



**REGIONE SICILIA**  
 PROVINCE DI PALERMO E TRAPANI  
 COMUNI DI CALATAFIMI E MONREALE

**PROGETTO:**

*Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica, delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili denominato "Pergole"*

Progetto Definitivo

**PROPONENTE:**

**FALCK RENEWABLES SICILIA S.R.L.**  
 Sede Legale in C.so Venezia, 16  
 20121 Milano (MI)  
 P.IVA 10531600962



**ELABORATO:**

Relazione tecnica impianto FV e opere elettriche

**PROGETTISTA COORDINATORE:**

Dott. Ing. Eugenio Bordonali

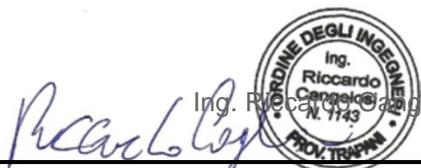


**Scala:**

-

**PROGETTISTI:**

Ing. Riccardo Angelosi    Ing. Gaetano Scurto



**Tavola:**

IOE

**Data:**

10/02/2022

**Rev.      Data**

**Descrizione**

00	10/02/2022	emissione
----	------------	-----------

-	-	-
---	---	---

## Sommario

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
1.1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO .....	4
1.2. DATI DI PROGETTO .....	8
<b>2. NORMATIVA E DEFINIZIONI</b> .....	<b>15</b>
2.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	15
2.2. DEFINIZIONI.....	18
<b>3. PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO</b> .....	<b>19</b>
3.1. PREMESSE SULLA PRODUZIONE ELETTRICA DELL'IMPIANTO .....	19
3.2. DATI TOPOGRAFICI E CLIMATICI LOCALI .....	20
3.3. CRITERI GENERALI DI CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ.....	22
3.4. STIMA DELLA PRODUZIONE .....	23
<b>4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA</b> .....	<b>27</b>
4.1. GENERATORE FOTOVOLTAICO .....	27
4.1.1. <i>Moduli fotovoltaici in silicio monocristallino</i> .....	27
4.1.2. <i>String Box</i> .....	28
4.1.3. <i>Power Station</i> .....	30
4.1.4. <i>Inverter fotovoltaici</i> .....	32
4.1.5. <i>Cavidotti MT</i> .....	35
4.2. IMPIANTI DI RETE E DI UTENZA PER LA CONNESSIONE .....	36
4.2.1. <i>Ubicazione degli impianti per la connessione</i> .....	37
<b>5. CAVIDOTTI</b> .....	<b>39</b>
5.1. CAVIDOTTI BT .....	39
5.1.1. <i>Tipologie di cavo BT</i> .....	39
5.1.2. <i>Calcolo delle linee elettriche in cavo</i> .....	41
5.1.3. <i>Circuiti elettrici</i> .....	48
5.1.4. <i>Cadute di tensione</i> .....	48
5.1.5. <i>Prescrizioni generali</i> .....	48
5.1.6. <i>Quadri elettrici</i> .....	49
5.2. CAVIDOTTI MT .....	49
5.2.1. <i>Premesse</i> .....	49
5.2.2. <i>Tipologia cavi MT</i> .....	50
5.2.3. <i>Tipologie di posa cavidotti interrati</i> .....	51
5.2.4. <i>Condizioni progettuali di posa</i> .....	53
5.2.5. <i>Calcoli elettrici cavidotti</i> .....	54
<b>6. SICUREZZA DELL'IMPIANTO</b> .....	<b>58</b>
6.1. PROTEZIONE DA CORTI CIRCUITI SUL LATO C.C. DELL'IMPIANTO .....	58
6.2. PROTEZIONE DA CONTATTI ACCIDENTALI LATO C.C. ....	58
6.3. PROTEZIONE DALLE FULMINAZIONI.....	59
6.4. SICUREZZE SUL LATO C.A. DELL'IMPIANTO .....	59
6.5. PREVENZIONE DAL FUNZIONAMENTO IN ISOLA.....	59
6.6. IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	60
<b>7. ALLEGATI – SCHEDE TECNICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI PRELIMINARI</b> .....	<b>61</b>

## **1. PREMESSA**

Il presente documento ha lo scopo di illustrare le caratteristiche dell'impianto dal punto di vista elettrico ed i calcoli di dimensionamento effettuati nell'ambito del progetto di un impianto fotovoltaico da 51,263 MWp da realizzarsi nel territorio del comune di Calatafimi Segesta (TP) denominato "Pergole" (di seguito il "Progetto" o "l'Impianto") con connessione alla rete elettrica nazionale nel territorio del comune di Monreale (PA), dotato di un sistema di accumulo elettrochimico ("storage") da 10MW e corredato di Progetto Agrovoltaiico. Il progetto è da intendersi integrato e unico, Progetto di Impianto Fotovoltaico insieme con il Progetto Agrovoltaiico, pertanto la società proponente si impegna a realizzarlo per intero. Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico con potenza di picco del generatore di 51,263 MWp ca. e prevede l'istallazione di n° 1222 inseguitori solari ad un asse (tracker orizzontali monoassiali a linee indipendenti) e 384 strutture fisse di supporto ai moduli fotovoltaici. Il presente progetto agrovoltaiico prevede pertanto il posizionamento di pannelli fotovoltaici per 39,009 MWp su tracker con montaggio dei moduli elevati di 2.65 m da terra, in condizione di rotazione dei moduli stessi paralleli al terreno, e per 12,257 MWp con montaggio su struttura fissa con altezza massima 2,9 m da terreno e altezza minima 0,9 m da terreno, in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale.

L'impianto di generazione fotovoltaica in progetto sarà installato direttamente a terra con struttura in acciaio di tipo RETROFIT ad inseguimento monoassiale o con struttura in acciaio fissa, e l'energia elettrica da essi prodotta verrà convogliata ai gruppi di conversione (inverters) distribuiti all'interno dell'area di impianto. Gli inverters saranno installati all'interno di Power Station 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.

La consegna dell'energia elettrica prodotta dall'impianto avverrà conformemente alla Soluzione Tecnica Minima Generale trasmessa da Terna S.p.a. al proponente con nota del 19/03/2021 cod. prat. 202002195.

In particolare l'energia sarà vettoriata, a mezzo di un cavidotto interrato in MT, ad una nuova stazione di trasformazione MT/AT (impianti di utenza per la connessione) sita in c.da Volta di Falce, e da questa, a mezzo di un cavidotto interrato in AAT, ed attraverso uno stallo di consegna condiviso con altro produttore, ad una nuova stazione elettrica di smistamento della RTN (impianti di rete per la connessione) da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220KV "Partinico-Partanna". Il collegamento tra lo stallo di consegna e la nuova stazione RTN sarà realizzato con cavidotto interrato in AAT.

L'iniziativa s'inquadra nel piano di sviluppo di impianti per la produzione d'energia da fonte rinnovabile che la società "Falck Renewables Sicilia 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, ribadite nella "Strategia Energetica Nazionale 2017" e successivamente dal Piano nazionale integrato per l'energia e il clima per gli anni 2021-2030.

L'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente: la produzione d'energia elettrica senza emissione di alcuna sostanza inquinante, il risparmio di combustibile fossile, nessun inquinamento acustico e disponibilità dell'energia anche in località disagiate e lontane dalle grandi dorsali elettriche.

### **1.1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO**

Il sito del costruendo impianto è ubicato all'interno dei comuni di Calatafimi-Segesta e Monreale, nella parte occidentale della Sicilia, a est del territorio provinciale di Trapani, e a ovest del territorio provinciale di Palermo.

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

- SEZIONE N° 606070 - SEGESTA - CALATAFIMI
- SEZIONE N° 606080 - PIZZO MONTELONGO
- SEZIONE N° 606110 - MONTE BARONIA
- SEZIONE N° 606120 – SIRIGNANO

La localizzazione del progetto è così definita:

- Provincia: Trapani (impianto fotovoltaico) e Palermo (stazioni elettriche);
- Comune: Calatafimi Segesta (TP) (impianto fotovoltaico) e Monreale (PA) (stazioni elettriche);
- Contrada: Pergole (impianto fotovoltaico) e Monreale (PA) (stazioni elettriche);
- identificazione catastale:

impianto fotovoltaico C.T. Calatafimi Segesta (TP) F. 68

4	63	92	75	49	76	89	56	11	66	69	60	10
	16	125	96	126	238	127	37	72	83	61	80	62
	42	74	64	70	71		73					

stazioni elettriche C.T. Monreale (PA)

F. 155 p.lla 653

F.155 p.lle 618, 666, 671, 668, 888, 889, 485, 486, 365, 366, 890, 900, 489, 490

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/m<sup>2</sup>mese (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/m<sup>2</sup>giorno), 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.

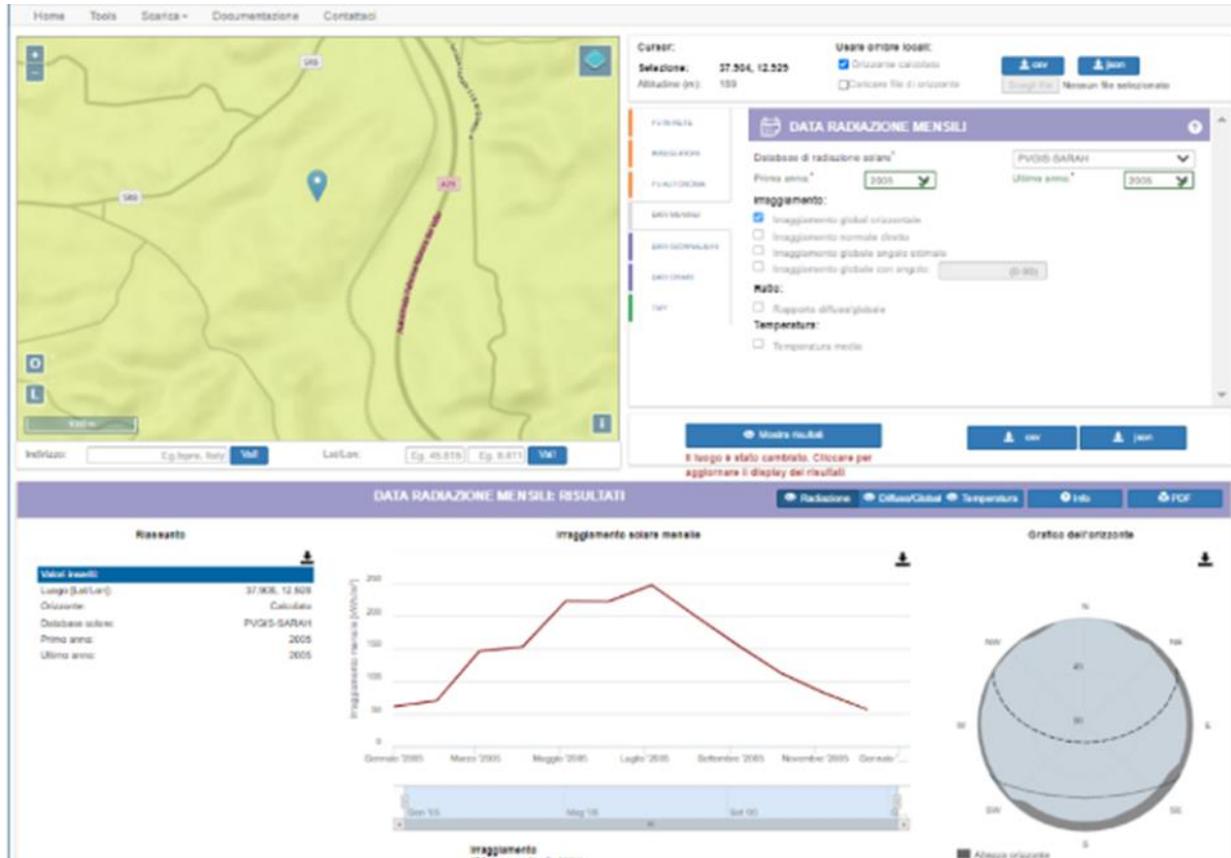


Figura 1.0 Fonte energetica solare nel sito (fonte JRC - Photovoltaic Geographical Information System)

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 1.1 Inquadramento geografico sito d'interesse

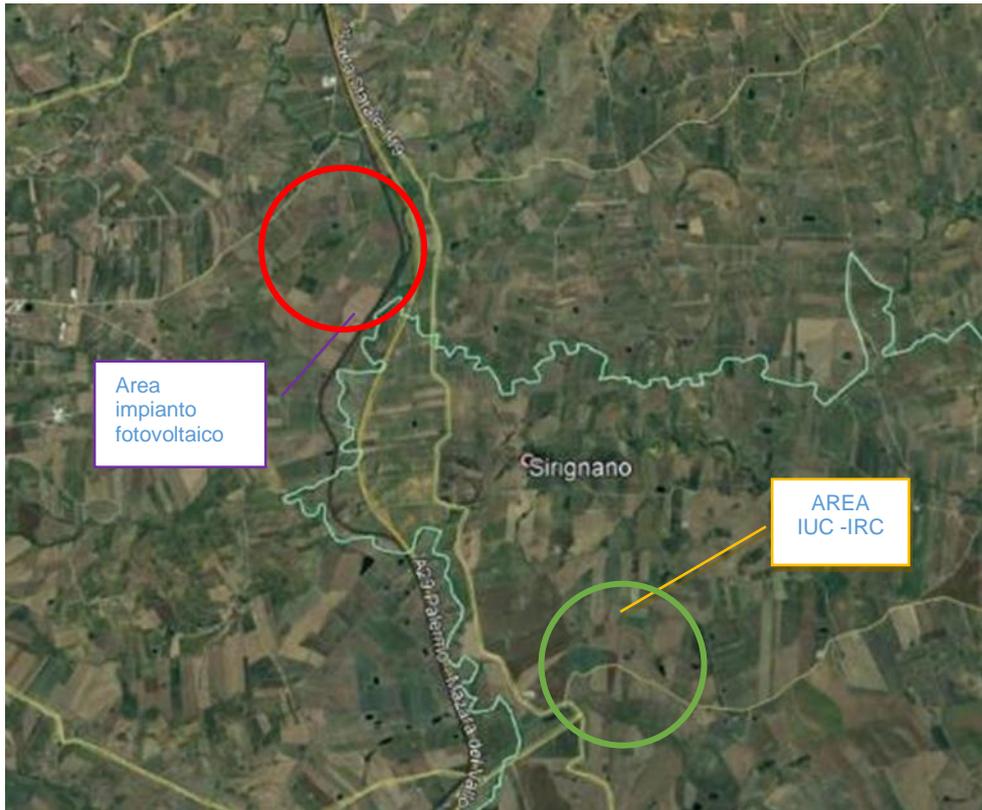


Figura 1.2 Inquadramento impianto in progetto

## 1.2. DATI DI PROGETTO

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si trova nel comune di Calatafimi-Segesta in provincia di Trapani, presso le c/de Pergole e Rincione con quote variabili tra 90 e 170 metri sul livello del mare.

L'estensione totale dell'area di interesse è pari a 108 ha ca., su di essa si prevedono:

- Area impianto fotovoltaico (strutture sostegno pannelli, viabilità, cabine, etc.): 62.47 ha ca. entro cui ricadono, come previsto dal Progetto Agrovoltaico, le seguenti colture/allevamenti:

- Coltivazione di specie foraggere poliennali: 18.6 ha ca.;
- Coltivazione ortive da pieno campo per il consumo fresco: 12.4 ha ca.;
- Coltivazione di foraggere annuali per la produzione di fieno: 6.2 ha ca.;
- Coltivazione di leguminose per la produzione di mangimi: 3.1 ha ca.;

- Coltivazione di cereali per la produzione di mangimi: 3.1 ha ca.;
  - Coltivazione di piante officinali per l'estrazione di principi attivi: 3.1 ha ca.;
  - Allevamento estensivo semibrado di ovini per la produzione di agnelli da carne: 18.6 ha ca. per 350 capi ca.;
  - Allevamento di api per la produzione di miele e altri prodotti dell'alveare: n° 14 apiari.
- Area fascia tagliafuoco: 3,56 ha ca.;
- Area fascia arborata di 10 m. di separazione e protezione dell'impianto fotovoltaico: 6,52 ha ca.;
- Aree esterne: 35,44 ha ca. entro cui ricadono, come previsto dal Progetto Agrovoltaico, le seguenti colture:
- Area fasce di 10 m contermini agli impluvi: 6,19 ha ca.;
  - Aree colture esterne (uliveti): 29,25 ha ca..

Pertanto, dei complessivi 108 ha ca., si prevede di lasciare incolte soltanto le aree strettamente non coltivabili al di sotto delle strutture di sostegno pannelli, in corrispondenza della viabilità e cabine, pari a 16.1 ha ca..

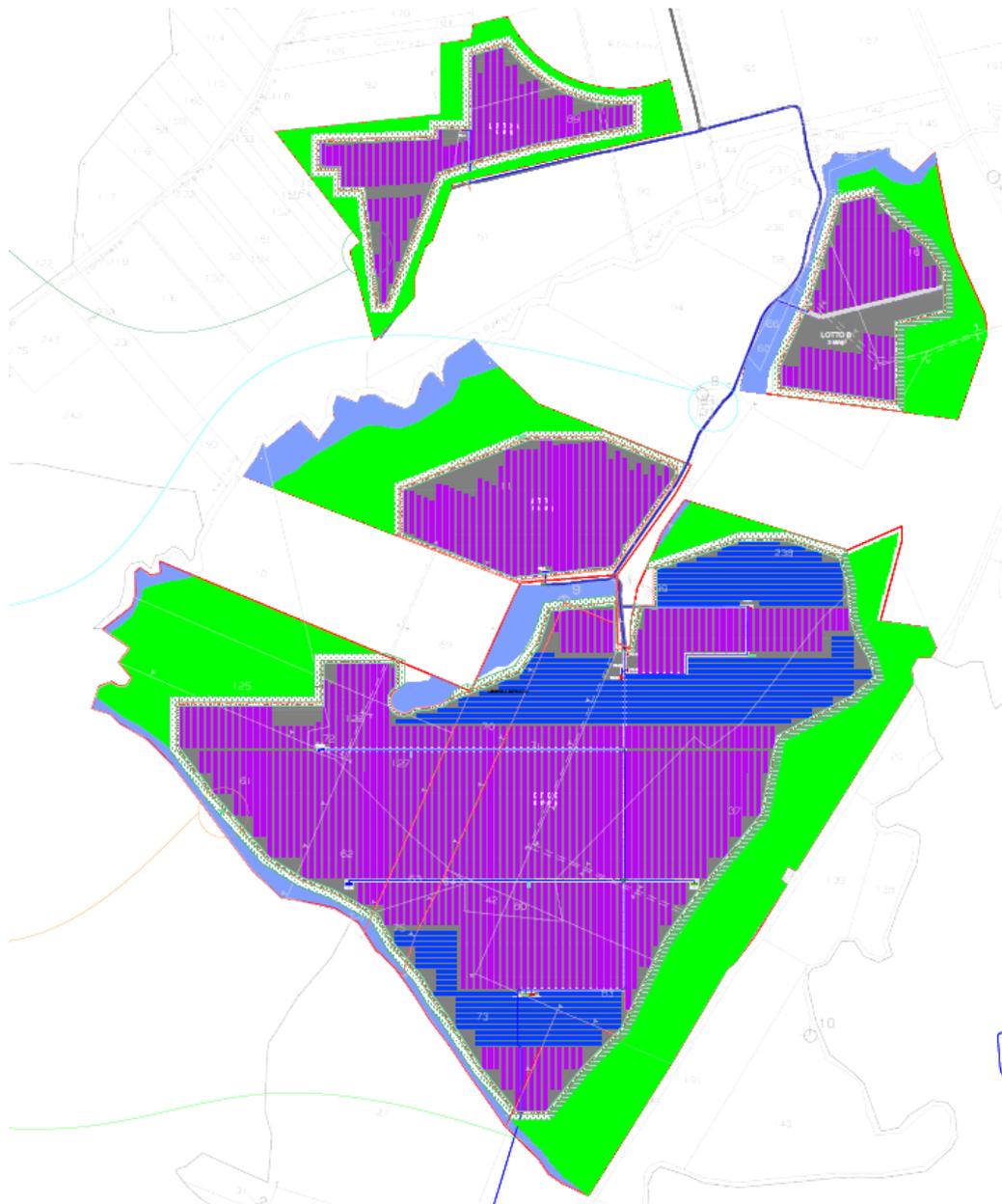


Figura 1.3 Layout impianto fotovoltaico su catastale

Le stazioni elettriche di collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in progetto su area agricola in c.da Volta di Falce nel comune di Monreale (PA), occuperanno complessivamente 2 ha ca..

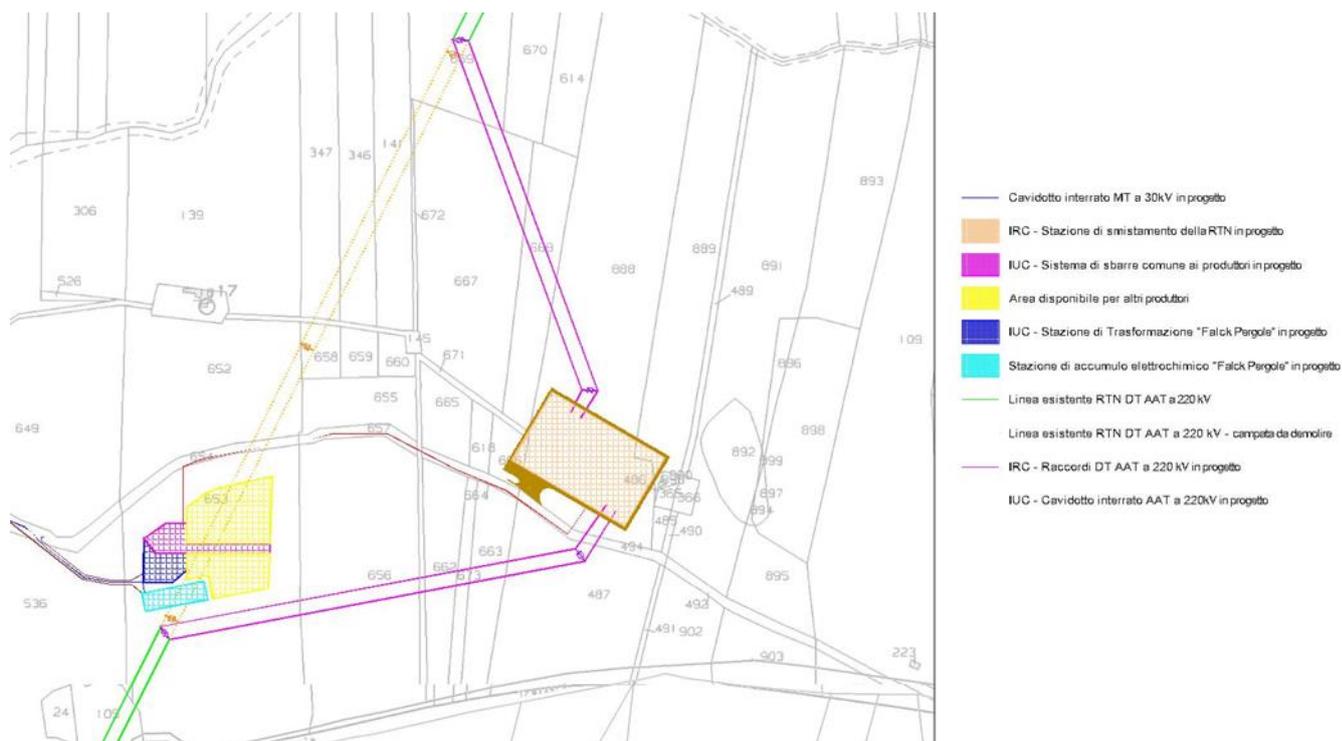


Figura 1.3.1 Stazioni elettriche per il collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) su base catastale

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da un totale di 89.936 moduli fotovoltaici, suddivisi in 12 sottocampi, in silicio monocristallino con tecnologia bifacciale di potenza nominale di 570 W ciascuno.

Per una parte i moduli saranno montate su strutture ad inseguimento (n. 1.222 strutture) l'inclinazione e l'orientamento variano in modo che il piano della superficie captante sia costantemente perpendicolare ai raggi solari. Ciò avviene grazie all'utilizzo della struttura mobile di tipo monoassiale che consente una movimentazione giornaliera da Est a Ovest. Il movimento in tilt è ottenuto tramite motoriduttori auto-alimentati con corrente continua prelevata dagli stessi pannelli montati sull'inseguitore. L'orientazione base di questo tipo di trackers sarà nord/sud. La restante parte dei moduli (n. 21.504 pannelli), ove l'eccessiva inclinazione del terreno non permette l'utilizzo del tipo ad inseguimento solare, sarà montato su una struttura in acciaio fissa. In questa seconda tipologia il pannello verrà orientato a sud e la struttura di supporto avrà un andamento est-

ovest che segue l'andamento del terreno. La distanza tra due strutture vicine sarà tale da evitare fenomeni di ombreggiamento ed è pari a 6,20 m per quelle ad inseguimento, in direzione est-ovest, e di 4,70 m per quelle fisse, in direzione nord-sud, tenuto conto delle posizioni assunte dai pannelli nell'arco delle ore diurne per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località.

I moduli saranno collegati in serie per formare una stringa, che, a sua volta sarà collegata in parallelo con altre stringhe all'interno delle string-box, Da qui l'energia sarà addotta tramite cavi in BT alle power station.

Queste ultime, accolgono gli inverter che permettono la conversione dell'energia da corrente continua in corrente alternata, ed i trasformatori bt/Mt che eseguiranno la trasformazione in media tensione a 30.000 V dell'energia prodotta.

L'impianto è costituito da 12 sottocampi ognuno dei quali avrà una power station. Da qui verrà addotta alla stazione di trasformazione mediante cavi interrati collegati tra loro ad albero.

Il tracciato 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. La lunghezza complessiva del cavidotto, sino alla cabina di trasformazione, è di circa 8 km suddiviso in 3 linee separate che collegheranno in serie le cabine seguendo lo schema riportato nell'elaborato 07 "schemi elettrici impianto FV".

L'energia nella stazione di trasformazione sarà elevata in AT e consegnata alla nuova stazione della RTN in progetto.

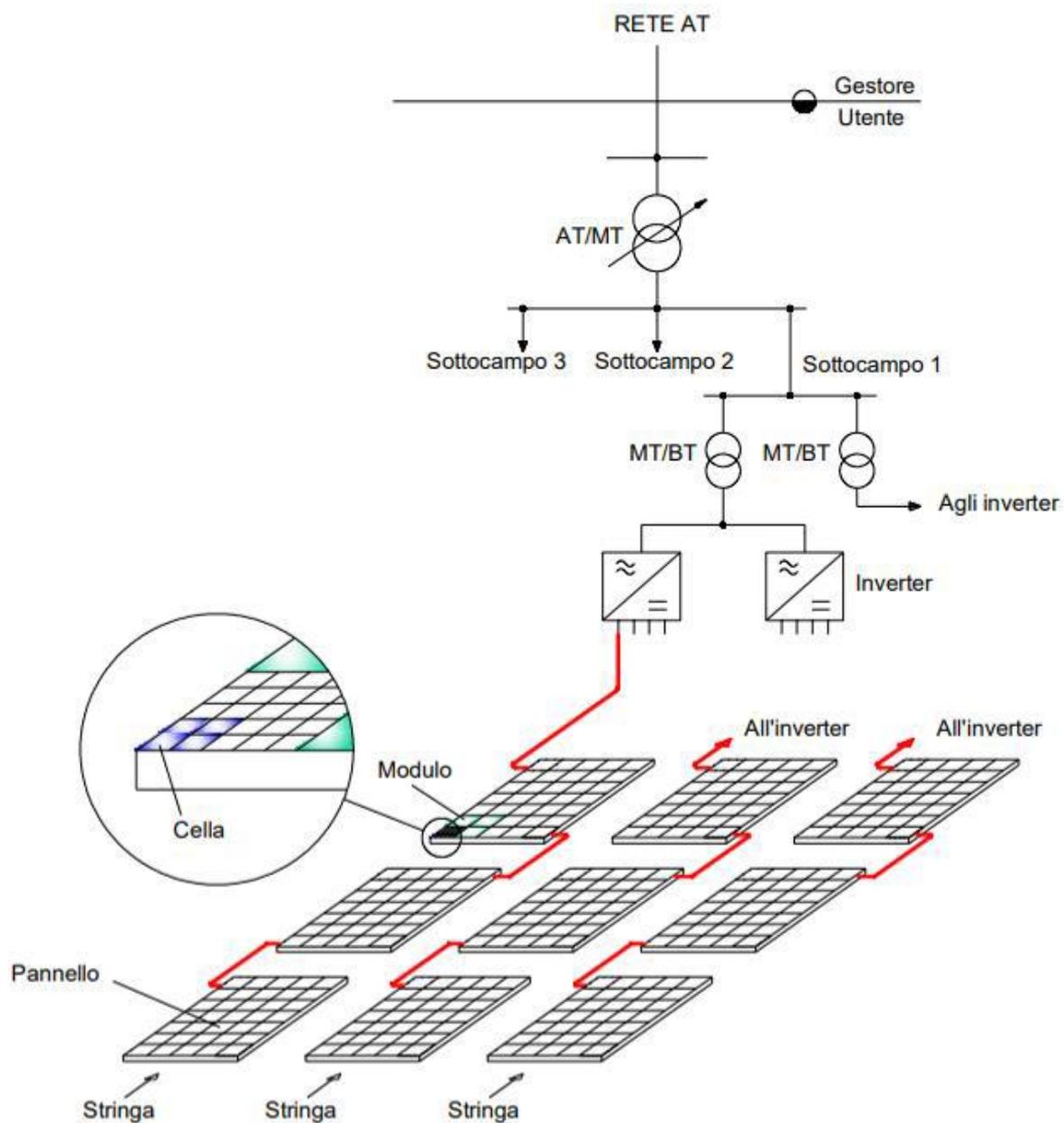


Figura 1.4 schema funzionale dell'impianto fotovoltaico

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

<b>DATI DI PROGETTO</b>	
<b>Strutture di sostegno ad inseguimento</b>	
Tipologia strutture	Inseguimento monoassiale
numero strutture isolate	1.222
Inclinazione falda	da -60° a +60°
Interasse	10,90 m
<b>Strutture di sostegno fisse</b>	
Tipologia strutture	Fisse
numero strutture isolate	384
Inclinazione falda	30°
Interasse	8,80 m
<b>Pannelli</b>	
Tipologia pannelli	silicio monocristallino
Numero in progetto	89.936
Potenza di picco pannello	570 Wp
Tolleranza potenza	+ 0/3%
Efficienza modulo	22,10%
<b>Power station 3.000 KVA</b>	
Tipologia power station	centralizzato
numero in progetto	6
Taglie di potenza	3.000 KVA
Installazione	in container prefabbricato
<b>Power station 5.000 KVA</b>	
Tipologia power station	centralizzato
numero in progetto	4
Taglie di potenza	5.000 KVA
Installazione	in container prefabbricato
<b>Power station 6.000 KVA</b>	
Tipologia power station	centralizzato
numero in progetto	2
Taglie di potenza	6.000 KVA
Installazione	in container prefabbricato
<b>Dati impianto</b>	
Potenza di picco generatore FV	51,263 MWp
Potenza nominale impianto AC	50,00 MW

Tabella 1.1 Dati principali dell'impianto

## **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 100 GWh ca.

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 50,00 MW e il fattore DC/AC medio di impianto è pari a 1,02.

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 Calatafimi – Segesta.

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

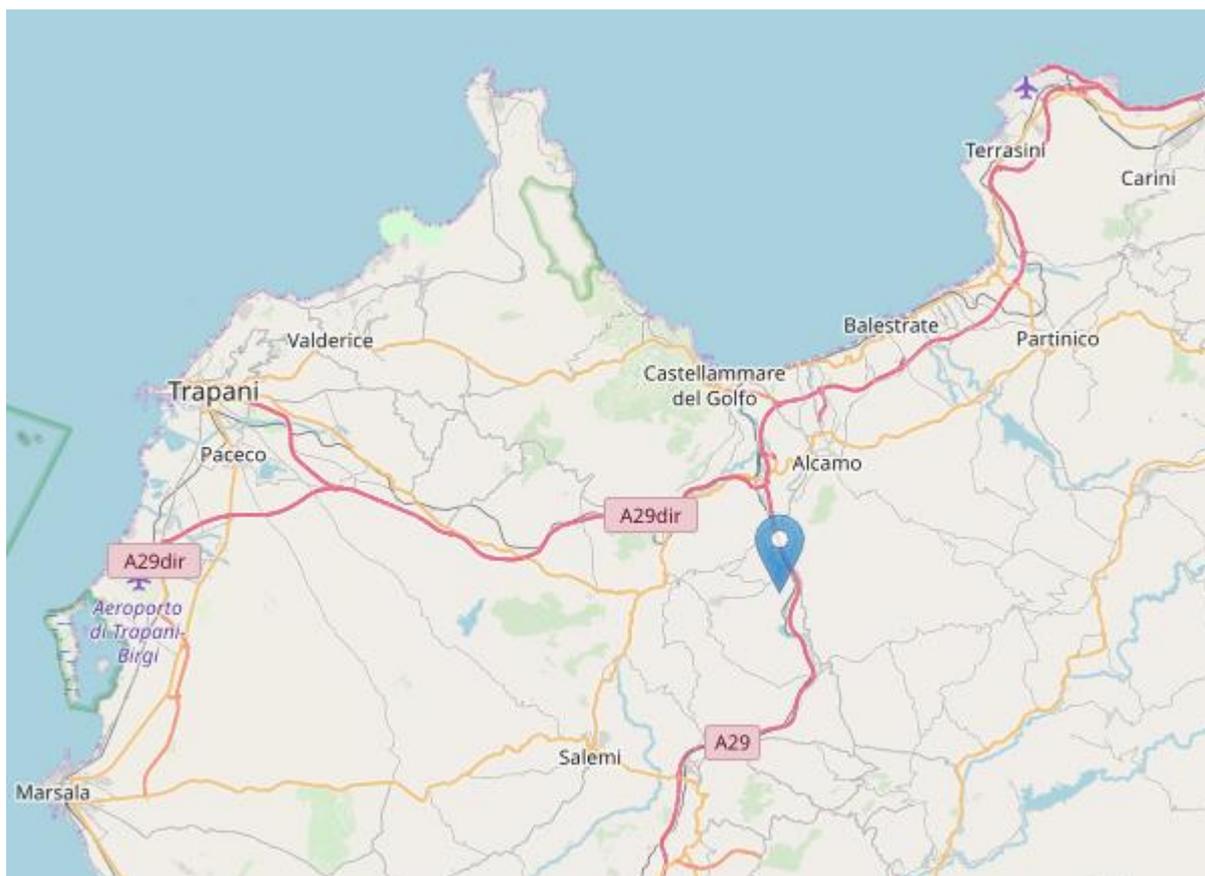


Figura 3.1 Inquadramento impianto

Le coordinate del sito sono:

LAT 37.904Nord;

LON 12.932 Est

Quota sul livello del mare: 150 m s.l.m.

## Azimut 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.

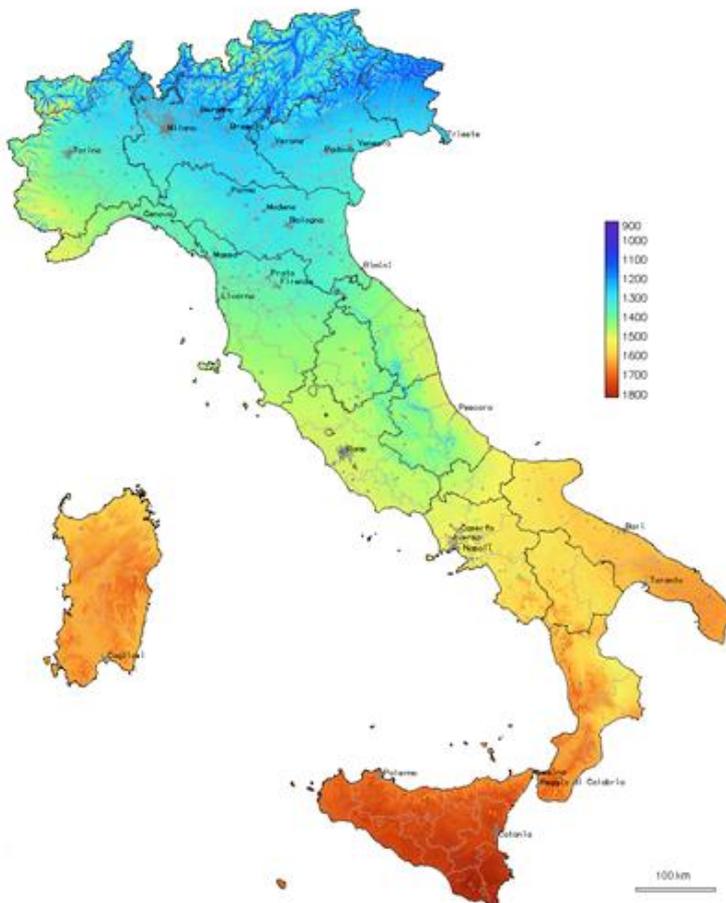


Fig. 3.2 Irraggiamento medio annuo in Italia

### 3.3. CRITERI GENERALI DI CALCOLO DI PRODUCIBILITÀ

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 +/- 60° dei pannelli con orientamento delle file nord-sud, per una parte e un sistema fisso a 30 ° di inclinazione in alcuni settori.

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 un inverter tipo per una potenza totale in AC di 2.500 KW. Dalla configurazione effettuata sugli inverter sono state estrapolate le 2 tipologie rappresentative di tutti i sottocampi che differiscono l'una dall'altra in base alla struttura di sostegno (fissa o ad inseguimento). La prima configurazione ha 184 stringhe in parallelo e struttura ad inseguimento monoassiale, la seconda configurazione ha 180 stringhe e struttura di sostegno fissa.

La tabella seguente mostra i dati impiantistici di base utilizzati nel calcolo.

**DC Sizing and Configuration**  
To model a system with one array, specify properties for Subarray 1 and disable Subarrays 2, 3, and 4. To model a system with up to four subarrays connected in parallel to a single bank of inverters, for each subarray, check Enable and specify a number of strings and other properties.

Electrical Configuration	Subarray 1	Subarray 2	Subarray 3	Subarray 4
	(always enabled)	<input checked="" type="checkbox"/> Enable	<input type="checkbox"/> Enable	<input type="checkbox"/> Enable
Modules per string in subarray	25	24		
Strings in parallel in subarray	92	92		
Number of modules in subarray	2,300	2,208		
String Voc at reference conditions (V)	1,332.8	1,279.4		
String Vmp at reference conditions (V)	1,058.0	1,015.7		

**Tracking & Orientation**

Azimuth  
N=0  
E=90  
S=180  
W=270

Tilt  
50° Vert  
Horiz

<input type="radio"/> Fixed	<input type="radio"/> Fixed
<input type="radio"/> 1 Axis	<input type="radio"/> 1 Axis
<input type="radio"/> 2 Axis	<input type="radio"/> 2 Axis
<input checked="" type="radio"/> Azimuth Axis	<input checked="" type="radio"/> Azimuth Axis
<input type="radio"/> Seasonal Tilt	<input type="radio"/> Seasonal Tilt

<input type="checkbox"/> Tilt=latitude	<input type="checkbox"/> Tilt=latitude
Tilt (deg)	60
Azimuth (deg)	180
Ground coverage ratio (GCR)	0.42
Tracker rotation limit (deg)	45
Backtracking <input type="checkbox"/> Enable	<input type="checkbox"/> Enable

Ground coverage ratio is used (1) to determine when a one-axis tracking system will backtrack, (2) in self-shading calculations for fixed tilt or one-axis tracking systems on the Shading page, and (3) in the total land area calculation. See Help for details.

**Electrical Sizing Information**

Maximum DC voltage	1,425.0 Vdc	No system sizing messages.
Minimum MPPT voltage	850.0 Vdc	
Maximum MPPT voltage	1,425.0 Vdc	

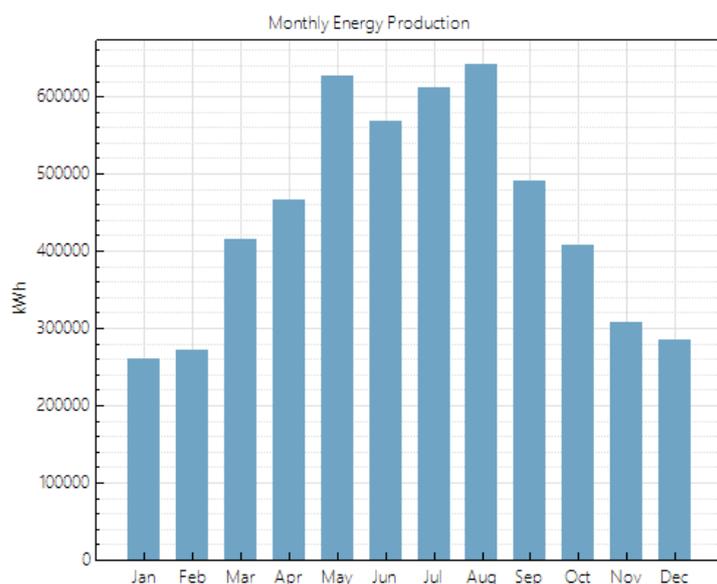
Voltage and capacity ratings are at module reference conditions shown on the Module page.

**DC Sizing and Configuration**  
To model a system with one array, specify properties for Subarray 1 and disable Subarrays 2, 3, and 4. To model a system with up to four subarrays connected in parallel to a single bank of inverters, for each subarray, check Enable and specify a number of strings and other properties.

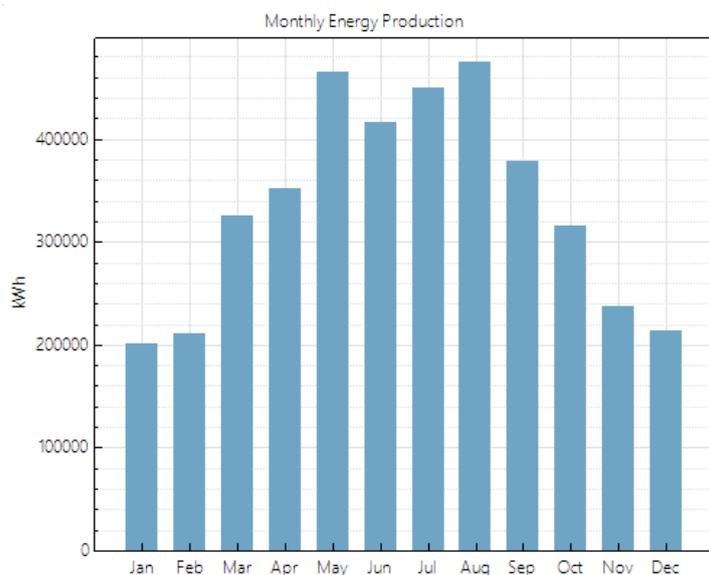
	Subarray 1	Subarray 2	Subarray 3	Subarray 4
<b>Electrical Configuration</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Enable	<input type="checkbox"/> Enable	<input type="checkbox"/> Enable
Modules per string in subarray	(always enabled) 25	24		
Strings in parallel in subarray	93	87		
Number of modules in subarray	2,325	2,088		
String Voc at reference conditions (V)	1,332.8	1,279.4		
String Vmp at reference conditions (V)	1,058.0	1,015.7		
<b>Tracking &amp; Orientation</b>				
Azimuth N=0 W 270 E 90 S 180				
Tilt 50° Vert. Horiz. 0°				
<input checked="" type="radio"/> Fixed	<input checked="" type="radio"/> Fixed			
<input type="radio"/> 1 Axis	<input type="radio"/> 1 Axis			
<input type="radio"/> 2 Axis	<input type="radio"/> 2 Axis			
<input type="radio"/> Azimuth Axis	<input type="radio"/> Azimuth Axis			
<input type="radio"/> Seasonal Tilt	<input type="radio"/> Seasonal Tilt			
<input type="checkbox"/> Tilt=latitude	<input type="checkbox"/> Tilt=latitude			
Tilt (deg)	30	30		
Azimuth (deg)	180	180		
Ground coverage ratio (GCR)	0.47	0.47		
Tracker rotation limit (deg)	60	45		
Backtracking <input type="checkbox"/> Enable	<input type="checkbox"/> Enable			
Ground coverage ratio is used (1) to determine when a one-axis tracking system will backtrack, (2) in self-shading calculations for fixed tilt or one-axis tracking systems on the Shading page, and (3) in the total land area calculation. See Help for details.				
<b>Electrical Sizing Information</b>				
Maximum DC voltage	1,425.0 Vdc			No system sizing messages.
Minimum MPPT voltage	850.0 Vdc			
Maximum MPPT voltage	1,425.0 Vdc			
Voltage and capacity ratings are at module reference conditions shown on the Module page.				

Tabella 3.1 Dati impiantistici di base di calcolo

La tabella seguente mostra i risultati dei calcoli effettuati, riportando le produzioni mensili di energia per l'unità di calcolo (inverter di potenza di 2,50 MW).



## Strutture ad inseguimento



## Strutture fisse

Figura 3.3 Produzioni mensili per singolo inverter tipo (Pn 2.500 KW)

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.

Produzione stimata impianto							
Sottocampo	Nome power station	tipo strutture	n. pannelli totali	Potenza pannello W	Potenza di picco MWp	Potenza Power station MW	Produzione annua MWh
A	PS-A	inseguimento	6.496,00	570	3,70	3,00	6.420,00
B	PS-B	inseguimento	5.264,00	570	3,00	3,00	6.420,00
C	PS-C	inseguimento	9.016,00	570	5,14	5,00	10.700,00
D1	PS-D1	fisse	5.264,00	570	3,00	3,00	4.849,20
D2	PS-D2	fisse	5.264,00	570	3,00	3,00	4.849,20
D3	PS-D3	inseguimento	8.792,00	570	5,01	5,00	10.700,00
D4	PS-D4	fisse	5.656,00	570	3,22	3,00	4.849,20
D5	PS-D5	inseguimento	8.792,00	570	5,01	5,00	10.700,00
D6	PS-D6	inseguimento	8.792,00	570	5,01	5,00	10.700,00
D7	PS-D7	inseguimento	10.640,00	570	6,06	6,00	12.840,00
D8	PS-D8	fisse	5.320,00	570	3,03	3,00	4.849,20
D9	PS-D9	inseguimento	10.640,00	570	6,06	6,00	12.840,00
<b>TOTALI</b>			<b>89.936,00</b>		<b>51,26</b>	<b>50,00</b>	<b>100.717</b>

Tabella 3.2 Produzione stimata suddivisa per sottocampo

Il totale stimato di energia prodotta e immessa in rete per l'intero impianto è pari a 100,717 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 preliminarmente di utilizzare dei moduli monocristallini bifacciali da 570 Wp, Tipo Jinko JKM570N-72HL4-BDV. In fase esecutiva si effettuerà una ricerca di mercato e la scelta definitiva del pannello.

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  $P_m(W)$  : 570W
- MAX-POWER VOLTAGE  $V_m(V)$  : 42,32 V
- MAX-POWER CURRENT  $I_m(A)$  : 13,47 A
- MAX SYSTEM VOLTAGE (VDC) : 1500 V
- MODULES DIMENSIONS: 1134x2274x30 mm
- WEIGHT : 32,00 kg

In fase esecutiva si effettuerà un'approfondita indagine di mercato per l'acquisto dei pannelli. In base alle disponibilità del mercato la marca e modello, di tali componenti, potrebbe essere modificata. Non saranno modificati però i parametri essenziali del progetto.

#### 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 realizzato 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 24 - 25 moduli in serie permettendo in questo modo di diminuirne il numero e diminuire i cavi in DC utilizzati.



Figura 4.1 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 32

Protezioni SPD: Tipo 2

Fusibili: 20 A

Sezionatori: presenti

Grado protezione quadro: IP 66

Corrente massima output: 320 A

### 4.1.3. Power Station

All'interno dell'impianto sono previste 12 power station, una per ogni sottocampo con la funzione di raccogliere le linee elettriche provenienti dalle stringbox convertire l'energia da corrente continua a corrente alternata tramite gli inverter inverter, innalzare la tensione da BT a MT e convogliare l'energia su una linea unica. 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 pre-assemblate per l'alloggio dei trasformatori BT/MT e delle apparecchiature di campo. In particolare si sono scelti le power station tipo SMA MV Power Station da 3.000, 5.000 e 6.000 con potenza nominate di 3.000, 5.000 e 6.000 kVA.

Di seguito si riporta uno schema esplicativo della composizione dell'impianto fotovoltaico con l'indicazione della Power station.

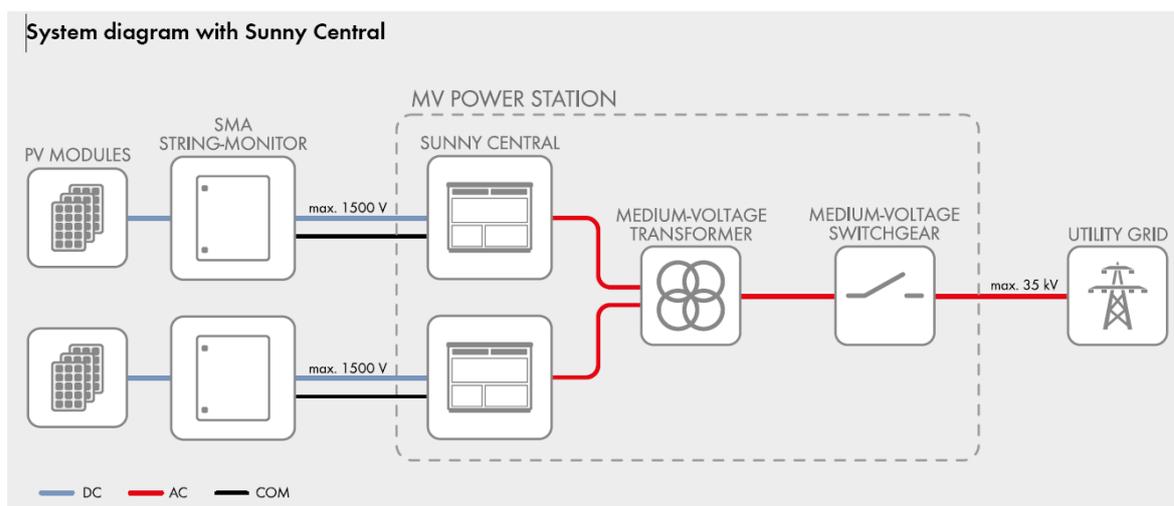


Figura 4.3 – Schema impianto fotovoltaico con power station

Questa cabina preassemblata contiene tutte le apparecchiature necessarie per la gestione delle linee in corrente continua, degli inverter, la trasformazione da 550 V a 30.000 V della tensione e la gestione delle linee MT. La potenza nominale

di ogni trasformatore installato sarà da 3.000 5.000 KVA a seconda della porzione dell'impianto servito.

La Power Station avrà le seguenti caratteristiche:

Tensione lato BT : 660 – 1.500 V

Tensione lato MT: 30 KV

Tipologia Trasformatore: ONAF

Potenza trasformatore: 3.000 – 5.000 – 6.000 KVA

Materiale spire: alluminio;

tensione nominale interruttori MT: 40,5 KV

corrente nominale interruttori MT: 630 A

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

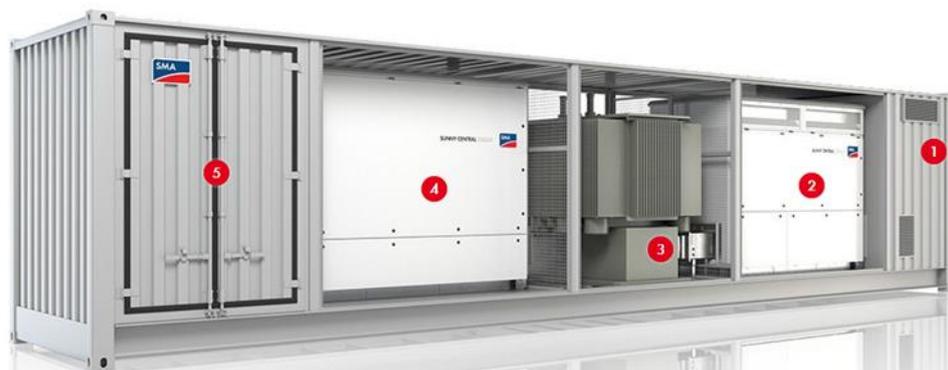


Figura 4.4 – Vista Power station

In fase esecutiva in base ai materiali presenti sul mercato potrebbero cambiare le caratteristiche e il numero delle power station installate. Non saranno modificati però i parametri essenziali del progetto.

#### 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 1500 V in corrente continua che massimizzando il numero di pannelli collegabili nella medesima stringa riduce i collegamenti elettrici da realizzare.

Gli inverter scelti saranno del tipo SMA Sunny Central da tre taglie con potenza nominate di 3.000 kVA, 5.000 kVA e 6.000 kVA.

Il progetto prevede l'installazione di 12 inverter, 6 da 3.000 kVA, 4 da 5.000 kVA e 2 da 6.000 kVA, distribuiti all'interno dei campi fotovoltaici per poter minimizzare le lunghezze dei cavi utilizzati.



Figura 4.2 – 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: 3.000 - 5.000 – 6.000 KW

Tensione AC: 550 – 720 V

Frequenza di rete nominale: 50 Hz

Grado protezione quadro: IP 65

Dimensioni: 10510x660x363 mm

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

In fase esecutiva in base ai materiali presenti sul mercato potrebbero cambiare le caratteristiche e il numero degli inverter installati. Non saranno modificati però i parametri essenziali del progetto.

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 composte da 24 o da 25 pannelli in serie.

Nella tabella seguente sono riportate la suddivisione dei pannelli e delle string-box per ogni power station e sottocampo.

Suddivisione stringhe e string box																	
Sottocampo	Nome power station	numero strutture	tipo strutture	n. pannelli per struttura	n. pannelli totali	Potenza pannello W	Potenza di picco MWp	n. stringhe	pannelli per stringa	Pannelli Tot	n. stringhe	pannelli per stringa	Pannelli Tot	Pannelli stringhe	string box	string box	Totale string box
								Tipo S1	Tipo S1	Tipo S1	Tipo S2	Tipo S2	Tipo S2		S1	S2	
A	PS-A	116,00	inseguimento	56,00	6.496,00	570	3,70	129,00	24,00	3.096,00	136,00	25,00	3.400,00	6.496,00	5,00	5,00	10,00
B	PS-B	94,00	inseguimento	56,00	5.264,00	570	3,00	111,00	24,00	2.664,00	104,00	25,00	2.600,00	5.264,00	4,00	4,00	8,00
C	PS-C	161,00	inseguimento	56,00	9.016,00	570	5,14	184,00	24,00	4.416,00	184,00	25,00	4.600,00	9.016,00	7,00	7,00	14,00
D1	PS-D1	94,00	fisse	56,00	5.264,00	570	3,00	111,00	24,00	2.664,00	104,00	25,00	2.600,00	5.264,00	4,00	4,00	8,00
D2	PS-D2	94,00	fisse	56,00	5.264,00	570	3,00	111,00	24,00	2.664,00	104,00	25,00	2.600,00	5.264,00	4,00	4,00	8,00
D3	PS-D3	157,00	inseguimento	56,00	8.792,00	570	5,01	183,00	24,00	4.392,00	176,00	25,00	4.400,00	8.792,00	7,00	6,00	13,00
D4	PS-D4	101,00	fisse	56,00	5.656,00	570	3,22	119,00	24,00	2.856,00	112,00	25,00	2.800,00	5.656,00	4,00	4,00	8,00
D5	PS-D5	157,00	inseguimento	56,00	8.792,00	570	5,01	183,00	24,00	4.392,00	176,00	25,00	4.400,00	8.792,00	7,00	6,00	13,00
D6	PS-D6	157,00	inseguimento	56,00	8.792,00	570	5,01	183,00	24,00	4.392,00	176,00	25,00	4.400,00	8.792,00	7,00	6,00	13,00
D7	PS-D7	190,00	inseguimento	56,00	10.640,00	570	6,06	210,00	24,00	5.040,00	224,00	25,00	5.600,00	10.640,00	7,00	8,00	15,00
D8	PS-D8	95,00	fisse	56,00	5.320,00	570	3,03	105,00	24,00	2.520,00	112,00	25,00	2.800,00	5.320,00	4,00	4,00	8,00
D9	PS-D9	190,00	inseguimento	56,00	10.640,00	570	6,06	210,00	24,00	5.040,00	224,00	25,00	5.600,00	10.640,00	7,00	8,00	15,00
<b>TOTALI</b>		<b>1.606,00</b>			<b>89.936,00</b>			<b>51,26</b>							<b>67,00</b>	<b>66,00</b>	<b>133,00</b>

Tabella 4.1 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 trasformazione 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.

Sono previste tre linee separate aventi le seguenti caratteristiche:

- Linea L1 per una lunghezza totale di 10.336,25 ml;
- Linea L2 per una lunghezza totale di 9.311,79 ml.
- Linea L3 per una lunghezza totale di 8.766,56 ml.

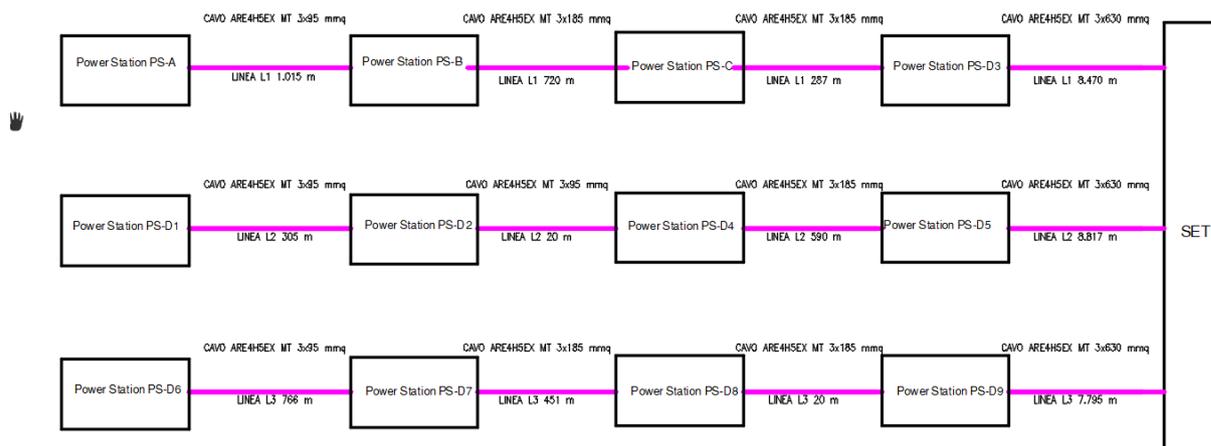


Figura 4.3 schema di collegamento MT

In fase di progetto esecutivo potrebbero essere riviste le tipologie e le sezioni dei cavi da installare in base alle disponibilità di mercato.

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

## 4.2. IMPIANTI DI RETE E DI UTENZA PER LA CONNESSIONE

Da STMG trasmessa da Terna s.p.a. con nota del 19/03/2021 cod. prat. 202002195 la connessione dell'impianto avverrà in antenna a 220kV su nuova stazione elettrica di smistamento 220kV della RTN, da inserire in entra-esce su entrambe le terne della linea RTN a 220kV "Partinico-Partanna".

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 220 kV interrato da collegare con lo stallo di consegna da un lato e con lo stallo 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.

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

- Stazione Elettrica di trasformazione 30/220 kV, proprietà di Falck Renewables Sicilia s.r.l.: La Stazione Elettrica di trasformazione 30/220 kV convoglia l'energia prodotta dall'impianto attraverso dei collegamenti a 30 kV ed effettua la trasformazione alla tensione nominale di 220 kV. La SE Falck Renewables Sicilia s.r.l. sarà collegata direttamente al sistema di sbarre comuni con altri produttori;
- Sistema di sbarre comuni con altri produttori con stallo di consegna: si prevede la realizzazione di uno stallo uscita linea 220kV per l'interconnessione in cavo AAT verso la nuova stazione elettrica della RTN;
- Cavo AAT: Collegamento in cavidotto interrato a 220 kV tra lo stallo di consegna e la nuova stazione elettrica della RTN.

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

- Nuova stazione elettrica di smistamento 220kV della RTN, da inserire in entra-esce su entrambe le terne della linea RTN a 220kV "Partinico-Partanna" e relativi raccordi di collegamento alle linee esistenti.

A servizio dell'impianto fotovoltaico in oggetto si è previsto di realizzare un opportuno sistema di accumulo elettrochimico ("storage") della potenza di 10MW. Si rimanda alla relazione sulle opere di connessione per una trattazione più approfondita di tali opere.

#### 4.2.1. Ubicazione degli impianti per la connessione

La connessione alla RTN verrà realizzata nell'area prossima all'elettrodotto 220kV "Partinico-Partanna" in contrada Volta di Falce del Comune di Monreale (PA) in adiacenza alla strada provinciale n° 46.

L'area è individuata al N.C.T. del Comune di Monreale (PA) al Foglio di Mappa n. 155.

Per la scelta del sito di ubicazione e l'individuazione del lay-out dei nuovi impianti sono stati considerati i seguenti obiettivi:

- Ottimizzazione dei costi e riduzione dell'impatto ambientale dei collegamenti tra la stazione di trasformazione, l'ubicazione dell'impianto e la stazione TERNA.
- Ottimizzazione dei costi e riduzione dell'impatto ambientale della stazione di trasformazione.
- Ottimizzazione dell'area in funzione dell'uso (facilità di accesso, presenza di infrastrutture di servizio, minimizzazione delle opere di predisposizione, ecc.).

## **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 preliminarmente 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 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 50675:2014+A1:2016
Classe:	C <sub>ca</sub> 53, 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 fisici e meccanici:	CEI 20-13
Gas corrosivi o alogenidrici:	EN 50267-2-1
Direttiva Bassa Tensione:	2014/35/UE
Direttiva RoHS:	2011/65/UE



Figura 5.2 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:

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

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°
			4	3	2						
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
<b>NOTE</b> 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 1mm <sup>2</sup> è solo per riferimento. 5. La sezione (nominale) 50 mm <sup>2</sup> corrisponde ad una sezione effettiva di 47,5 mm <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup> .		Sezione mm <sup>2</sup>	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 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:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot L \quad \text{per corrente continua}$$

$$\Delta U = 2 \cdot (R \cdot \cos \phi_i + X \cdot \sin \phi_i) \cdot I_n \cdot L \quad \text{per corrente alternata}$$

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 $\Delta U$			
	Corrente continua	Corrente alternata		Corrente alternata trifase			
				$\cos \varphi 1$	$\cos \varphi 0,9$	$\cos \varphi 0,8$	$\cos \varphi 0,7$
mm <sup>2</sup>	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am
1	22,5		0,125	39	35,2	31,3	27,4
1,5	15,1		0,118	20,1	23,0	21	18,45
2,5	9,08		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	1,08	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 5.2 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 all'inverter e dagli inverter alla cabina di trasformazione.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei calcoli effettuati.

Calcolo cavi elettrici BT		
<b>corrente continua</b>		Pannelli-Sring box
<b>P</b>	14,25	Kw
<b>V</b>	1500	V
<b>Cosfi</b>		
<b>In</b>	9,50	A
<b>L</b>	200	Lunghezza tratto
<b>Criterio carico termico</b>		
<b>Tipoogia</b>	A	
<b>sezione</b>	6	mmq
<b>Portata max cavo</b>	41	A
<b>esito criterio</b>	verifica	
<b>Criterio max caduta di tensione</b>		
<b>K</b>	3,78	da tabella
<b>Delta V</b>	14,364	V
<b>percentuale caduta</b>	0,9576	%
<b>% massima accettabie</b>	4	
<b>esito criterio</b>	verifica	

Calcolo cavi elettrici BT		
<b>corrente continua</b>		string box-power station
<b>P</b>	384,75	Kw
<b>V</b>	1500	V
<b>Cosfi</b>		
<b>In</b>	256,50	A
<b>L</b>	150	Lunghezza tratto
<b>Criterio carico termico</b>		
<b>Tipoogia</b>	A	
<b>sezione</b>	120	mmq
<b>Portata max cavo</b>	269	A
<b>esito criterio</b>	verifica	
<b>Criterio max caduta di tensione</b>		
<b>K</b>	0,19	da tabella
<b>Delta V</b>	14,6205	V
<b>percentuale caduta</b>	0,9747	%
<b>% massima accettabie</b>	4	
<b>esito criterio</b>	verifica	

Calcolo cavi elettrici BT		
<b>corrente continua</b>		string box-power station
<b>P</b>	384,75	Kw
<b>V</b>	1500	V
<b>Cosfi</b>		
<b>In</b>	256,50	A
<b>L</b>	250	Lunghezza tratto
<b>Criterio carico termico</b>		
<b>Tipoogia</b>	A	
<b>sezione</b>	185	mmq
<b>Portata max cavo</b>	300	A
<b>esito criterio</b>	verifica	
<b>Criterio max caduta di tensione</b>		
<b>K</b>	0,124	da tabella
<b>Delta V</b>	15,903	V
<b>percentuale caduta</b>	1,0602	%
<b>% massima accettabie</b>	4	
<b>esito criterio</b>	verifica	

Calcolo cavi elettrici BT		
<b>corrente continua</b>		string box-power station
<b>P</b>	384,75	Kw
<b>V</b>	1500	V
<b>Cosfi</b>		
<b>In</b>	256,50	A
<b>L</b>	370	Lunghezza tratto
<b>Criterio carico termico</b>		
<b>Tipoogia</b>	A	
<b>sezione</b>	240	mmq
<b>Portata max cavo</b>	415	A
<b>esito criterio</b>	verifica	
<b>Criterio max caduta di tensione</b>		
<b>K</b>	0,0942	da tabella
<b>Delta V</b>	17,8801	V
<b>percentuale caduta</b>	1,192007	%
<b>% massima accettabie</b>	4	
<b>esito criterio</b>	verifica	

Tabella 5.3 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 consegna dell'energia prodotta 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.

La sezione dei cavi di collegamento tra l'impianto di produzione e il punto di consegna 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

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

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.

Il cavo per le linee interrato sarà del tipo ARE4H5EX avente le seguenti caratteristiche:

- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso
- Isolamento: polietilene reticolato DIX8
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo
- Schermo: nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale
- Guaina: Polietilene, qualità DMP2
- Colore: rosso
- Tensione nominale d'esercizio: U0/U 16/30 KV
- Temperature d'esercizio: -15°/+90°C

## ARE4H5EX COMPACT

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV  
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV



**Norma di riferimento**  
HD 620/IEC 60502-2

**Descrizione del cavo**

**Anima**

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

**Semiconduttivo interno**

Mescola estrusa

**Isolante**

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

**Semiconduttivo esterno**

Mescola estrusa

**Rivestimento protettivo**

Nastro semiconduttore igroespandente

**Schermatura**

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale  
( $R_{max} 3\Omega/Km$ )

**Guaina**

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

**Marcatura**

PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5EX <tensione> <sezione>  
<fase 1/2/3> <anno>

(\*\*) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro

Marcatura metrica ad inchiostro

**Standard**

HD 620/IEC 60502-2

**Cable design**

**Core**

Compact stranded aluminium conductor

**Inner semi-conducting layer**

Extruded compound

**Insulation**

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

**Outer semi-conducting layer**

Extruded compound

**Protective layer**

Semiconductive watertight tape

**Screen**

Aluminium tape longitudinally applied  
( $R_{max} 3\Omega/Km$ )

**Sheath**

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

**Marking**

PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5EX <rated voltage> <cross-section>  
<phase 1/2/3> <year>

(\*\*) production site label

Embossed marking each meter

Ink-jet meter marking

Figura 5.3 Cavo MT interrato con norme di riferimento

### 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 scavi sarà di 1.20 m di profondità per far si che l'estradosso dei cavi sia sempre a profondità maggiore a 1.00 m dal piano stradale. Prima della posa del cavo MT 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 collocato 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 0.60 m a 1.20 m.

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

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

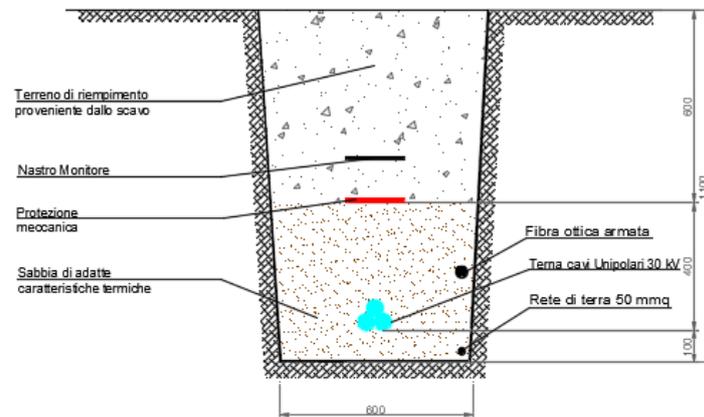


Figura 5.4 Sezione tipo di scavo su terreno agricolo

5.2.4. 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 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

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.

#### 5.2.5. Calcoli elettrici cavidotti

Si è verificato che le cadute di portata per tutte le singole tratte siano contenute entro il 2% ' e entro il 2,5% 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 (30kV).

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

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

Dove:

- I<sub>0</sub> = 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		tratto	tratto	tratto	tratto
Dati di progetto		da PS-A a PS-B	da PS-B a PS-C	da PS-C a PS-D3	PS_D3- SET
P	Kw	3.000	6.000	11.000	16.000
V	V	30.000	30.000	30.000	30.000
Cosfi		0,96	0,96	0,96	0,96
In	A	60,1	120,3	220,5	320,8
Lunghezza tratto	m	1.015	720	287	8.470
Tipologia		ARE4H5EX	ARE4H5EX	ARE4H5EX	ARE4H5EX
sezione cavo	mmq	95	185	185	630
<b>Criterio carico termico</b>					
Portata nominale cavo I <sub>0</sub>	A	229	324	324	700
numero terne adiacenti		2	2	2	3
Fattore correttivo K		0,82944	0,82944	0,82944	0,73728
Portata massima cavo	A	189,94	268,74	268,74	516,10
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
<b>Criterio max perdita di carico</b>					
Resistenza elettrica	da tabella	0,411	0,211	0,211	0,0625
Reattanza	da tabella	0,14	0,12	0,12	0,11
K		0,751	0,409	0,409	0,157
Delta V	V	45,9	35,4	25,9	427,3
percentuale caduta	%	0,153	0,118	0,086	1,424
% massima accettabile	%	2	2	2	2
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
<b>Caduta totale linea</b>					
Caduta totale linea	V	534,421			
% caduta totale linea	%	1,781			
% caduta accettabile totale linea	%	2			
esito criterio				verifica	

Calcolo cavi elettrici MT					
linea L2		tratto	tratto	tratto	tratto
Dati di progetto		da PS-D1 a PS-D2	da PS-D2 a PS-D4	da PS-D4 a PS-D5	da PS-D5 a SET
P	Kw	3.000	6.000	9.000	14.000
V	V	30.000	30.000	30.000	30.000
Cosfi		0,96	0,96	0,96	0,96
In	A	60,1	120,3	180,4	280,7
Lunghezza tratto	m	305	20	590	8.817
Tipologia		ARE4H5EX	ARE4H5EX	ARE4H5EX	ARE4H5EX
sezione cavo	mmq	95	95	185	630
<b>Criterio carico termico</b>					
Portata nominale cavo I <sub>0</sub>	A	229	229	324	700
numero terne adiacenti		2	2	2	3
Fattore correttivo K		0,82944	0,82944	0,82944	0,73728
Portata massima cavo	A	189,94	189,94	268,74	516,10
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
<b>Criterio max perdita di carico</b>					
Resistenza elettrica	da tabella	0,411	0,411	0,211	0,0625
Reattanza	da tabella	0,14	0,14	0,12	0,11
K		0,751	0,751	0,409	0,157
Delta V	V	13,8	1,8	43,5	389,2
percentuale caduta	%	0,046	0,006	0,145	1,297
% massima accettabile	%	2	2	2	2
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
<b>Caduta totale linea</b>					
Caduta totale linea	V	448,290			
% caduta totale linea	%	1,494			
% caduta accettabile totale linea	%	2			
esito criterio			verifica		

Calcolo cavi elettrici MT					
linea L3		tratto	tratto	tratto	tratto
Dati di progetto		da PS-D6 a PS-D7	da PS-D7 a PS-D8	da PS-D8 a PS-D9	PS-D9 - SET
P	Kw	5.000	11.000	14.000	20.000
V	V	30.000	30.000	30.000	30.000
Cosfi		0,96	0,96	0,96	0,96
In	A	100,2	220,5	280,7	400,9
Lunghezza tratto	m	766	451	20	7.795
Tipologia		ARE4H5EX	ARE4H5EX	ARE4H5EX	ARE4H5EX
sezione cavo	mmq	95	185	185	630
<b>Criterio carico termico</b>					
Portata nominale cavo I <sub>0</sub>	A	229	324	324	700
numero terne adiacenti		2	3	3	3
Fattore correttivo K		0,82944	0,73728	0,73728	0,73728
Portata massima cavo	A	189,94	238,88	238,88	516,10
esito criterio		verifica	verifica	non verifica	verifica
<b>Criterio max perdita di carico</b>					
Resistenza elettrica	da tabella	0,411	0,211	0,211	0,0625
Reattanza	da tabella	0,14	0,12	0,12	0,11
K		0,751	0,409	0,409	0,157
Delta V	V	57,7	40,7	2,3	491,5
percentuale caduta	%	0,192	0,136	0,008	1,638
% massima accettabile	%	2	2	2	2
esito criterio		verifica	verifica	verifica	verifica
<b>Caduta totale linea</b>					
Caduta totale linea	V	592,161			
% caduta totale linea	%	1,974			
% caduta accettabile totale linea	%	2			
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/MT.

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 analogha 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 MT 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 dei principali componenti**

### **preliminari**

# Tiger Pro N-type 72HL4-BDV 550-570 Watt BIFACIAL MODULE WITH DUAL GLASS

## N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

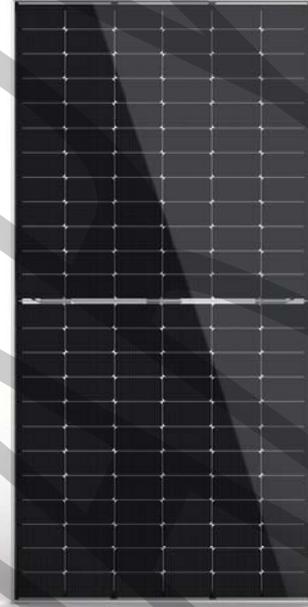
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



## Key Features



### SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



### Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.



### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

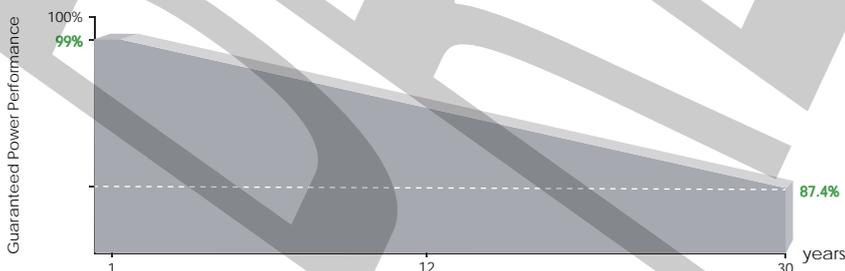


### Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

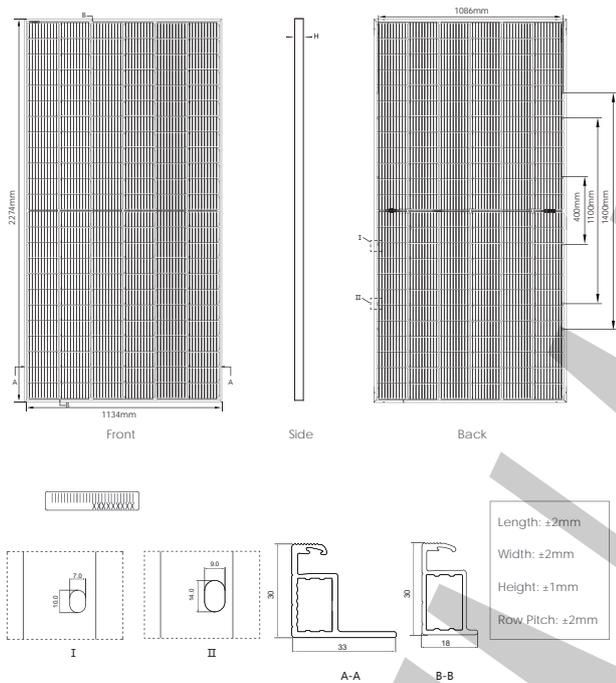


12 Year Product Warranty

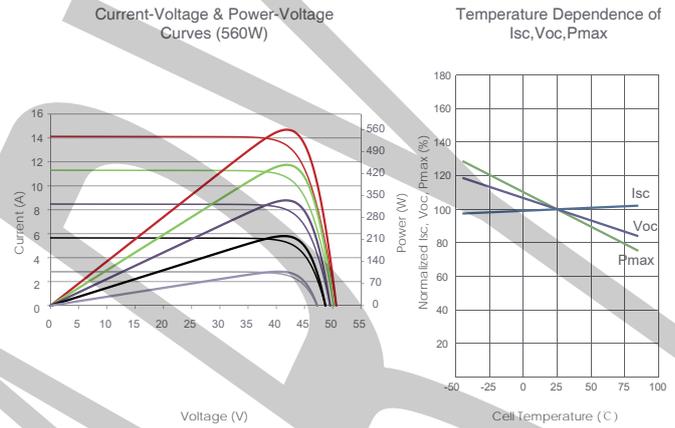
30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

## Engineering Drawings



## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2274×1134×30mm (89.53×44.65×1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

## Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

35pcs/pallets, 70pcs/stack, 700pcs/ 40'HQ Container

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM550N-72HL4-BDV		JKM555N-72HL4-BDV		JKM560N-72HL4-BDV		JKM565N-72HL4-BDV		JKM570N-72HL4-BDV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	550Wp	410Wp	555Wp	414Wp	560Wp	418Wp	565Wp	421Wp	570Wp	425Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.58V	38.51V	41.77V	38.71V	41.95V	38.88V	42.14V	39.04V	42.32V	39.21V
Maximum Power Current (Imp)	13.23A	10.65A	13.29A	10.69A	13.35A	10.74A	13.41A	10.79A	13.47A	10.84A
Open-circuit Voltage (Voc)	50.27V	47.45V	50.46V	47.63V	50.64V	47.80V	50.83V	47.98V	51.01V	48.15V
Short-circuit Current (Isc)	14.01A	11.32A	14.07A	11.36A	14.13A	11.41A	14.19A	11.46A	14.25A	11.51A
Module Efficiency STC (%)	21.33%		21.52%		21.72%		21.91%		22.10%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

## BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

5%	Maximum Power (Pmax)	578Wp	583Wp	588Wp	593Wp	599Wp
	Module Efficiency STC (%)	22.39%	22.60%	22.80%	23.01%	23.21%
15%	Maximum Power (Pmax)	633Wp	638Wp	644Wp	650Wp	656Wp
	Module Efficiency STC (%)	24.53%	24.75%	24.97%	25.20%	25.42%
25%	Maximum Power (Pmax)	715Wp	722Wp	728Wp	735Wp	741Wp
	Module Efficiency STC (%)	27.73%	27.98%	28.23%	28.48%	28.74%

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

DC-CMB-U10-16 / DC-CMB-U10-24 / DC-CMB-U10-32 /  
DC-CMB-U15-16 / DC-CMB-U15-24 / DC-CMB-U15-32



## Robust

- Stable housing made of glass-fiber-reinforced polyester
- Indoor and outdoor installation possible thanks to IP54 degree of protection

- Can be operated at ambient temperatures of  $-25^{\circ}\text{C}$  to  $60^{\circ}\text{C}$  and at altitudes of up to 4000 m above MSL

## Easy to Use

- Easy to install thanks to its compact structure and low weight
- Integrated DC load-break switch for ultra-high safety

## Versatile

- For PV array voltages of 1000 V and 1500 V
- Collection and safeguarding of 16, 24 or 32 strings for flexibility during the system design phase

## SMA STRING-COMBINER

For safe collection of all strings in the PV field

The boxes can be installed quickly, safely and easily both indoors and outdoors thanks to their compact dimensions, while their robust enclosure guarantees durability and reliable safety in the PV field. The SMA String-Combiners with 24 and 32 string inlets are fitted with two cable outlets per pole as standard and cover – just like the Combiner with 16 string inlets – a sealing range of 17 to 38.5 millimeters. Cables with cross-sections of 70 to 400 mm<sup>2</sup> can be inserted.

# SMA STRING-COMBINER

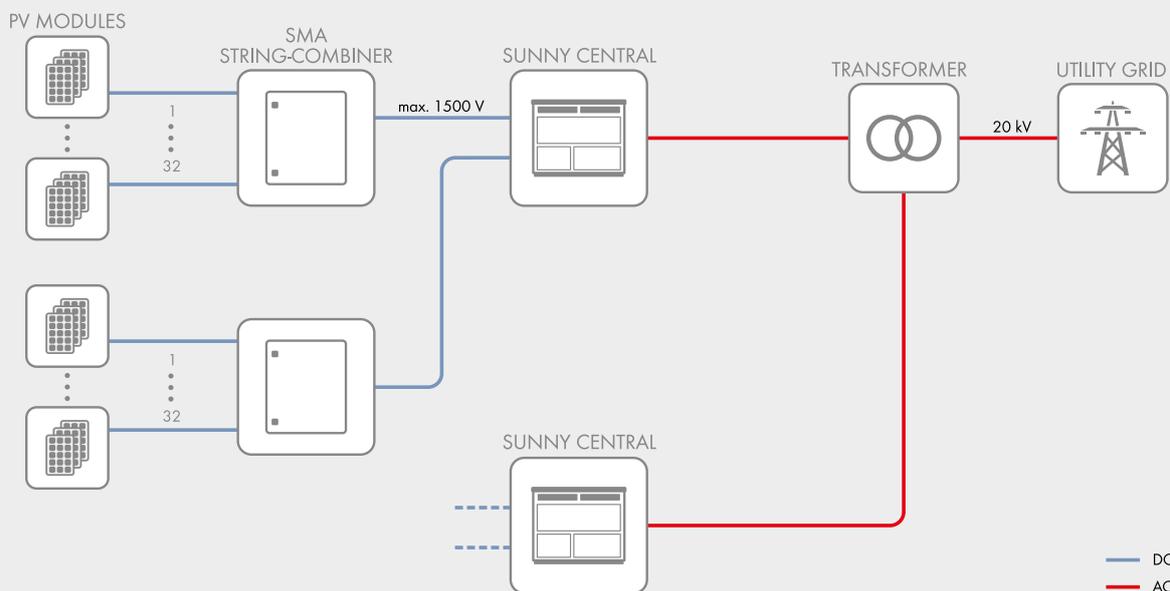
## for 1000 V<sub>DC</sub> systems

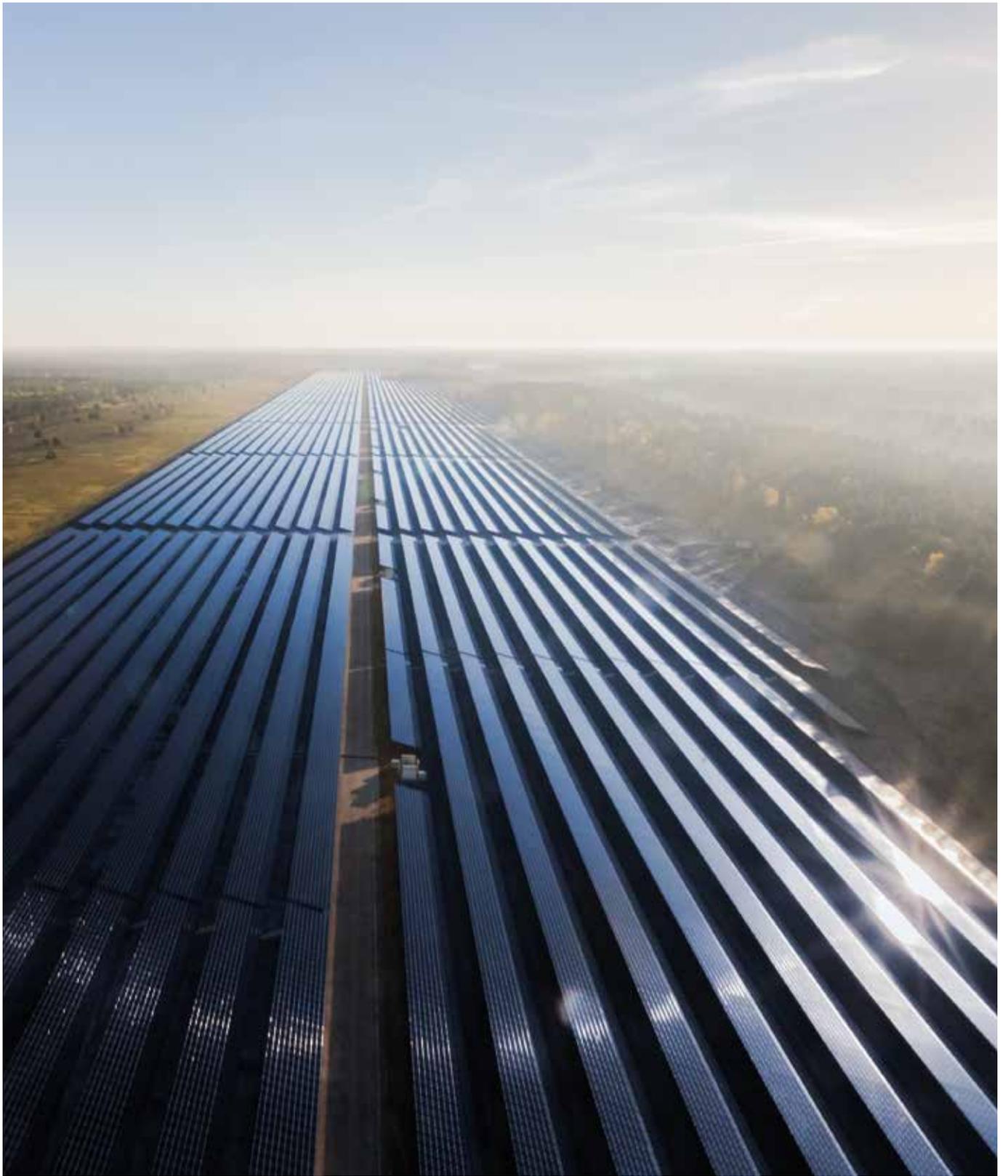
Technical Data	DC-CMB-U10-16	DC-CMB-U10-24	DC-CMB-U10-32
<b>Input (DC)</b>			
Rated voltage	1000 V	1000 V	1000 V
Altitude derating (rated voltage)	2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m 3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m		
Number of string inputs / fuse holders per pole	16	24	32
Rated current	13.75 A	12.5 A	12.5 A
Fuse type*	10.3 x 38 - 1000 VDC - gPV		
String connection	Connection to the fuse holder		
Sealing range of cable gland	5 mm to 8 mm		
<b>Output (DC)</b>			
Rated current	220 A	300 A	360 A
Temperature derating (rated current)	>50°C operating temperature = reduction by 1% per K		
DC switch (load-break switch)	250 A / 1000 V	400 A / 1000 V	400 A / 1000 V
Surge arrester	Type 2, I <sub>n</sub> = 15 kA; I <sub>max</sub> = 40 kA		
DC output	Busbar (ring terminal lug M12)		
Number of DC outputs	1	1 / 2	1 / 2
Conductor cross-section	Busbar 70 mm <sup>2</sup> to 400 mm <sup>2</sup>		
Sealing range of cable glands	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm
<b>Enclosure / Ambient Parameters</b>			
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated
Enclosure material	Glass-fiber reinforced plastic / UV-resistant		
Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included	550 / 650 / 260 mm (21.65 / 25.59 / 10.24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23.23 / 31.10 / 11.22 inch)
Max. weight	24.2 kg (53.5 lb)	27.4 kg (60.5 lb)	34 kg (75 lb)
Protection class (according to IEC 61140)	II	II	II
Mounting type	Wall mounting		
Ambient temperature in operation / during storage	-25°C to +60°C / -40°C to +70°C		
Relative humidity	0% to 95%, non-condensing		
Max. altitude above MSL	4000 m	4000 m	4000 m
<b>Standards</b>			
Compliance	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* accessory required			

# SMA STRING-COMBINER for 1500 V<sub>DC</sub> systems

Technical Data	DC-CMB-U15-16	DC-CMB-U15-24	DC-CMB-U15-32
<b>Input (DC)</b>			
Rated voltage	1500 V	1500 V	1500 V
Altitude derating (rated voltage)	2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m 3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m		
Number of string inputs / fuse holders per pole	16	24	32
Rated current	17.2 A	13.75 A	10.31 A
Fuse type*	10.3 x 85 - 1500 VDC - gPV		
String connection	Connection to the fuse holder		
Sealing range of cable gland	5 mm to 8 mm		
<b>Output (DC)</b>			
Rated current	275 A	330 A	330 A
Temperature derating (rated current)	>50°C operating temperature = reduction by 1% per K		
DC switch (load-break switch)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Surge arrester	Type 2, I <sub>n</sub> = 15 kA; I <sub>max</sub> = 40 kA		
DC output	Busbar (ring terminal lug M12)		
Number of DC outputs	1	1 / 2	1 / 2
Conductor cross-section	Busbar 70 mm <sup>2</sup> to 400 mm <sup>2</sup>		
Sealing range of cable glands	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm
<b>Enclosure / Ambient Parameters</b>			
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated
Enclosure material	Glass-fiber reinforced plastic / UV-resistant		
Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included	550 / 650 / 260 mm (21.65 / 25.59 / 10.24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23.23 / 31.10 / 11.22 inch)
Max. weight	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Protection class (according to IEC 61140)	II	II	II
Mounting type	Wall mounting		
Ambient temperature in operation / during storage	-25°C to +60°C / -40°C to +70°C		
Relative humidity	0% to 95%, non-condensing		
Max. altitude above MSL	4000 m	4000 m	4000 m
<b>Standards</b>			
Compliance	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* accessory required			

## SYSTEM EXAMPLE





# MV POWER STATION

4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 5800 / 6000



MVPS 4400-20 / MVPS 4950-20 / MVPS 5000-20 / MVPS 5500-20 / MVPS 5800-20 / MVPS 6000-20



## Robust

- Station and all individual components type-tested
- Optimally suited to extreme ambient conditions

## Easy to Use

- Plug and play concept
- Walk-in control rooms
- Completely pre-assembled for easy set-up and commissioning

## Cost-Effective

- Easy planning and installation
- Low transport costs due to 40-foot container

## Flexible

- Global solution for international markets
- Numerous options
- Compatible with MVPS 2200 – MVPS 3000

## MV POWER STATION 4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 5800 / 6000

Turnkey Solution for PV Power Plants

With the double power of the new robust central inverters, the Sunny Central or Sunny Central Storage, and with perfectly adapted medium-voltage components, the new MV Power Station offers even more power density and is a turnkey solution available worldwide. The solution is the ideal choice for new generation PV power plants operating at 1500 V<sub>DC</sub>. Delivered pre-configured in a 40-foot container, the solution is easy to transport and quick to assemble and commission. The MVPS and all components are type-tested. The MV Power Station combines rigorous plant safety with maximum energy yield and minimized deployment and operating risk.

# MV POWER STATION

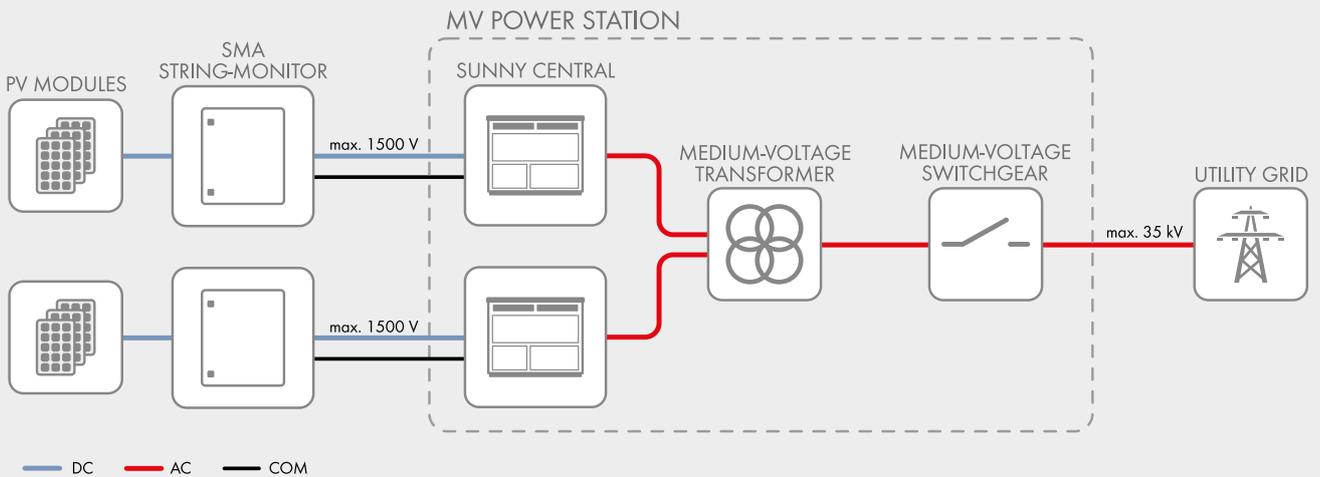
## 4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 5800 / 6000

Technical Data	MV Power Station 4400	MV Power Station 4950
<b>Input (DC)</b>		
Available inverters	2 x SC 2200 or 2 x SCS 2200	2 x SC 2475 or 2 x SCS 2475
Max. input voltage	1100 V	1100 V
Max. input current	2 x 3960 A	2 x 3960 A
Number of DC inputs	2 x 24 double pole fused (2 x 32 single pole fused)	
Integrated zone monitoring	○	○
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
<b>Output (AC) on the medium-voltage side</b>		
Standard power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at -25°C to 35°C / at 40°C / at 45°C) <sup>1)</sup>	4400 kVA / 4000 kVA / 0 kVA	4950 kVA / 4500 kVA / 0 kVA
Optionale power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at -25°C to 35°C / at 50°C / at 55°C) <sup>1)</sup>	4400 kVA / 4000 kVA / 0 kVA	4950 kVA / 4500 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11y11 / YNd11d11	● / ○	● / ○
Transformer cooling methods ONAF <sup>2)</sup> / KNAF <sup>2)</sup>	● / ○	● / ○
Max. output current at 33 kV	78 A	87 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	3.9 kW / 2.8 kW	4.0 kW / 3.1 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	37.5 kW / 37.5 kW	37.5 kW / 37.5 kW
Max. total harmonic distortion	< 3%	< 3%
Reactive power feed-in	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
<b>Inverter efficiency</b>		
Max. efficiency <sup>3)</sup>	98.6%	98.6%
European efficiency <sup>3)</sup>	98.4%	98.4%
CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	98.0%	98.0%
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	DC load-break switch
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester type I	Surge arrester type I
Galvanic isolation	●	●
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	IAC A 20kA 1 s
<b>General Data</b>		
Dimensions of the 40-foot High Cube ISO container (W / H / D) <sup>5)</sup>	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm
Weight	< 26 t	< 26 t
Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>	< 16.2 kW / < 3.6 kW / < 4.0 kW	< 16.2 kW / < 3.6 kW / < 4.0 kW
Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>	< 600 W	< 600 W
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP65	
Environment: standard / chemically active / dusty	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Maximum permissible value for relative humidity	15% to 95%	15% to 95%
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m / 3000 m / 4000	● / ○ / ○ / ○ (earlier temperature-dependent de-rating)	
Fresh air consumption of inverter and transformer	20000 m <sup>3</sup> /h	20000 m <sup>3</sup> /h
<b>Features</b>		
DC terminal	Terminal lug	Terminal lug
AC connection	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug
Tap changer for MV-transformer: without / with	● / ○	● / ○
Shield winding for MV-Transformer: without / with	● / ○	● / ○
Communication package	○	○
Station enclosure color	RAL 7004	RAL 7004
Transformer for external loads: without / 30 kVA / 40 kVA / 50 kVA / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Medium-voltage switchgear: without / 2 feeders / 3 feeders	● / ○ / ○	● / ○ / ○
1 or 2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200		
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Oil containment: without / with (integrated)	● / ○	● / ○
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC - Zertifikat, EN 50588-1	
● Standard features ○ Optional features – Not available		
Type designation	MVPS-4400-20	MVPS-4950-20

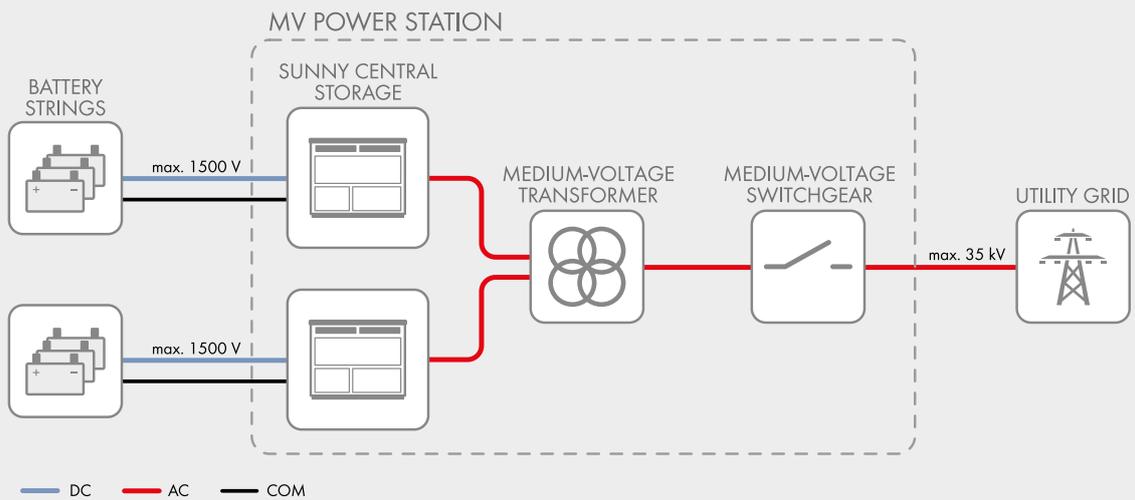
- 1) Data based on SC inverter. More details can be found in the datasheets of the inverters.
- 2) ONAF = Mineral oil with forced air cooling; KNAF = Organic oil with forced air cooling
- 3) Efficiency measured at inverter without internal power supply
- 4) Efficiency measured at inverter with internal power supply
- 5) Transport dimensions

MV Power Station 5000	MV Power Station 5500	MV Power Station 5800	MV Power Station 6000
2 x SC 2500-EV or 2 x SCS 2500-EV	2 x SC 2750-EV or 2 x SCS 2750-EV	2 x SCS 2900	2 x SC 3000-EV or 2 x SCS 3000-EV
1500 V	1500 V	1000 V	1500 V
2 x 3200 A	2 x 3200 A	2 x 3960 A	2 x 3200 A
	2 x 24 double pole fused (2 x 32 single pole fused)		
○	○	○	○
	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A		
5000 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5500 kVA / 5000 kVA / 0 kVA	5880 kVA / 5340 kVA / 0 kVA	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
5000 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5500 kVA / 5000 kVA / 0 kVA	5880 kVA / 5340 kVA / 0 kVA	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
88 A	97 A	102 A	105 A
4.0 kW / 3.1 kW	4.0 kW / 3.1 kW	4.3 kW / 3.2 kW	4.5 kW / 3.2 kW
37.5 kW / 37.5 kW	40.0 kW / 40.0 kW	42.0 kW / 42.0 kW	45.5 kW / 45.5 kW
< 3%	< 3%	< 3%	< 3%
○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power
1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
98.6%	98.7%	98.6%	98.8%
98.3%	98.6%	98.4%	98.6%
98.0%	98.5%	98.0%	98.5%
DC load-break switch	DC load-break switch	DC load-break switch	DC load-break switch
Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker
Surge arrester type I	Surge arrester type I	Surge arrester type I	Surge arrester type I
●	●	●	●
IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s
12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm
< 26 t	< 26 t	< 26 t	< 26 t
< 16.2 kW / < 3.6 kW / < 4.0 kW	< 16.2 kW / < 3.6 kW / < 4.0 kW	< 16.2 kW / < 3.6 kW / < 4.0 kW	< 16.2 kW / < 3.6 kW / < 4.0 kW
< 740 W	< 740 W	< 600 W	< 740 W
	Control rooms IP23D, inverter electronics IP65		
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%
	● / ○ / ○ / - (earlier temperature-dependent de-rating		
20000 m³/h	20000 m³/h	20000 m³/h	20000 m³/h
Terminal lug	Terminal lug	Terminal lug	Terminal lug
Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
○	○	○	○
RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076 , CSC - Zertifikat, EN 50588-1		
MVPS-5000-20	MVPS-5500-20	MVPS-5800-20	MVPS-6000-20

### System diagram with Sunny Central



### System diagram with Sunny Central Storage



CPR (UE) n° 305/11  
E<sub>ca</sub>

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/mm<sup>2</sup>

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  $U_0/U$ : 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/mm<sup>2</sup>

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 <sup>2</sup>	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 <sub>ca</sub> -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
<b>CE</b>	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/mm<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	Ω/km	kg/km					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

# ARE4H5EX COMPACT



Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV  
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

**Norma di riferimento**  
HD 620/IEC 60502-2

### Descrizione del cavo

#### Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

#### Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

#### Isolante

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

#### Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

#### Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igroespandente

#### Schermatura

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

#### Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

#### Marcatura

PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5EX <tensione> <sezione>  
<fase 1/2/3> <anno>

(\*\*) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro  
Marcatura metrica ad inchiostro

### Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

### Accessori idonei

#### Terminali

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

#### Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

**Standard**  
HD 620/IEC 60502-2

### Cable design

#### Core

Compact stranded aluminium conductor

#### Inner semi-conducting layer

Extruded compound

#### Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

#### Outer semi-conducting layer

Extruded compound

#### Protective layer

Semiconductive watertight tape

#### Screen

Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)

#### Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

#### Marking

PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5EX <rated voltage> <cross-section>  
<phase 1/2/3> <year>

(\*\*) production site label

Embossed marking each meter  
Ink-jet meter marking

### Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

### Suitable accessories

#### Terminations

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

#### Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)

TEMPERATURA FUNZIONAMENTO / OPERATING TEMPERATURE	TEMPERATURA CORTOCIRCUITO / SHORT-CIRCUIT TEMPERATURE	RIGIDO / RIGID
90°C	250°C	

## Condizioni di posa / Laying conditions

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

## ARE4H5EX COMPACT

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV  
 Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

### Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5EX

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

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

#### Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	28	1730	550
70	9,7	20,8	29	1940	570
95	11,4	22,1	30	2230	590
120	12,9	23,2	32	2510	630
150	14,0	24,3	33	2800	660
185	15,8	26,1	35	3260	700
240	18,2	28,5	37	3930	740
300	20,8	31,7	42	4730	820

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

50	186	175	134
70	230	214	164
95	280	256	197
120	323	291	223
150	365	325	250
185	421	368	283
240	500	427	328
300	578	483	371

#### Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	25,5	34	2480	680
70	9,7	25,6	34	2600	680
95	11,4	26,5	35	2860	700
120	12,9	27,4	36	3120	720
150	14,0	28,1	37	3390	740
185	15,8	29,5	38	3790	760
240	18,2	31,5	42	4440	820
300	20,8	34,7	45	5240	890

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

50	190	175	134
70	235	213	164
95	285	255	196
120	328	291	223
150	370	324	249
185	425	368	283
240	503	426	327
300	581	480	369