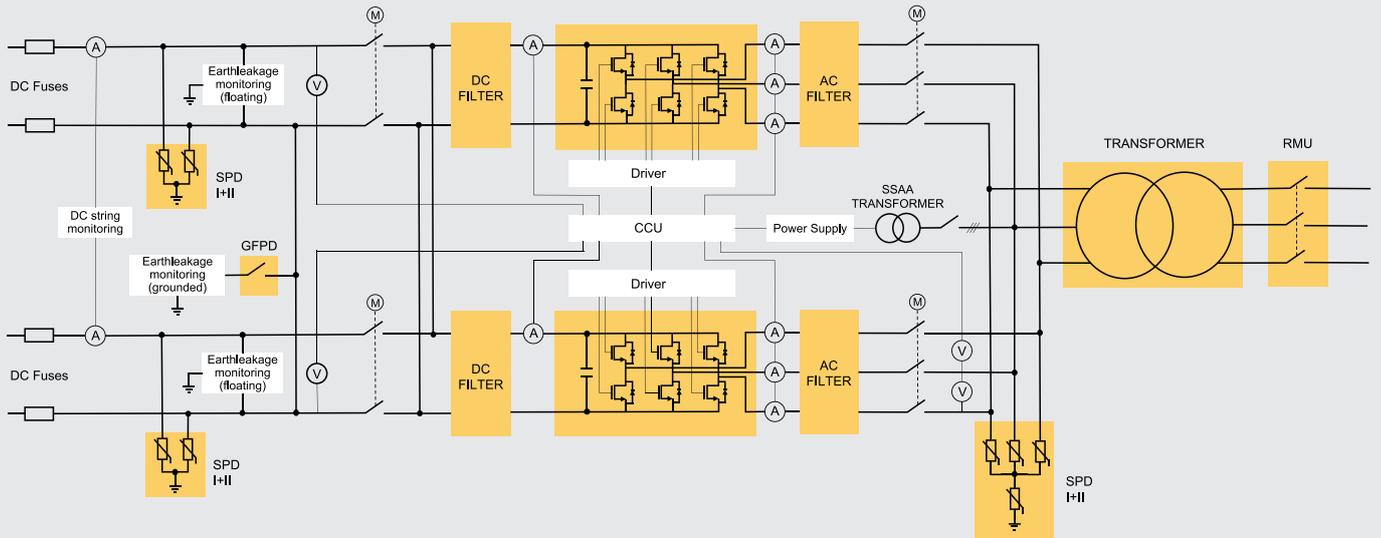
Gamesa Electric Proteus PV Inverters

 <p>Better LCoE</p>	<p>Largest single inverter power block in the market with 4,700 KVA</p>	<p>Fewer inverters per project thus lower Capex and Opex</p>	<p>DC/AC ratio of up to 200%</p>
 <p>Higher yield</p>	<p>Market-leading efficiency with 99.45%</p>	<p>THDi < 1% which reduces losses</p>	<p>Enhanced temperature derating: keeping full power up to 40°C [104°F]</p>
 <p>Built to last</p>	<p>Designed and manufactured for a 30 year life span</p>	<p>CoolBrid: Smart hybrid cooling system that allows critical components to work far below the temperature limit</p>	<p>Lowest THDi in the market helps to extend power transformers lifespan</p>

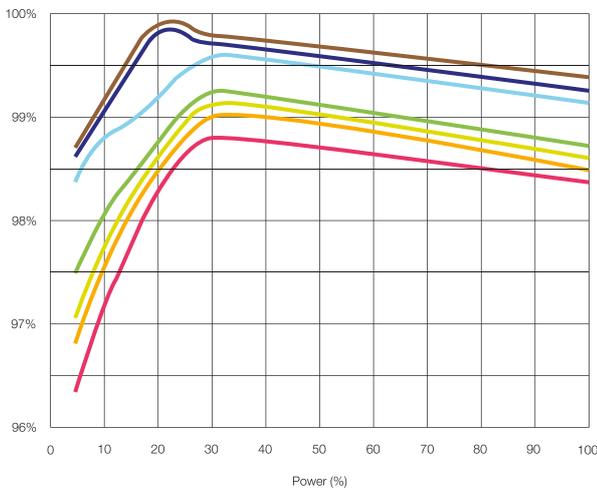


The Gamesa Electric Proteus PV Inverters combine high power with maximum versatility for PV plants LCoE reduction.

Different product configurations available to optimize performance in demanding environments as well as different voltage levels to fit customers' needs.

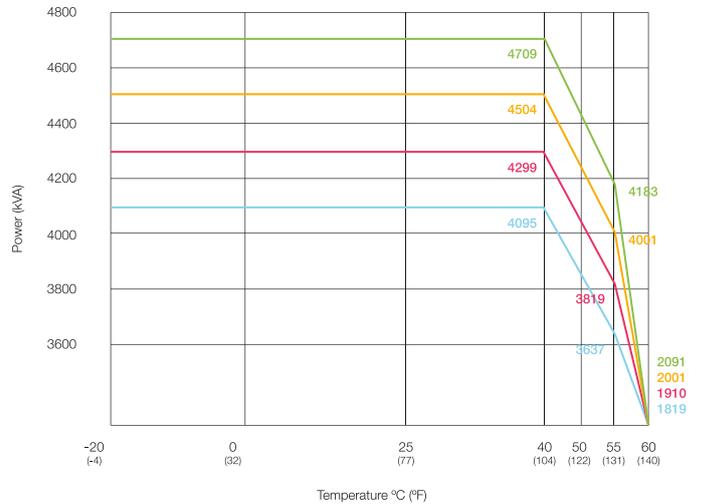


Efficiency



- 1300 Vdc
- 1110 Vdc
- 935 Vdc
- 1220 Vdc
- 950 Vdc
- 915 Vdc
- 1175 Vdc

Configurations Up to 4700 kVA



- PV 4700
- PV 4500
- PV 4300
- PV 4100

	Gamesa Electric Proteus PV 4100	Gamesa Electric Proteus PV 4300	Gamesa Electric Proteus PV 4500	Gamesa Electric Proteus PV 4700
DC Input				
DC Voltage Range ⁽¹⁾	835 - 1500 V	875 - 1500 V	915 - 1500 V	955 - 1500 V
DC Voltage Range MPPT ⁽¹⁾	835 - 1300 V	875 - 1300 V	915 - 1300 V	955 - 1300 V
Number of Power Modules	2, not galvanically isolated, 1 MPPT			
Max. DC Current @40°C [104°F]	2 x 2500 A			
Max. DC Current @50°C [122°F]	2 x 2313 A			
Max. DC Current @55°C [131°F]	2 x 2220 A			
Max. DC Current @60°C [140°F]	2 x 1110 A			
Maximum Short-circuit Current, I _{sc} PV	Up to 9000 A			
Nr of DC Ports ⁽¹⁾	max 24 fuse +/- monitored max 36 fuse + monitored			
Fuse Dimensions	125 A to 500 A			
Max. Wire Cross Section per DC Input	2 x 400 mm ² - 800 AWG			
Energy Production from	0.5% Pn approx.			

AC Output				
Number of phases	Three-phase			
Nominal AC Power Total @40°C [104°F]	4095 kVA	4299 kVA	4504 kVA	4709 kVA
Nominal AC Power Total @50°C [122°F]	3790 kVA	3979 kVA	4169 kVA	4358 kVA
Nominal AC Power Total @55°C [131°F]	3637 kVA	3819 kVA	4001 kVA	4183 kVA
Nominal AC Power Total @60°C [140°F]	1819 kVA	1910 kVA	2001 kVA	2091 kVA
Maximum AC Current @40°C [104°F]	3940 Arms			
Nominal AC Voltage ⁽¹⁾	600 Vrms	630 Vrms	660 Vrms	690 Vrms
Nominal Voltage Allowance Range ⁽¹⁾	+/-10%			
Frequency Range ⁽¹⁾	47.5 - 53/57 - 63 Hz			
THD of AC Current	< 1% @Sn			
Power Factor Range	0 (reactive) - 1 - 0 (capacitive)			
Maximum Wire Cross Section per AC Output Phase	6 x 400 mm ²			

Performance				
Max. Efficiency	99.45%			
Euro Efficiency	99.24%			
CEC Efficiency	99.02%	99.07%	99.11%	99.14%
Stand-by Power Consumption	< 200 W			

General Data				
Temperature Range - Operation ⁽²⁾	-20°C / +60°C [-4°F / +140°F]			
Maximum Altitude ⁽³⁾	< 2,000 m [6,561 ft] (w/o derating)			
Cooling System	Liquid & forced air			
Relative Humidity	4% - 100% (w/o condensation)			
Seismic ⁽¹⁾	Zone 4 IBC 2012			
Max. wind speed ⁽¹⁾	288 km/h (179 mph)			
Snow load ⁽¹⁾	2.5 kN/m ²			
Protection Class	IP55 class 1, NEMA3R			
Dimensions (W/H/D)	4,325 x 2,250 x 1,022 mm [170.3" x 88.5" x 40.2"]			
Weight	4,045 kg [8,918 lb]			

AC Protections	Other Protections
AC Side Disconnection & Short-circuit Current Protection	Two motorized AC circuit breakers - one per each power module
AC Overvoltage Protection	Type 1 + 2 SPD
Anti-islanding	Included (SW)
Grid Voltage Fluctuations (LVRT, HVRT) ⁽¹⁾	Included (SW)
Frequency Failure	Included (SW)
	Over-temperature Protection
	Emergency Push Button

DC Protections	Optional
DC Disconnection	Two motorized DC switches (on-load) - one per each power module
DC Short-circuit Protection	DC fuses
DC Over-voltage Protection	Type 1 + 2 SPD
Reverse Polarity Detection	Included
DC Ground Fault and Insulation Detection	Included
	Low Temperature Kit up to -30°C [-22°F]
	Enhanced corrosion protection

Communications	
Control ⁽¹⁾	Modbus TCP/IP (Profinet upon request)
Monitoring ⁽¹⁾	Modbus TCP/IP
Webserver	Included

Standards/Directives ⁽⁴⁾			
IEC 62109-1	IEC 62920	IEC 60529	NEC 2020
IEC 62109-2	EN 50530	IEC 61727	CEA 2007
IEC 61000-6-2/4	IEC 62116	NTS 631 v1.1 SENP, v2.1 SEPE	Rule 14, Rule 21
IEEE 1547	IEC 61683	UL 1741-SA	PRC 024
EN 55011	IEEE 519	CSA C22.2	UL 62109-1

⁽¹⁾ Consult Gamesa Electric for a specific configuration

⁽²⁾ With derating from 40°C [104°F]

⁽³⁾ Up to 4,000m [13,123 ft] with derating as optional

⁽⁴⁾ Consult Gamesa Electric for other Standards/Directives



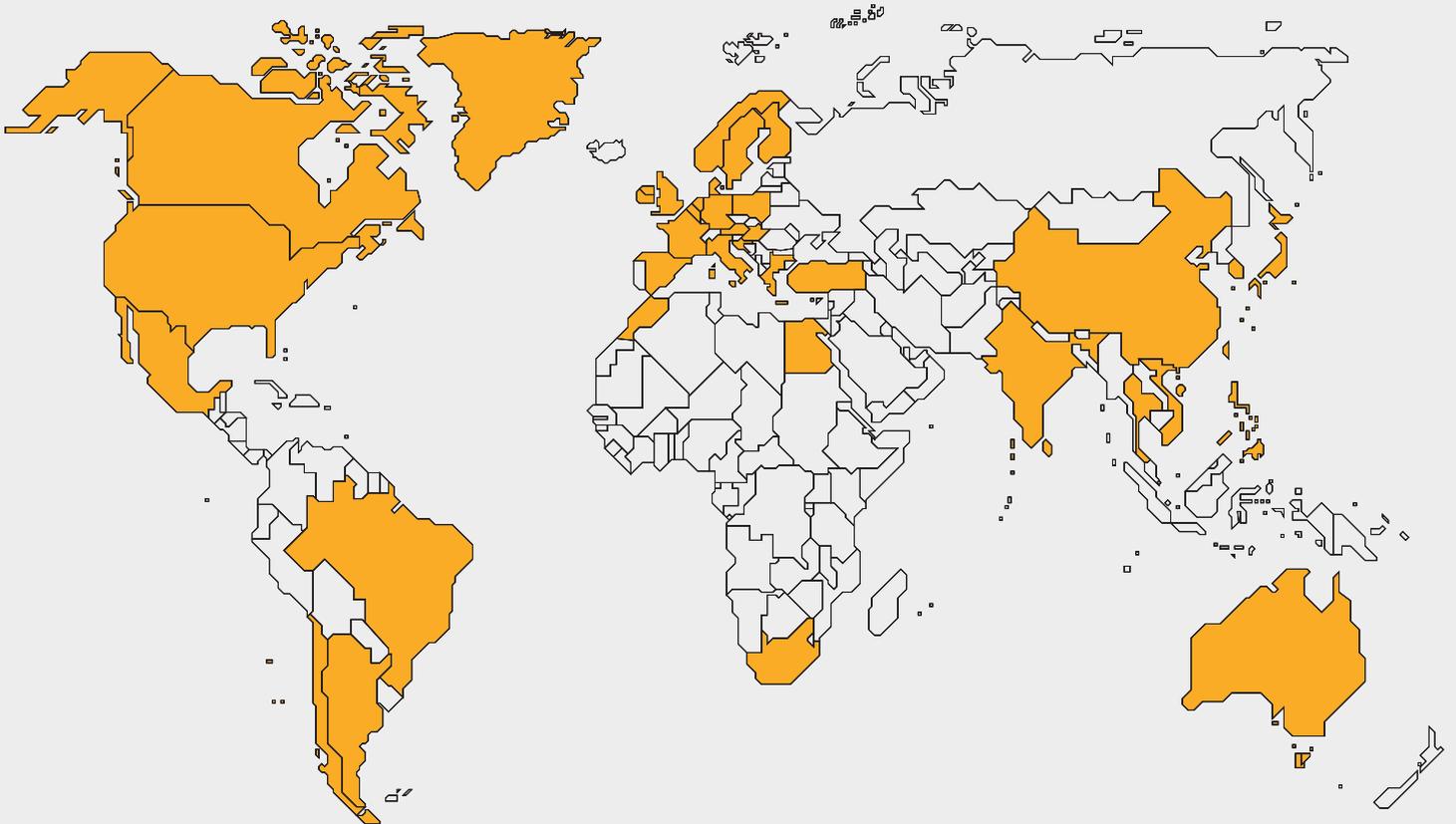
+4 GW
SOLAR ENERGY



+120 GW
WIND POWER



+90
COUNTRIES



**Worldwide presence:
commercial offices and
manufacturing facilities**

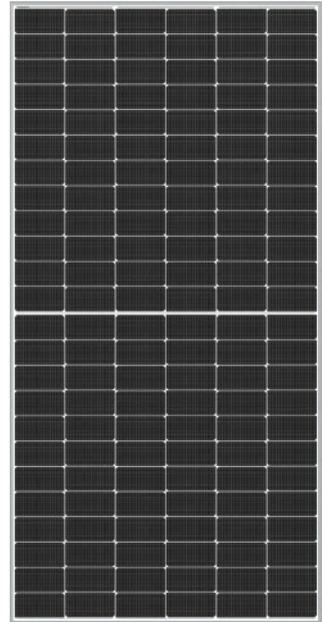
- | | | | | | |
|-----------|---------|-----------|-------------|--------------|----------|
| Argentina | China | Greece | Japan | Philippines | Taiwan |
| Australia | Croatia | Hong Kong | Korea | Poland | Thailand |
| Austria | Denmark | Hungary | Mexico | Singapore | Turkey |
| Belgium | Egypt | India | Morocco | South Africa | UK |
| Brazil | Finland | Ireland | Netherlands | Sri Lanka | USA |
| Canada | France | Italy | Norway | Sweden | Vietnam |
| Chile | Germany | | | | |



Ultra V Pro

HALF-CELL N-Type TOPCon BIFACIAL MODULE

TYPE: STPXXXS - C72/Nsh+



POWER OUTPUT MAX EFFICIENCY
560-580W **22.5%**

Features



High module conversion efficiency
 Module efficiency up to **22.5%** achieved through advanced cell technology and manufacturing process



Lower operating temperature
 Lower operating temperature and temperature coefficient increases the power output



Suntech current sorting process
 Up to **2%** power loss caused by current mismatch could be diminished by current sorting technique to maximize system power output



Extended wind and snow load tests
 Module certified to withstand extreme wind (2400 Pascal) and snow loads (5400 Pascal) *

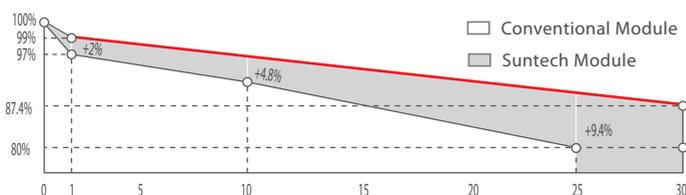


Excellent weak light performance
 More power output in weak light condition, such as cloudy, morning and sunset+



Withstanding harsh environment
 Reliable quality leads to a better sustainability even in harsh environment like desert, farm and coastline

Industry-leading Warranty **



- ◆ First year power degradation: 1%
- ◆ Annual degradation: 0.40%
- ◆ 30 years of linear warranty
- ◆ 15 years of product warranty

Certifications and Standards

CE IEC 61730 IEC 61215
 SA 8000 Social Responsibility Standards
 ISO 9001 Quality Management System
 ISO 14001 Environmental Management System
 ISO 45001 Occupational Health and Safety
 IEC TS 62941 Guideline for Module Design Qualification and Type Approval



Munich RE *****

* Please refer to Suntech Standard Module Installation Manual for details.
 ** Please refer to Suntech Limited Warranty for details.

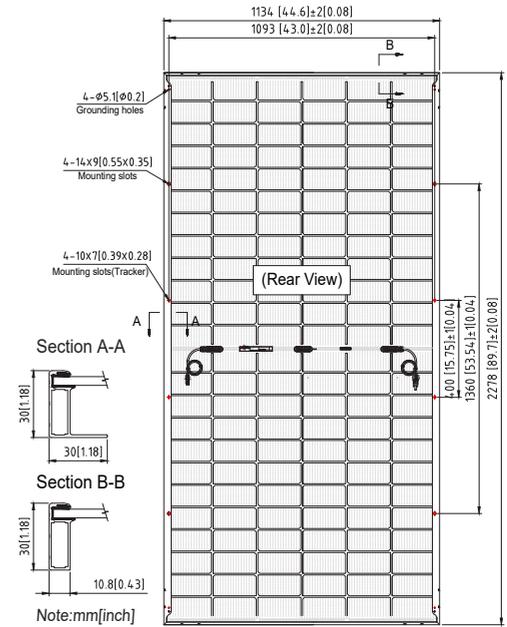
*** WEEE only for EU market.
 **** Suntech reserves the right to the final interpretation of the warranty by Munich Re.

Ultra V Pro STPXXXS - C72/Nsh+ 560-580W

Mechanical Characteristics

Solar Cell	N-type Monocrystalline silicon 182 mm
No. of Cells	144 (6 × 24)
Dimensions	2278 × 1134 × 30 mm (89.7 × 44.6 × 1.2 inches)
Weight	32.0 kgs (70.5 lbs.)
Front \ Back Glass	2.0+2.0 mm (0.079+ 0.079inches) semi-tempered glass
Output Cables	4.0 mm ² , (-) 350 mm and (+) 160 mm in length or customized length
Junction Box	IP68 rated (3 bypass diodes)
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C
Maximum System Voltage	1500 V DC (IEC)
Connectors	STP-XC4
Maximum Series Fuse Rating	25 A
Power Tolerance	0/+5 W
Refer. Bifaciality Factor	(80 ± 5)%
Packing Configuration	Packaging box dimensions (mm) : 2310×1120×1255 Packaging box weight (kg) : 1202 36 Pieces per pallet 720 Pieces per container / 40' HC

For tracker installation, please turn to Suntech for mechanical load information.



Electrical Characteristics

Module Type	STP580S-C72/Nsh+		STP575S-C72/Nsh+		STP570S-C72/Nsh+		STP565S-C72/Nsh+		STP560S-C72/Nsh+	
	STC	NMOT								
Maximum Power (Pmax/W)	580	442.1	575	438.4	570	434.6	565	430.7	560	426.9
Optimum Operating Voltage (Vmp/V)	42.68	40.3	42.56	40.2	42.44	40.1	42.32	39.9	42.2	39.8
Optimum Operating Current (Imp/A)	13.59	10.97	13.51	10.91	13.43	10.85	13.35	10.79	13.27	10.72
Open Circuit Voltage (Voc/V)	51.42	48.8	51.29	48.7	51.16	48.6	51.03	48.5	50.9	48.3
Short Circuit Current (Isc/A)	14.32	11.55	14.24	11.48	14.16	11.42	14.08	11.35	14.00	11.29
Module Efficiency (%)	22.5		22.3		22.1		21.9		21.7	

STC: Irradiance 1000 W/m²; module temperature 25 °C, AM=1.5; NMOT: Irradiance 800 W/m²; ambient temperature 20 °C, AM=1.5, wind speed 1 m/s; Tolerance of Pmax is within +/- 3%;

Different Rarside Power Gain Reference to 570S Front

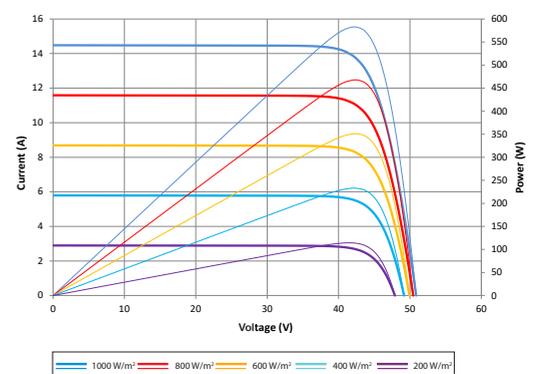
Rarside Power Gain	5%	15%	25%
Maximum Power at STC (Pmax)	598.5	655.5	712.5
Optimum Operating Voltage (Vmp/V)	42.4	42.4	42.5
Optimum Operating Current (Imp/A)	14.10	15.44	16.79
Open Circuit Voltage (Voc/V)	51.2	51.2	51.3
Short Circuit Current (Isc/A)	14.87	16.28	17.70
Module Efficiency (%)	23.2	25.4	27.6

Temperature Characteristics

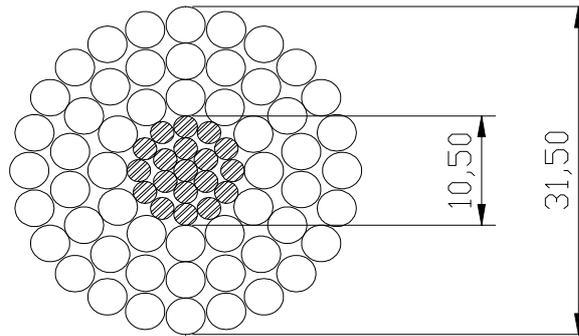
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	42 ± 2 °C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.30%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.046%/°C

Information on how to install and operate this product is available in the installation instruction. All values indicated in this data sheet are subject to change without prior announcement. The specifications may vary slightly. All specifications are in accordance with standard EN 50380. Color differences of the modules relative to the figures as well as discolorations of/in the modules which do not impair their proper functioning are possible and do not constitute a deviation from the specification.

Graphs Current-Voltage & Power-Voltage (580S)



SPECIFICATION: In accordance with: EN 50182
 In case the numerical value in this specifications and the international standard value are different, the numerical value in this specification has priority.



Intellectual Property of De Angeli Prodotti. It is forbidden reproduction and diffusion of this document.

Intellectual Property of De Angeli Prodotti. It is forbidden reproduction and diffusion of this document.

CONDUCTOR PROPERTIES			
DIAMETER		[mm]	31,50
FORMATION	Steel wires	No. x Ø[mm]	19 x 2,10
	Gap	No. x Thick [mm]	- x -
	all wires	No. x Ø [mm]	54 x 3,50
SECTION	Steel	[mm ²]	65,8
	all	[mm ²]	519,5
	Total	[mm ²]	585,3
MASS	Steel	[kg/km]	516
	Grease	[kg/km]	
	all	[kg/km]	1436
	Total	[kg/km]	1952
DC RESISTANCE AT 20°C		[Ω/km]	0,0556
RATED TENSILE STRENGTH	Core	[kN]	83,91
	Total	[kN]	169,63
MODULUS OF ELASTICITY	Core	[GPa]	190
	Total	[GPa]	70
COEFF. OF LINEAR EXPANSION	Core	[10 ⁻⁶ /°C]	11,5
	Total	[10 ⁻⁶ /°C]	19,5
AMPACITY (IEC 61597)	(80 °C) *	[A]	1056

* Ambient temperature 30 °C - Wind speed 0,5556/s - Emissivity ε 0,50 - Absorptivity α 0,50 - Solar radiation 900 W/m²

Intellectual Property of De Angeli Prodotti. It is forbidden reproduction and diffusion of this document.

Intellectual Property of De Angeli Prodotti. It is forbidden reproduction and diffusion of this document.

CORE PROPERTIES			
Material	Specification	EN 50189	ST4A galvanized steel
	Stress at 1% ext.	[MPa]	1275
	Conductivity	[%IACS]	
Formation		No. x Ø[mm]	19 x 2,10
Dimension & tollerance	Wires	Ø [mm]	2,10 ± 0,03
	Core diameter	Ø _{OUT} [mm]	10,50 ± 1%
Section	Wires	[mm ²]	3,46
	Total	[mm ²]	65,81
Mass	Total core	[kg/km]	516,0
Central wire		Ø [mm]	2,10
1st strand		No. x Ø [mm]	6 x 2,10
		Lay ratio / direction	20 / R.H.
		Strand increment %	0,547%
2nd strand		No. x Ø [mm]	12 x 2,10
		Lay ratio / direction	18 / L.H.
		Strand increment %	0,970%
DC resistance at 20°C		[Ω/km]	-
Greased		YES/NO	NO

GAP			
Formation		No. - Position	None
Dimension & tollerance	Inner diameter	Ø _{IN} [mm]	- ± -
	Outer diameter	Ø _{OUT} [mm]	- ± -
Filling grease	Specification		
	Density	[kg/m ³]	
	Fill factor	%	
	Mass	[kg/km]	

Intellectual Property of De Angeli Prodotti. It is forbidden reproduction and diffusion of this document.

Intellectual Property of De Angeli Prodotti. It is forbidden reproduction and diffusion of this document.

CONDUCTIVE LAYERS PROPERTIES			
Material	Specification	EN 60889	AL1 aluminium
	Tensile strength	[MPa]	165
	Conductivity	[%IACS]	61,0%
Formation		No. x Thick. [mm]	54 x 3,50
Dimension & tollerance	Wires	Diameter [mm]	3,50 ± 0,04
	Inner diameter	Ø _{IN} [mm]	10,50 ± 1%
	Outer diameter	Ø _{OUT} [mm]	31,50 ± 1%
Section	Wires(1st strand)	[mm ²]	115,45
	Wires(2nd strand)	[mm ²]	173,18
	Wires(3rd strand)	[mm ²]	230,91
	Total	[mm ²]	519,54
Mass	Total	[kg/km]	1436,0
1st strand		No. x Thick. [mm]	12 x 3,50
		Lay ratio / direction	15 / R.H.
		Strand increment %	1,394%
2nd strand		No. x Thick. [mm]	18 x 3,50
		Lay ratio / direction	13,5 / L.H.
		Strand increment %	1,970%
3rd strand		No. x Thick. [mm]	24 x 3,50
		Lay ratio / direction	11,5 / R.H.
		Strand increment %	2,906%
4th strand		No. x Thick. [mm]	- x -
		Lay ratio / direction	- / -
		Strand increment %	-
DC resistance at 20°C		[Ω/km]	0,0556
Greased		YES/NO	NO
Emissivity treatment		YES/NO	NO

Date: 31/08/15	Design department: M. Previatello	Rev. 00
-----------------------	--	----------------

CPR (UE) n° 305/11
E_{ca}

Regolamento Prodotti da Costruzione/*Construction Products Regulation*
Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014
Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

DoP n° 1036/17

EN 50618
CEI EN 60332-1-2
CEI EN 50525
CEI EN 50289-4-17 A
CEI EN 50396
2014/35/UE
2011/65/CE
CA 01.00546

Costruzione e requisiti/*Construction and specifications*
Propagazione fiamma/*Flame propagation*
Emissione gas/*Gas emission*
Resistenza raggi UV/*UV resistance test*
Resistenza ozono/*Ozone resistance*
Direttiva Bassa Tensione/*Low Voltage Directive*
Direttiva RoHS/*RoHS Directive*
Certificato IMQ/*IMQ Certificate*



DESCRIZIONE

Cavo unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

Conduttore

Corde flessibile di rame stagnato, classe 5

Isolante

Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618
LSOH = Low Smoke Zero Halogen

Guaina esterna

Mescola LSOH di gomma reticolata speciale di qualità conforme alla norma EN 50618

Colore anime

Nero

Colore guaina

Blu, rosso, nero

Marcatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI IEMMEQU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV
(sez) (anno) (m) (tracciabilità)

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -40°C

Temperatura minima di posa: -40°C

Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego

Per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari.

Adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato e per essere utilizzati con apparecchiature di classe II.

DESCRIPTION

Flexible single-core cable for connection in photovoltaic installations. Insulation and sheath made of elastomeric compound, halogen free and flame retardant.

Conductor

Tinned copper flexible wire, class 5

Insulation

Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality
LSOH = Low Smoke Zero Halogen

Outer sheath

Special LSOH cross-linked rubber compound according to EN 50618 quality

Cores colour

Black

Sheath colour

Blue, red or black

Inkjet marking

BALDASSARI CAVI IEMMEQU <HAR> H1Z2Z2-K 1/1 kV
(section) (year) (m) (traceability)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Maximum voltage U_o/U: 1800 V d.c. - 1200 V a.c.

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -40°C

Minimum installation temperature: -40°C

Maximum short circuit temperature: 250°C

Maximum tensile stress: 15 N/mm²

Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

Use and installation

For interconnection of photovoltaic elements. Suitable for fixed installation indoor and outdoor, in pipes exposed or embedded or in similar closed systems.

Suitable for laying directly underground or in pipe underground and to be used for class II equipment.



Formazione <i>Formation</i>	Ø indicativo conduttore <i>Approx. conductor Ø</i>	Spessore medio isolante <i>Average insulation thickness</i>	Spessore medio guaina <i>Average sheath thickness</i>	Ø indicativo produzione <i>Approx. production Ø</i>	Peso indicativo cavo <i>Approx. cable weight</i>	Resistenza elettrica max a 20°C <i>Max. electrical resistance at 20°C</i>	Portata di corrente in aria libera <i>Current rating free in air</i>	
							Singolo cavo <i>Single cable</i> 60°C	2 cavi adiacenti <i>2 adjacent cables</i> 60°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/ km	A	A
1 x 1,5	1,5	0,7	0,8	4,7	34	13,7	30	24
1 x 2,5	2,1	0,7	0,8	5,2	47	8,21	40	33
1 x 4	2,5	0,7	0,8	5,8	58	5,09	55	44
1 x 6	3,0	0,7	0,9	6,5	80	3,39	70	70
1 x 10	4,0	0,7	1,0	7,9	127	1,95	95	95
1 x 16	5,0	0,7	1,0	8,8	180	1,24	130	107
1 x 25	6,2	0,9	1,1	10,6	270	0,795	180	142
1 x 35	7,6	0,9	1,1	12,0	360	0,565	220	176
1 x 50	8,9	1,0	1,2	14,1	515	0,393	280	221
1 x 70	10,5	1,1	1,2	15,9	720	0,277	350	278
1 x 95	12,5	1,1	1,3	17,7	915	0,210	410	333
1 x 120	13,7	1,2	1,3	19,8	1160	0,164	480	390
1 x 150	16,1	1,4	1,4	21,7	1460	0,132	566	453
1 x 185	17,7	1,6	1,6	24,1	1780	0,108	644	515
1 x 240	19,9	1,7	1,7	26,7	2310	0,082	775	620



ARG16R16-0,6/1 kV

REAZIONE AL FUOCO



CONFORME CPR
REGOLAMENTO 305/2011/UE

Norma:	EN 50575:2014+A1:2016
Classe:	C _{ca} -s3, d1, a3
Classificazione: (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6
Emissione di calore e fumi e sviluppo della fiamma	EN 50399
Non propagazione della fiamma:	EN 60332-1-2
Gas corrosivi e alogenidrici:	EN 60754-2
Organismo Notificato:	0051 - IMQ
CE	2018

Costruzione, requisiti elettrici CEI 20-13
fisici e meccanici:

Gas corrosivi o alogenidrici: EN 50267-2-1

Direttiva Bassa Tensione: 2014/35/UE

Direttiva RoHS: 2011/65/UE



Descrizione

- Conduttore: alluminio, corda rigida compatta, classe 2
- Isolamento: gomma, qualità G16
- Riempitivo: termoplastico
- Guaina: PVC, qualità R16
- Colore: grigio

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U_0/U : 600/1000 V c.a.
1500 V c.c.
- Tensione massima U_m : 1200 V c.a.
1800 V c.c. anche verso terra
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C
(in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Caratteristiche particolari

Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature.

Colori delle anime

UNIPOLARE ●

Marcatura

Made in Italy LA TRIVENETA CAVI ARG16R16 0,6/1 kV [form.] Cca-s3,d1,a3 [anno] [ordine] [metrica]

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 6 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del conduttore

Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale.

Per installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.

Ammessa la posa interrata, anche se non protetta.

Riferimento Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575:

Date le proprietà di limitare lo sviluppo del fuoco e l'emissione di calore, il cavo è adatto per l'alimentazione di energia elettrica nelle costruzioni ed altre opere di ingegneria civile.

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Resistenza elettrica max a 20°C	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A					
							in aria a 30°C	in tubo in aria a 30°C	interrato a 20°C		tubo interrato a 20°C	
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km			K = 1	K = 1,5	K = 1	K = 1,5
1 x 16	4,90	0,7	1,4	10,0	1,91	150	70	64	98	89	75	70
1 x 25	6,10	0,9	1,4	11,7	1,20	185	102	88	119	110	95	88
1 x 35	7,10	0,9	1,4	13,0	0,868	220	136	110	141	131	115	106
1 x 50	8,20	1,0	1,4	14,7	0,641	280	164	131	167	154	134	124
1 x 70	9,90	1,1	1,4	16,6	0,443	320	218	175	204	189	173	160
1 x 95	11,40	1,1	1,5	18,6	0,320	460	261	209	245	226	196	181
1 x 120	13,10	1,2	1,5	20,5	0,253	570	310	250	277	256	238	220
1 x 150	14,40	1,4	1,6	22,8	0,206	670	350	280	313	289	250	231
1 x 185	16,20	1,6	1,6	25,0	0,164	810	415	334	350	324	300	278
1 x 240	18,40	1,7	1,7	27,9	0,125	1025	490	392	413	382	331	306
1 x 300	20,65	1,8	1,8	30,7	0,100	1205	567	-	454	420	400	370
1 x 400	23,60	2,0	1,9	35,0	0,0778	1660	665	-	512	474	450	417
1 x 500	26,50	2,2	2,0	38,6	0,0605	1940	765	-	578	535	505	468
1 x 630	30,20	2,4	2,2	43,1	0,0469	2460	880	-	646	598	580	537

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a:
- n°3 conduttori attivi
- profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K·m/W
K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K·m/W

CAVI MEDIA TENSIONE - PER IMPIANTI EOLICI
MEDIUM VOLTAGE CABLES - WIND POWER PLANTS

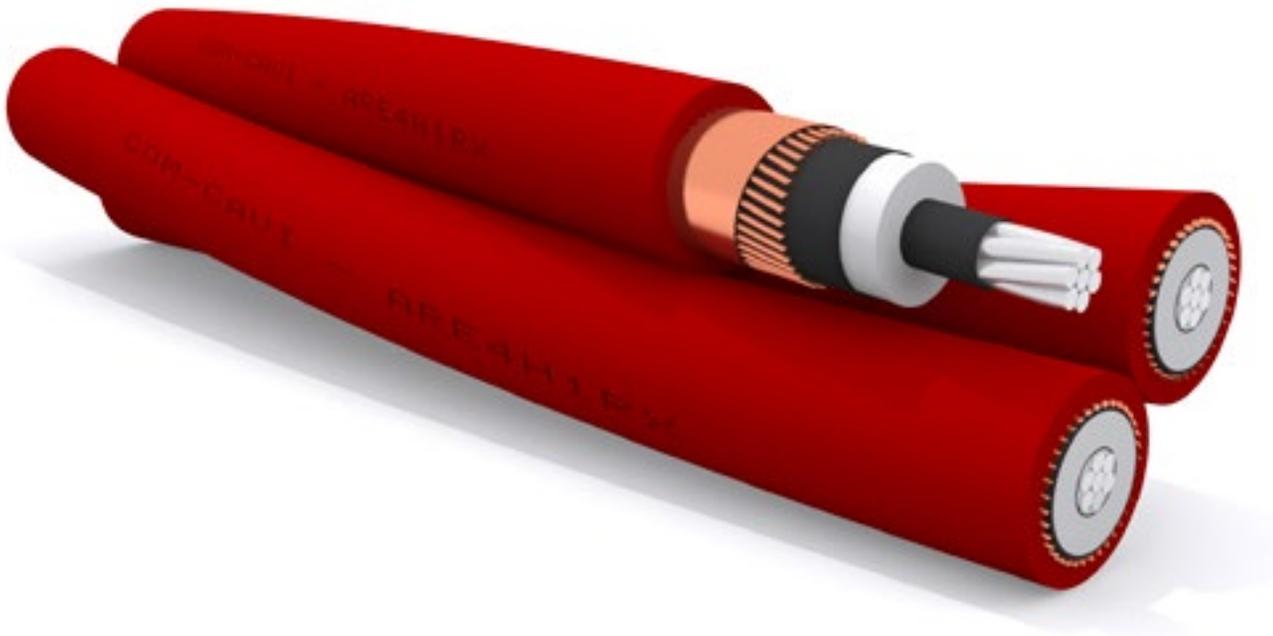
ARE4H1RX - Elica visibile 12/20 kV - 18/30 kV

MEDIA TENSIONE - ENERGIA
MEDIUM VOLTAGE - ENERGY



RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	EC 60502-2
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI 20-35
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/CE



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : 12/20 kV - 18/30 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C

SPECIAL FEATURES

Medium voltage cable, not propagating flame. Suitable for wind power plants.

USE AND INSTALLATION

Suitable for installations in buried trough; buried duct; directly buried; open air; buried with protection.

ARE4H1RX - Elica visibile 12/20 kV - 18/30 kV

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminium
	SEMICONDUTTIVO INTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Mescola di polietene reticolato Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUTTIVO ESTERNO Materiale: Mescola estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso e controspirale Materiale: Rame rosso (R max 3 Ω/km)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Ω/km)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità Rz/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, Rz quality Colour: grey

MARCATURE:

- COM-CAVI - ARE4H1RX 12/20 kV - <N° COND. X SEZIONE> <ANNO> <MARCATURA METRICA>

MARKINGS

- CCOM-CAVI - ARE4H1RX 12/20 kV - <N° CONDUCT. S SECTION> <YEAR> <METRIC MARKING>

ARE4H1RX - Elica visibile 12/20 kV

12/20 kV Dati dimensionali - size characteristics

Formazione	Ø nominale conduttore	Spessore isolante	Spessore guaina	Ø nominale cavo	Peso nominale cavo	Raggio minimo di curvatura
Size	Nominal conduct. Ø	Insulation thickness	Sheath thickness	Nominal cable Ø	Nominal cable weight	Minimum bending radius
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	mm
25	6,0	5,5	1,8	29,6	610	350
35	7,0	5,5	1,8	30,7	670	360
50	8,1	5,5	1,8	31,7	720	380
70	9,9	5,5	1,8	33,3	840	400
95	11,5	5,5	1,9	35,4	955	430
120	12,9	5,5	1,9	37,0	1060	450
150	14,2	5,5	2,0	38,5	1210	470
185	15,9	5,5	2,0	40,0	1345	490
240	18,3	5,5	2,1	43,2	1590	530
300	20,7	5,5	2,2	45,8	1845	570
400	23,5	5,5	2,3	49,0	2175	610
500	26,5	5,5	2,4	52,0	2620	650
630	30,1	5,5	2,5	56,2	3110	710
3x1x25	6,0	5,5	1,8	63,9	1834	350
3x1x35	7,0	5,5	1,8	66,3	2014	360
3x1x50	8,1	5,5	1,8	68,5	2164	380
3x1x70	9,9	5,5	1,8	71,9	2525	400
3x1x95	11,5	5,5	1,9	76,5	2871	430
3x1x120	12,9	5,5	1,9	79,9	3186	450
3x1x150	14,2	5,5	2,0	83,2	3637	470
3x1x185	15,9	5,5	2,9	86,4	4043	490
3x1x240	18,3	5,5	2,1	93,3	4780	530
3x1x300	20,7	5,5	2,2	98,9	5546	570
3x1x400	23,5	5,5	2,3	105,8	6538	610
3x1x500	26,5	5,5	2,4	112,3	7876	650

Per i cavi con isolamento in G7 i dati dimensionali sono da ritenersi identici.
 For cables with insulation G7 dimensional data are to be considered identical.

ARE4H1RX - Elica visibile 12/20 kV

12/20 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione Size	Capacità nominale Nominal capacity	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0 Nominal capacitive current at voltage U_0	Reattanza di fase a 50 HZ Reactance phase 50HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C Screen max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C Conductor max electrical resist. CA at 90°C	Portata di corrente Current rating A		Corrente di corto circuito del conduttore Short circuit current conductor (1s)
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 30° C in air at 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C Rt=1m°C/W	kA
25	0,15	0,56	0,155	1,200	3,0	1,540	136	133	2,3
35	0,16	0,65	0,147	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,17	0,71	0,141	0,641	3,0	0,852	198	181	4,6
70	0,20	0,80	0,132	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,22	0,89	0,125	0,320	3,0	0,412	296	263	8,8
120	0,24	0,96	0,120	0,253	3,0	0,328	338	296	11,1
150	0,25	1,03	0,117	0,206	3,0	0,268	387	337	13,8
185	0,28	1,12	0,112	0,164	3,0	0,213	441	378	17,0
240	0,30	1,23	0,108	0,125	3,0	0,163	517	436	22,1
300	0,33	1,34	0,105	0,100	3,0	0,132	586	493	27,6
400	0,37	1,48	0,101	0,0778	3,0	0,103	677	567	36,8
500	0,40	1,62	0,098	0,0605	3,0	0,081	775	626	46,0
630	0,44	1,80	0,095	0,0469	3,0	0,064	882	700	58,0
3x1x25	0,15	0,56	0,155	1,200	3,0	1,540	136	133	2,3
3x1x35	0,16	0,65	0,147	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,17	0,71	0,141	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,20	0,80	0,132	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,22	0,89	0,125	0,320	3,0	0,412	296	263	8,8
3x1x120	0,24	0,96	0,120	0,253	3,0	0,328	338	296	11,1
3x1x150	0,25	1,03	0,117	0,206	3,0	0,268	387	337	13,8
3x1x185	0,28	1,12	0,112	0,164	3,0	0,213	441	378	17,0
3x1x240	0,30	1,23	0,108	0,125	3,0	0,163	517	436	22,1
3x1x300	0,33	1,34	0,105	0,100	3,0	0,132	586	493	27,6
3x1x400	0,37	1,48	0,101	0,0778	3,0	0,103	677	567	36,8
3x1x500	0,40	1,62	0,098	0,0605	3,0	0,081	775	626	46,0

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Accessori Consigliati/Recommended accessories

Accessori per cavi con tensione di esercizio/Cables accessories with voltage 12/20 kV

Sezione nominale conduttore Nominal section conductor	Terminazione termorestringente da interno unipolare Xxxxxxx	Terminazione termorestringente da esterno unipolare Xxxxxxx	Giunto termorestringente unipolare Xxxxxxx
35	24TTMI1-50C12	24TTME1-50C12	24GTS1-50C
50	24TTMI1-50C12	24TTME1-50C12	24GTS1-50C
70	24TTMI1-185C12	24TTME1-185C12	24GTS1-185E2AC
95	24TTMI1-185C12	24TTME1-185C12	24GTS1-185E2AC
120	24TTMI1-185C12	24TTME1-185C12	24GTS1-185E2AC
150	24TTMI1-185C12	24TTME1-185C12	24GTS1-185E2AC
185	24TTMI1-185C12	24TTME1-185C12	24GTS1-185E2AC
240	24TTMI1-300C16	24TTME1-300C16	24GTS1-185E2AC
300	24TTMI1-300C16	24TTME1-300C16	24GTS1-300C
400	24TTMI1-630C16	24TTME1-630C16	24GTS1-630C
500	24TTMI1-630C16	24TTME1-630C16	24GTS1-630C
630	24TTMI1-630C16	24TTME1-630C16	24GTS1-630C

N.B. Per i cavi tripolari utilizzare tre confezioni unipolari della sezione corrispondente.

CAVI MEDIA TENSIONE - PER IMPIANTI EOLICI
MEDIUM VOLTAGE CABLES - WIND POWER PLANTS

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Dati dimensionali - size characteristics

Formazione	Ø nominale conduttore	Spessore isolante	Spessore guaina	Ø nominale cavo	Peso nominale cavo	Raggio minimo di curvatura
Size	Nominal conduct. Ø	Insulation thickness	Sheath thickness	Nominal cable Ø	Nominal cable weight	Minimum bending radius
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	mm
35	7,0	8,0	1,9	36,0	920	430
50	8,1	8,0	2,0	37,5	990	460
70	9,9	8,0	2,0	39,5	1140	480
95	11,5	8,0	2,1	41,1	1265	500
120	12,9	8,0	2,1	42,5	1380	530
150	14,2	8,0	2,2	44,2	1510	550
185	15,9	8,0	2,2	45,8	1665	570
240	18,3	8,0	2,3	49,0	1940	610
300	20,7	8,0	2,4	51,5	2245	640
400	23,5	8,0	2,5	57,6	2625	690
500	26,5	8,0	2,6	57,7	3065	730
630	30,1	8,0	2,7	63,4	3860	810
3x1x35	7,0	8,0	1,9	77,8	2766	430
3x1x50	8,1	8,0	2,0	81,0	2976	560
3x1x70	9,9	8,0	2,0	85,3	3427	480
3x1x95	11,5	8,0	2,1	88,8	3803	500
3x1x120	12,9	8,0	2,1	91,8	4148	530
3x1x150	14,2	8,0	2,2	95,5	4539	550
3x1x185	15,9	8,0	2,2	98,9	5005	570
3x1x240	18,3	8,0	2,3	105,8	5832	610
3x1x300	20,7	8,0	2,4	111,2	6748	640

Per i cavi con isolamento in G7 i dati dimensionali sono da ritenersi identici.
 For cables with insulation G7 dimensional data are to be considered identical.

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione Size	Capacità nominale Nominal capacity	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0 Nominal capacitive current at voltage U_0	Reattanza di fase a 50 HZ Reactance phase 50HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C Screen max electrical resist. CC at 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Portata di corrente Current rating A		Corrente di corto circuito del conduttore Short circuit current conductor (1s)
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 30° C in air at 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C Rt=1m°C/W	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Accessori Consigliati/Recommended accessories

Accessori per cavi con tensione di esercizio/Cables accessories with voltage 18/30 kV

Sezione nominale conduttore Nominal section conductor	Terminazione termorestringente da interno unipolare Xxxxxx	Terminazione termorestringente da esterno unipolare Xxxxxx	Giunto termorestringente unipolare Xxxxxx
35	36TTMI1-70C12	36TTME1-70C12	36GTS1-95C
50	36TTMI1-70C12	36TTME1-70C12	36GTS1-95C
70	36TTMI1-70C12	36TTME1-70C12	36GTS1-95C
95	36TTMI1-240C12	36TTME1-240C12	36GTS1-95C
120	36TTMI1-240C12	36TTME1-240C12	36GTS1-240C
150	36TTMI1-240C12	36TTME1-240C12	36GTS1-240C
185	36TTMI1-240C12	36TTME1-240C12	36GTS1-240C
240	36TTMI1-240C16	36TTME1-240C12	36GTS1-240C
300	36TTMI1-300C16	36TTME1-300C16	36GTS1-300C
400	36TTMI1-630C16	36TTME1-630C16	36GTS1-630C
500	36TTMI1-630C16	36TTME1-630C16	36GTS1-630C
630	36TTMI1-630C16	36TTME1-630C16	36GTS1-630C

N.B. Per i cavi tripolari utilizzare tre confezioni unipolari della sezione corrispondente.