

TEAGRI SOLARE 1 S.r.l.

Galleria del Corso, n. 4

Milano 20122

P.Iva 03159970213

teagrisolare1@legalmail.it

Impianto AGROVOLTAICO - Fratta

PROGETTO DEFINITIVO



Coordinamento e progettazione:



In collaborazione con:



Progettisti:

Ing. M. Bertoneri - Ord. Ing. Prov. di Massa Carrara, n.669

sez.A

Collaboratori:

Ing. G. Castè

Ing. L. Corsini

TITOLO:

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
DEGLI ELEMENTI**

DATA:

02/2026

REVISIONE:

0

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

F R P P I 0 2 0 1

SCALA:

NA

FORMATO:

A4

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
3	INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	6
3.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE	6
3.2	LAYOUT DI IMPIANTO	6
3.2.1	Recinzione	7
3.2.2	Viabilità interna di servizio	8
4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
4.1	IMPIANTO DI MEDIA E BASSA TENSIONE	9
4.2	IMPIANTO DI MEDIA TENSIONE	10
5	DATI GENERALI DI IMPIANTO	11
5.1	DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	11
5.1.1	Descrizione delle opere	12
6	SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE.....	14
6.1	DESCRIZIONE CENTRALE FOTOVOLTAICA	14
6.2	PANNELLI FV	15
6.2.1	Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei pannelli per impianti fotovoltaici fissi...	15
6.2.2	Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico.....	15
6.2.3	Dati costruttivi dei pannelli identificati in progetto.....	16
6.3	CONTAINER BESS	19
6.4	POWER STATION CON INVERTER CENTRALIZZATO.....	20
6.4.1	Power Station	20
6.4.2	Inverter centralizzato	23
6.4.3	Trasformatore delle Power Station	26
6.5	QUADRI BT, MT E AT CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO	29
6.5.1	Quadro servizi ausiliari	30
6.6	CAVI DI POTENZA AT, MT E BT	30
6.6.1	Cavi AT	31
6.6.2	Cavi MT.....	33
6.6.3	Terminali cavi	37
6.6.4	Cavi BT	38
6.6.5	Cavi di stringa	41
6.7	PERFORMANCE D'IMPIANTO E MISURE DI IRRAGGIAMENTO.....	44

6.7.1	Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto	44
6.7.2	Valutazione delle prestazioni in energia	44
6.7.3	Valutazione delle prestazioni in potenza	45
6.8	NUOVI INDICATORI NORMALIZZATI DI PRESTAZIONI DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....	46
6.9	VERIFICA DELLE PRESTAZIONI IN CORRENTE CONTINUA DI UN GENERATORE FOTOVOLTAICO.....	46
6.9.1	Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei pannelli	47
6.10	RETE DI TERRA E SOVRATENSIONI IMPIANTO FOTOVOLTAICO	47
6.10.1	Sovratensioni.....	49
6.11	ARCHITETTURA E CARATTERISTICHE SCADA E TELECONTROLLO	49
6.11.1	Cavi di controllo e TLC	50
6.11.2	Monitoraggio ambientale	50
6.12	SISTEMA DI SICUREZZA E ANTINTRUSIONE	51
6.12.1	Impianti di illuminazione	52
7	DESCRIZIONE TECNICA DELLA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO	53
8	SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI.....	54
8.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	54
8.2	CARATTERIZZAZIONE GEOMETRICA STRUTTURE	54
8.3	MODULI FOTOVOLTAICI	55

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Localizzazione dell'area di progetto (fonte: Google Earth Pro)</i>	5
<i>Figura 2 - Tipico recinzione</i>	7
<i>Figura 3 - Tipico accesso</i>	8
<i>Figura 4-Datasheet pannello FV (1/2)</i>	17
<i>Figura 5-Datasheet pannello FV (2/2)</i>	18
<i>Figura 6-Scheda tecnica BESS (1/2)</i>	19
<i>Figura 7-Scheda tecnica BESS (2/2)</i>	20
<i>Figura 8-Datasheet PS (1/2)</i>	21
<i>Figura 9-Datasheet PS (2/2)</i>	22
<i>Figura 10-Scheda tecnica inverter centralizzato (1/2)</i>	24
<i>Figura 11-Scheda tecnica inverter centralizzato (2/2)</i>	25
<i>Figura 12-Dati tecnici trasformatore delle PS</i>	28
<i>Figura 13-Datasheet cavi 36 kV (1/2)</i>	32
<i>Figura 14- Datasheet cavi 36 kV (2/2)</i>	33
<i>Figura 15-Datasheet cavi 30 kV (1/4)</i>	35
<i>Figura 16-Datasheet cavi 30 kV (2/4)</i>	36
<i>Figura 17-Datasheet cavi 30 kV (3/4)</i>	37
<i>Figura 18-Terminazione cavi</i>	38
<i>Figura 19-Datasheet cavo BT ed AC (1/2)</i>	40
<i>Figura 20-Datasheet cavo BT ed AC (2/2)</i>	41
<i>Figura 21-Cavo BT DC (1/2)</i>	42
<i>Figura 22-Cavo BT DC (2/2)</i>	43
<i>Figura 23 - Modello strutturale</i>	56
<i>Figura 24 – Prospetto Modello strutturale e quotato</i>	56

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta il "Disciplinare descrittivo e prestazionale" di un **"impianto agrivoltaico"** per la produzione di energia elettrica da fonte solare denominato "Fratta" con potenza di picco (DC) pari a 22,38 MWp e potenza nominale di 22 MW, da realizzare nel Comune di Fratta Polesine (RO), e relative opere di connessione alla RTN, con interessamento per queste, oltre a Fratta Polesine (RO), anche dei Comuni di Villamarzana (RO), Rovigo (RO), Arquà Polesine (RO), Frassinelle Polesine (RO), Canaro (RO), Occhiobello (RO) e Ferrara (FE).

Ai sensi dell'art.4, co.1, lett. f) detto impianto si configura come un **"impianto ibrido"** giacché risulta combinato con un sistema di accumulo da 10 MW.

L'impianto è assoggettato alla procedura di Verifica di assoggettabilità a VIA di competenza delle Regioni e Provincie autonome ai sensi dell'Allegato IV, Punto 2, lett.d-ter) della Parte Seconda del D.Lgs. n.152/2006 (e ss.mm.ii.).

La presente relazione di progetto è incentrata sulle sole opere di utenza, comprese quelle necessarie per la connessione dell'impianto alla nuova SE.

In quanto alle opere RTN si rimanda alla documentazione di PTO relativa, rispettivamente, a una nuova Stazione Elettrica della RTN a 132/36 kV da inserire in entra – esce alle linee RTN a 132 kV "San Bellino – Rovigo ZI" e "Canaro – Rovigo RT" e al potenziamento/rifacimento della futura direttrice RTN a 132 kV "Monselice – Rovigo RT – Canaro – Canaro CP – Ferrara Nord" derivante dagli interventi del Piano di Sviluppo Terna sulle attuali linee "Padova RT – Rovigo RT" e "Rovigo RT – Ferrara RT"; nonché agli elaborati corrispondenti alle valutazioni ambientali e sul paesaggio correlati alla realizzazione di tali interventi.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

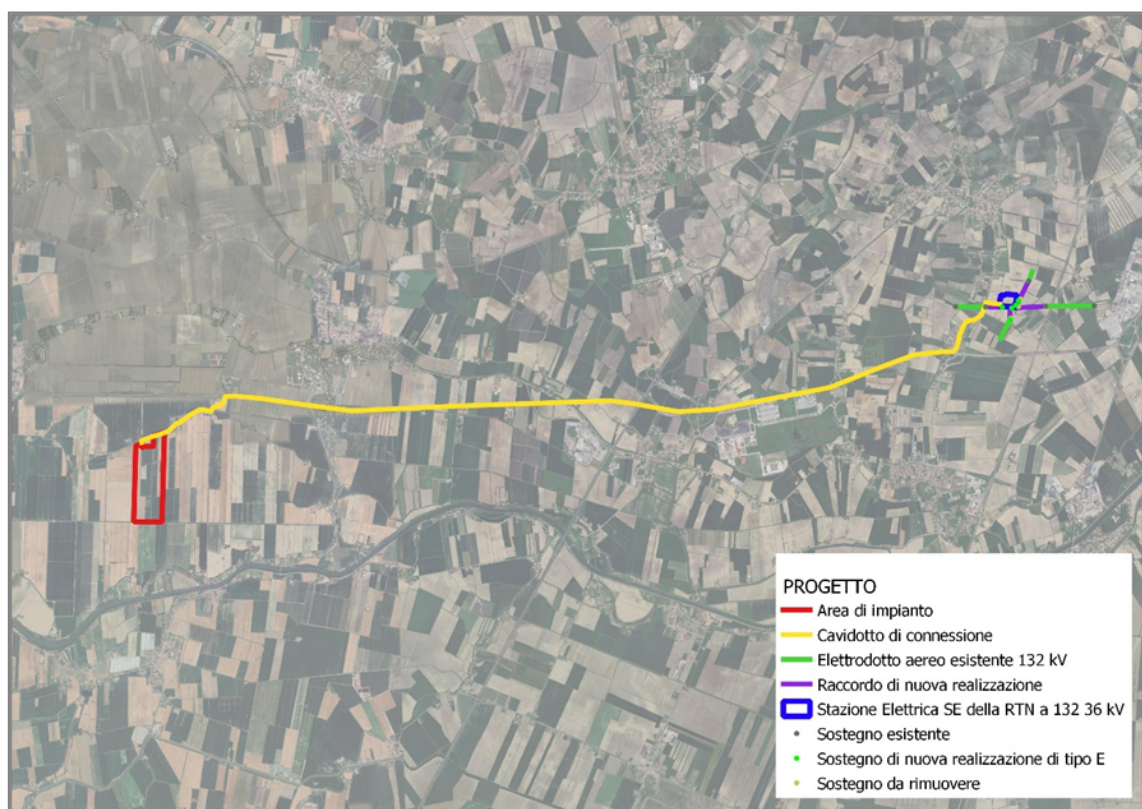
L'area di impianto del progetto in esame si collocherà nella porzione centro-ovest del comune di Fratta Polesine (RO), nel Veneto. Il cavidotto di connessione, invece, si collocherà nei comuni di Fratta Polesine, Villamarzana, Arquà Polesine e Rovigo; in quest'ultimo si collocheranno anche la SSE e le opere di connessione alla RTN. L'area di impianto si posiziona nella zona centro-occidentale della provincia di Rovigo, in prossimità del confine comunale tra Fratta Polesine e San Bellino e a ca. 1,9 km a sud-ovest dal centro abitato di Fratta Polesine. La superficie di impianto si posiziona in prossimità della frazione di San Bellino Nane di sotto e il centroide dell'impianto si posiziona alle generiche coordinate:

- $45^{\circ}00'48''$ N;
- $11^{\circ}36'37''$ E;

e ad un'altitudine media di ca 4 m s.l.m.

In Figura 1 si riporta un estratto tratto da Google Earth, che restituisce l'intervento di progetto e il contesto territoriale nel quale si colloca.

Figura 1 – Localizzazione dell'area di progetto (fonte: Google Earth Pro)



3 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

3.1 Criteri di progettazione

I criteri con cui è stata redatta la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- rispetto delle normative di pianificazione territoriale e urbanistica;
- analisi del PAI;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra fisso con tecnologia moduli bifacciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

3.2 Layout di impianto

Il layout di impianto è stato sviluppato secondo le seguenti "best practice" di progettazione:

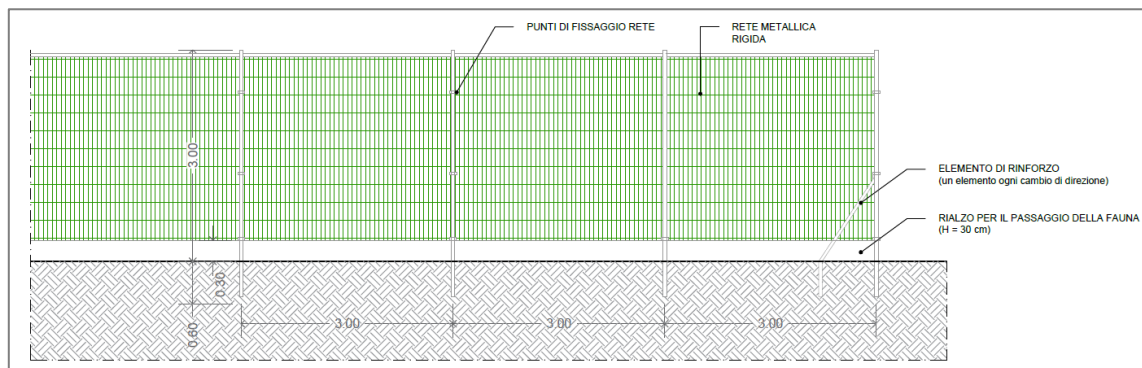
- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture di sostegno con geometria a matrice, in modo da ridurre i tempi di esecuzione;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in una fila verticale;
- interfila tra le schiere calcolate al fine di evitare fenomeni di ombreggiamento;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ad ostacoli esistenti;
- zona di rispetto al reticolo idrografico e ai vincoli all'interno delle fasce di rispetto;
- zona di rispetto agli elettrodotti.

3.2.1 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica, di tipo grigliato, piatto e leggero, a pali con plinti.

La recinzione verrà sollevata da terra di 30 cm per non ostacolare il passaggio della fauna locale e sarà priva di filo spinato e con i tiranti inseriti negli ultimi ordini delle maglie (non lateralmente) per evitare il ferimento degli animali. Sarà, inoltre, realizzata con elementi di minimo ingombro visivo e di colorazione coerente con il contesto paesistico. Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista la realizzazione di varchi di accesso; essi saranno costituiti ciascuno da un cancello pedonale e da un cancello carrabile per un agevole accesso all'area d'impianto.

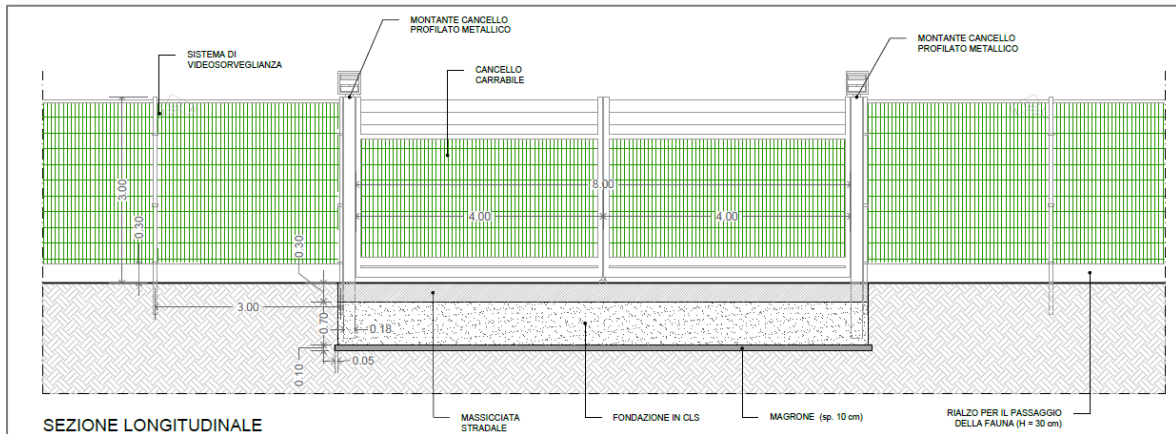
Figura 2 - Tipico recinzione



I cancelli di accesso all'impianto di nuova installazione sono costituiti da una parte carrabile e una parte pedonale. Per quanto riguarda la parte carrabile, il cancello prevede due ante con sezione di passaggio pari ad almeno 8 m di larghezza e 3,0 m di altezza. L'accesso pedonale prevede una sola anta di larghezza minima almeno 0,90 m e altezza 3,0 m. I montanti saranno realizzati con profilati metallici e dovranno essere marcati CE.

Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

Figura 3 - Tipico accesso



3.2.2 Viabilità interna di servizio

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico (larghezza carreggiata netta di ca. 4 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine.

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno con uno scotico del piano campagna di 0.3 m, fornitura e posa di uno strato di sottofondo di Tout-Venant di spessore pari a 0.20 m e dalla fornitura e posa in opera di inerti tipo ghiaia con pezzatura 12/22 mm, per uno spessore pari a 0.10.

4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

4.1 Impianto di media e bassa tensione

- CEI 0-21; V2/EC (2022-03 in vigore con aggiornamenti): Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI EN 60909-0 (2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- CEI 11-28 (1998-04) IIa Ed.: Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2/A1 (2019-03 in vigore con aggiornamenti:) Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 (2015-12): Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (2019-05): Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (2022-06): Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIIa Ed. (2021-08): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 60364-5-52 IIIa (2009): Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 (2016-09): Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 (2020-05): Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 (2020-05): Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 (2000-11 in vigore con aggiornamenti): Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439-1 (2022-03): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43(2018-02): Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).

- CEI 23-51 (2016-05): Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations.
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão.

4.2 Impianto di media tensione

- CEI 0-16 (2022-03 in vigore con aggiornamenti): Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti MT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI EN 61936-1 (2014-09 in vigore con aggiornamenti): Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17; V2 (2006-07 in vigore con aggiornamenti): Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027; V1 (in vigore con aggiornamenti): Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 15 kV.
- CEI 99-4 (2014-09): Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI EN 62271-100/AC (2022-05 in vigore con aggiornamenti): Apparecchiatura ad media tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI EN 62271-103 (2024-03): Apparecchiatura ad media tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 (2014): Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 15 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 (2019): Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

5 DATI GENERALI DI IMPIANTO

5.1 Dati generali dell'impianto

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di **22.377,6** kWp (in condizioni standard 1000W/m²) ed una potenza nominale pari a **22** MW.

L'impianto è così costituito:

- **n. 1 Cabina di Consegna (o Cabina Utente)**, posizionata adiacentemente all'area di impianto dedicata alle BESS (vedi layout di impianto). All'interno della cabina saranno presenti, oltre al trasformatore di servizio da 160 kVA 30.000/400 V, le apparecchiature di protezione del cavidotto di consegna proveniente dal campo e le celle MT di arrivo e partenza, una stanza ad uso ufficio ed un locale quadri AT per la consegna dell'energia a 36 kV, dopo il successivo aumento di tensione operato tramite un trasformatore elevatore esterno.
- **n. 5 Power Station con Inverter centralizzato da 4400 kVA** (marca SMA Sunny Central SC 4000 UP, con cabina di trasformazione MVPS 4400-S2 similari), avente la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 660 V, proveniente dall'inverter centralizzato interno ad essa, a media tensione (MT) 30.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla Cabina Utente. La Power Station è dotata di 26 input DC.
- **n. 31.080 pannelli fotovoltaici da 720 Wp** (marca Canadian Solar CS7N-720TB-AG o similare) installati su apposite strutture metalliche di tipo tracker con il sostegno fondato su pali infissi nel terreno;
- **n. 1 trasformatore elevatore con raffreddamento ONAN 36/30 kV**, posizionato nell'area BESS ed utile ad elevare la tensione dell'impianto da 30 kV a 36 kV (tensione di consegna), installato su binari che rendono il macchinario facilmente rimovibile.

L'impianto è completato da:

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

L'impianto sarà in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad esempio quadri di alimentazione, illuminazione, rete di trasmissione dati, ecc.).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi elettrici indispensabili e privilegiati verranno alimentati da uno o più generatori temporanei di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

I manufatti destinati a contenere gli inverter centralizzati, la cabina utente ed i locali ad uso ufficio e magazzino saranno del tipo container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso, come riportato negli elaborati di dettaglio.

5.1.1 Descrizione delle opere

A servizio dell'impianto fotovoltaico si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT (1,5/30 kV);
- Trasformazione dell'energia elettrica MT/AT (30/36 kV);
- Impianto di connessione alla rete elettrica AT (36 kV);
- Realizzazione di cabine di contenimento delle apparecchiature di media tensione per la ricezione delle condutture in media tensione provenienti dal campo fotovoltaico;
- Realizzazione di un locale con celle AT 36 kV per la consegna dell'energia elettrica;
- Realizzazione di un'area BESS, comprensiva di container batteria e PCS (inverter centralizzati) per la conversione bidirezionale dell'energia elettrica;
- Distribuzione elettrica in bassa tensione interna al campo fotovoltaico;
- Impianto elettrico al servizio dei manufatti trasformazione;
- Impianto di alimentazione utenze in continuità assoluta tramite UPS;
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici ed illuminazione esterna;
- Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione);
- Videosorveglianza;
- Impianto di terra.

Più specificatamente l'impianto comprenderà la realizzazione delle seguenti opere:

- Realizzazione di una Cabina di Consegna interna al campo fotovoltaico con celle MT 30 kV ed AT 36 kV;
- Posa in opera delle cabine MT (30 kV) dette "Power station con inverter centralizzato";
- Posa in opera dei container batteria (BESS);
- Posa in opera dei quadri generali in MT ed AT di protezione dei trasformatori e degli allacciamenti entra-esci;
- Posa in opera dei quadri elettrici di campo in corrente continua con tensione massima fino a 1500 V;
- Realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica in uscita dai Quadri Generali ed alimentanti i vari quadri/utenze;
- Realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. relativi ai cabinati comprensivi di corpi illuminanti, prese, condutture di alimentazione e relative opere murarie di fondazione;

- Realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti autoalimentati, e dalle relative condutture di alimentazione;
- Esecuzione delle opere di assistenza muraria e dei cunicoli relativi alle cabine elettriche previste;
- Posa della conduttura di alimentazione principale e per il dispersore di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- Realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da un sistema misto con picchetti e corda di rame lungo il perimetro dell'edificio, dotato di collettori di terra, e le connessioni dai conduttori di terra ai conduttori di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere disposte nel perimetro di impianto, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;
- Realizzazione di un sistema di comunicazione tramite fibra ottica e/o rame per la trasmissione dei dati di controllo e gestione dell'impianto fotovoltaico nonché dei segnali di videosorveglianza ed allarme. Tale sistema interconetterà principalmente tutte le cabine di campo, la cabina di distribuzione e le telecamere.

6 SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di trasmissione in media tensione. Nel suo complesso è costituito da un insediamento di strutture di sostegno dei pannelli e dalle infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua connessione alla rete.

L'ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica è realizzata mediante orientamento dinamico dei pannelli FV mediante tracker ad inseguimento solare con unico asse di rotazione N-S.

L'impianto è di tipo grid-connected ed è collegato alla rete elettrica con una connessione "trifase in media tensione".

6.1 Descrizione centrale fotovoltaica

Il generatore fotovoltaico (dal punto di vista elettrico) è costituito da:

- Cabina elettrica di consegna, inserita nell'area BESS dell'impianto;
- Power station con inverter centralizzati (indicati come PS nelle tavole), costituite a loro volta da:
 - quadro ausiliari BT di cabina;
 - trasformatore BT/MT (30 kV);
 - quadro MT con celle di media tensione isolate fino a 36 kV (30 kV di esercizio);
- Trasformatori per i carichi elettrici ausiliari (0,4/30 kV);
- Dispositivi di sezionamento, celle e cavi isolati fino a 36 kV (30 kV di esercizio);
- Quadri elettrici in corrente alternata (quadri di potenza, comando, misure, protezioni, segnalazione, ausiliari e controllo, eccetera);
- Quadro di distribuzione rami in Media tensione 30 kV nella cabina MT;
- Quadri di bassa tensione;
- Quadri di AT per la consegna dell'energia elettrica;
- Impianti luce e FM nelle Cabine (Consegna e PS);
- Impianto di illuminazione delle principali aree esterne, cabine ed accessi;
- Impianto di illuminazione di emergenza interna alle cabine;
- Linee elettriche di bassa tensione;
- Sistemi di supervisione, telegestione e controllo e impianti in fibra ottica;
- Impianto di ventilazione e/o condizionamento della cabin di consegna e delle cabine di campo PS;
- Impianto di rivelazione incendio in tutti i locali;
- Cavedi e canalizzazioni;
- Impianto di terra;
- Accessori (segnaletica antinfortunistica, estintori, ecc.);
- Impianti SCADA e plant controller.

6.2 Pannelli FV

6.2.1 Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei pannelli per impianti fotovoltaici fissi

I pannelli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle con tecnologia bifacciale, indicativamente della potenza di **720 Wp**, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di pannelli fotovoltaici bifacciali utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica. È realizzata assemblando, in sequenza, diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato, come di seguito descritto:

- Vetro frontale temperato 2mm, rivestimento antiriflesso, alta trasmissione, basso contenuto di ferro;
- Telaio in lega di alluminio anodizzato;
- celle FV in silicio monocristallino;
- Vetro posteriore temperato.

Il modulo selezionato è provvisto di:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- certificazione TUV su base IEC 61701;
- certificazione TUV su base IEC 62716;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP68 della scatola di giunzione.

Ciascun modulo deve essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, che riportano le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I pannelli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e a permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

6.2.2 Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, di potenza DC pari a circa 22,38 MWp, verrà realizzato mediante l'installazione dei pannelli fotovoltaici, con tecnologia bifacciale, su tracker $\pm 55^\circ$ N-S ed azimuth pari a 0° .

I pannelli fotovoltaici saranno raggruppati in stringhe in parallelo gestite da *inverter centralizzati* capaci di convertire l'energia elettrica da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC) e farla convogliare alle Cabina Utente.

L'impianto verrà strutturato in 9 sottocampi, ciascuno servito da una Power Station con inverter centralizzato con il compito di elevare, per mezzo di un trasformatore in olio, la tensione fino a 20 kV per la successiva distribuzione MT fino alla cabina di raccolta e consegna.

6.2.3 Dati costruttivi dei pannelli identificati in progetto

I pannelli identificati in progetto sono di nuova generazione adatti per connessioni in serie fino ad una tensione di stringa di 1500V. I pannelli di nuova generazione sono in grado di fornire una maggiore potenza per unità di superficie. Di seguito il riepilogo dei principali dati costruttivi dei pannelli identificati in progetto, di marca Canadian Solar o similare:

Figura 4-Datasheet pannello FV (1/2)



TOPBiHiKu7

N-type Bifacial TOPCon Technology






690 W ~ 720 W

CS7N-690 | 695 | 700 | 705 | 710 | 715 | 720TB-AG




FRONT

BACK

MORE POWER

-  Module power up to 720 W
Module efficiency up to 23.2 %
-  Up to 85% Power Bifaciality,
more power from the back side
-  Excellent anti-LeTID & anti-PID performance.
Low power degradation, high energy yield
-  Lower temperature coefficient (Pmax): -0.29%/°C,
increases energy yield in hot climate
-  Lower LCOE & system cost

MORE RELIABLE

-  Tested up to ice ball of 35 mm diameter
according to IEC 61215 standard
-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*

12 Years Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*

30 Years Linear Power Performance Warranty*

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

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

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

PRODUCT CERTIFICATES*

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



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

CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 23 years, it has successfully delivered over 125 GW of premium-quality solar modules across the world.

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

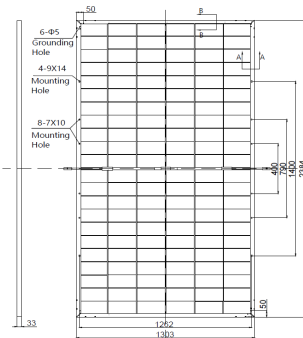
CSI Solar Co., Ltd.

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

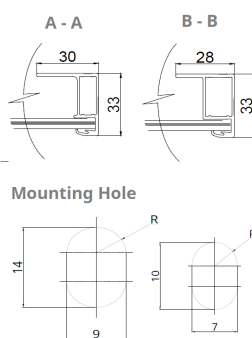
Figura 5-Datasheet pannello FV (2/2)

ENGINEERING DRAWING (mm)

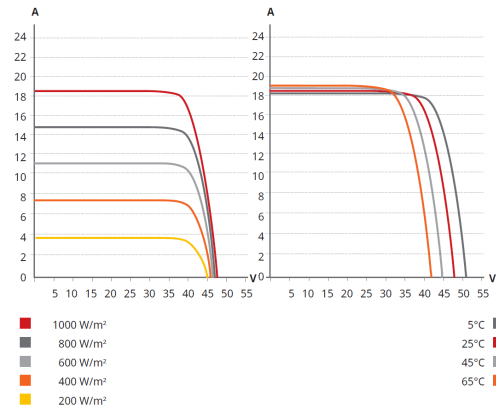
Rear View



Frame Cross Section



CS7N-695TB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-690TB-AG		690 W	39.6 V	17.43 A	47.5 V	18.39 A	22.2%
Bifacial Gain**	5%	725 W	39.6 V	18.30 A	47.5 V	19.31 A	23.3%
	10%	759 W	39.6 V	19.17 A	47.5 V	20.23 A	24.4%
	20%	828 W	39.6 V	20.92 A	47.5 V	22.07 A	26.7%
CS7N-695TB-AG		695 W	39.8 V	17.47 A	47.7 V	18.44 A	22.4%
Bifacial Gain**	5%	730 W	39.8 V	18.34 A	47.7 V	19.36 A	23.5%
	10%	765 W	39.8 V	19.22 A	47.7 V	20.28 A	24.6%
	20%	834 W	39.8 V	20.96 A	47.7 V	22.13 A	26.8%
CS7N-700TB-AG		700 W	40.0 V	17.51 A	47.9 V	18.49 A	22.5%
Bifacial Gain**	5%	735 W	40.0 V	18.39 A	47.9 V	19.41 A	23.7%
	10%	770 W	40.0 V	19.26 A	47.9 V	20.34 A	24.8%
	20%	840 W	40.0 V	21.01 A	47.9 V	22.19 A	27.0%
CS7N-705TB-AG		705 W	40.2 V	17.55 A	48.1 V	18.54 A	22.7%
Bifacial Gain**	5%	740 W	40.2 V	18.43 A	48.1 V	19.47 A	23.8%
	10%	776 W	40.2 V	19.31 A	48.1 V	20.39 A	25.0%
	20%	846 W	40.2 V	21.06 A	48.1 V	22.25 A	27.2%
CS7N-710TB-AG		710 W	40.4 V	17.59 A	48.3 V	18.59 A	22.9%
Bifacial Gain**	5%	746 W	40.4 V	18.47 A	48.3 V	19.52 A	24.0%
	10%	781 W	40.4 V	19.35 A	48.3 V	20.45 A	25.1%
	20%	852 W	40.4 V	21.11 A	48.3 V	22.31 A	27.4%
CS7N-715TB-AG		715 W	40.6 V	17.63 A	48.5 V	18.64 A	23.0%
Bifacial Gain**	5%	751 W	40.6 V	18.51 A	48.5 V	19.57 A	24.2%
	10%	787 W	40.6 V	19.39 A	48.5 V	20.50 A	25.3%
	20%	858 W	40.6 V	21.16 A	48.5 V	22.37 A	27.6%
CS7N-720TB-AG		720 W	40.8 V	17.67 A	48.7 V	18.69 A	23.2%
Bifacial Gain**	5%	756 W	40.8 V	18.55 A	48.7 V	19.62 A	24.3%
	10%	792 W	40.8 V	19.44 A	48.7 V	20.56 A	25.5%
	20%	864 W	40.8 V	21.20 A	48.7 V	22.43 A	27.8%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

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

* Power Bifinality = $P_{\text{max, rear}} / P_{\text{max, front}}$, both $P_{\text{max, rear}}$ and $P_{\text{max, front}}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: $\pm 5\%$

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

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

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-690TB-AG	522 W	37.4 V	13.94 A	45.0 V	14.83 A
CS7N-695TB-AG	526 W	37.6 V	13.97 A	45.2 V	14.87 A
CS7N-700TB-AG	529 W	37.8 V	14.00 A	45.4 V	14.91 A
CS7N-705TB-AG	533 W	38.0 V	14.03 A	45.5 V	14.95 A
CS7N-710TB-AG	537 W	38.2 V	14.06 A	45.7 V	14.99 A
CS7N-715TB-AG	541 W	38.4 V	14.09 A	45.9 V	15.03 A
CS7N-720TB-AG	544 W	38.6 V	14.12 A	46.1 V	15.07 A

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

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	TOPCon cells
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 × 1303 × 33 mm (93.9 × 51.3 × 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	360 mm (14.2 in) (+) / 200 mm (7.9 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada)

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

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

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

PARTNER SECTION



CSI Solar Co., Ltd.
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

July 2024, All rights reserved. PV Module Product Datasheet V1.8 EN

Il modulo fotovoltaico avrà inoltre le seguenti principali caratteristiche:

- 12 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;
- 30 anni di garanzia della linearità rendimento sulla potenza;
- <0,4% di degradazione annuale della potenza per almeno 30 anni;
- Telaio in alluminio anodizzato in grado di soddisfare i più alti standard qualitativi in fatto di stabilità e resistenza alla corrosione.
- Vetro temperato frontale antiriflesso in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- Il fornitore dei pannelli dovrà aderire ad un consorzio di riciclo e dovrà dichiarare il nome del consorzio a cui aderisce;
- Marcatura CE.

I pannelli saranno connessi in serie per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame in modo tale da formare le stringhe che, a loro volta verranno collegate alle cassette di parallelo o string box (SB) e quindi agli inverter centralizzati interni alle Power Station distribuite per i sottocampi. È stato previsto un sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei pannelli e dei dispositivi posti sul campo.

6.3 Container BESS

I container BESS scelti per l'impianto saranno marca CATL o similare, di capacità 3727,36 kWh, m e dimensioni indicate nella scheda tecnica a seguire:

Figura 6-Scheda tecnica BESS (1/2)

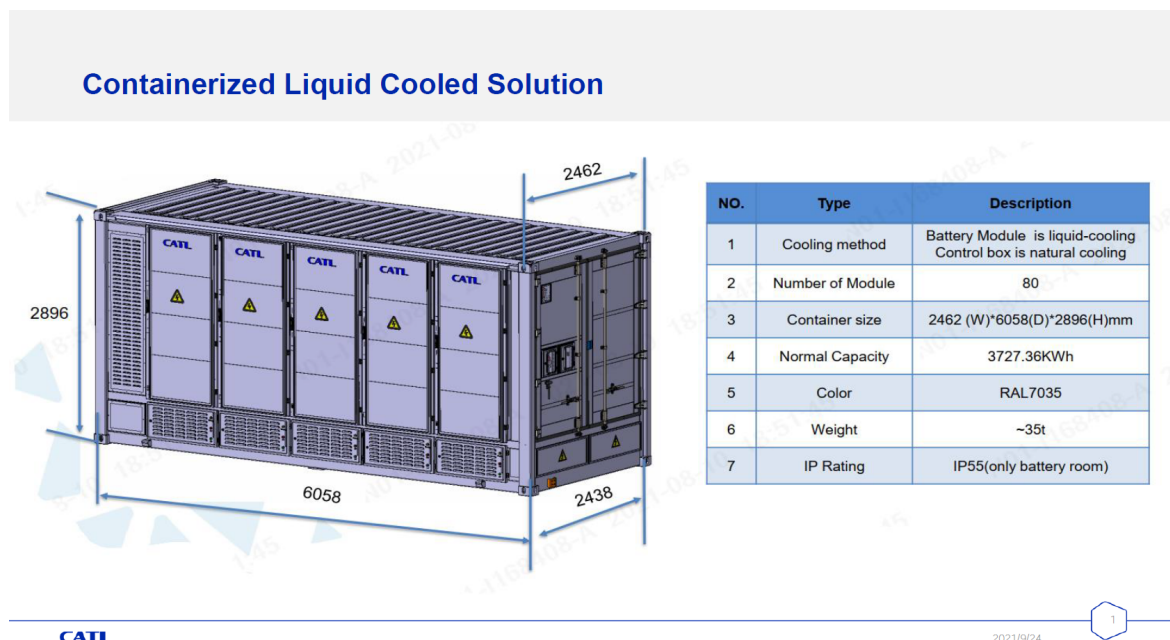


Figura 7-Scheda tecnica BESS (2/2)

Containerized Liquid Cooled Solution – Configuration 1

Product Type		LFP battery bank	
NO.	Item	Specification	
1	Configuration	10P416S	
2	Rated Energy	3727.36kWh	
3	Rated Voltage	1331.2VDC	
4	Voltage Range	1164.8~1497.6VDC	
5	Charging Current (0.5P)	Rated	1400A
		Maximum	1600A
6	Charging Power (0.5P)	Rated	1863.68kW
7	Discharging Current (0.5P)	Rated	1400A
		Maximum	1600A
8	Discharging Power (0.5P)	Rated	1863.68kW
9	Charging Current (1P)	Rated	2800A
		Maximum	3200A
10	Charging Power (1P)	Rated	3727.36kW
11	Discharging Current (1P)	Rated	2800A
		Maximum	3200A
12	Discharging Power (1P)	Rated	3727.36kW

CATL

2021/9/24

2

Nell'impianto corrente è previsto un utilizzo sulle 4 ore, che genera una potenza di 931,84 kW per ogni container.

6.4 Power station con inverter centralizzato

6.4.1 Power Station

Le cabine saranno collegate tra di loro in configurazione ad albero e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei pannelli fotovoltaici collegati in serie.

Per ognuna delle cabine è indicativamente previsto un impianto di ventilazione naturale che utilizzerà un sistema di griglie posizionate nelle pareti in due differenti livelli e un impianto di condizionamento e/o di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature che entrerà in funzione nel periodo di massima temperatura estiva.

All'interno del sistema saranno presenti:

- Trasformatore BT/MT;
- Quadro di parallelo in bassa tensione per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore;
- Interruttori di media tensione (30 kV);
- Quadri servizi ausiliari;

- Sistema di dissipazione del calore;
- Dotazioni di sicurezza;
- UPS per servizi ausiliari;
- Rilevatore di fumo;
- Sistema centralizzato di comunicazione con interfacce RS485/USB/ETHERNET;
- Vasca di raccolta olio esausto.

La power station utilizzata per l'impianto sarà del tipo MV 4400-S2 marca SMA o similare. Il datasheet è riportato di seguito:

Figura 8-Datasheet PS (1/2)



Robust

- Station and all individual components type-tested
- Galvanized base frame for extreme ambient conditions

Easy to use

- Turn-key solution
- Fully pre-assembled for easy setup and commissioning

Cost effective

- Lower specific costs thanks to high power classes
- Minimal coordination required during planning and installation
- Low transport costs thanks to 20-foot platform

Flexible

- One design for the whole world
- Numerous options

With the power of the robust central inverters Sunny Central UP or Sunny Central Storage UP and the perfectly matched medium-voltage components, the MV Power Station offers high power density and is a turnkey solution available worldwide.

Ideal for use in the new generation of PV and battery-storage power plants with 1500 V_{DC}, the integrated system 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.

Figura 9-Datasheet PS (2/2)

MV POWER STATION

4000-S2 / 4200-S2 / 4400-S2 / 4600-S2

Technical data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
Input (DC)		
Available inverters	1 x SC 4000 UP or 1 x SCS 3450 UP or 1 x SCS 3450 UP:XT	1 x SC 4200 UP or 1 x SCS 3600 UP or 1 x SCS 3600 UP:XT
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	Depending on selected inverter	
Integrated zone monitoring	○	
Output (AC) on the medium-voltage side		
Nominal power at SC UP (from -25°C to +35°C / 40°C; optional 50°C) ¹⁾	4000 kVA / 3600 kVA	4200 kVA / 3780 kVA
Nominal power at SCS UP (from -25°C to +25°C / 40°C; optional 50°C) ¹⁾	3450 kVA / 2930 kVA	3620 kVA / 3075 kVA
Charging power at SCS UP:XT (from -25°C to +25°C / 40°C; optional 50°C) ¹⁾	3589 kVA / 3001 kVA	3769 kVA / 3152 kVA
Discharging power at SCS UP:XT (from -25°C to +25°C / 40°C; optional 50°C) ¹⁾	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA
Typical nominal AC voltages with a tolerance of +/-10%	10 kV to 35 kV	10 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling method	KNAN ²⁾	KNAN ²⁾
Transformer standby power losses, industry standard / Eco design 1 / Eco design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer short-circuit losses, industry standard / Eco design 1 / Eco design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Max. total harmonic distortion	< 3 %	
Reactive power feed-in (up to max. 60% of nominal power)	○	
Power factor at rated power / adjustable displacement power factor	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Inverter efficiency		
Max. efficiency ³⁾ / Europ. efficiency ³⁾ / CEC efficiency ⁴⁾	98.8 % / 98.6 % / 98.5 %	98.8 % / 98.7 % / 98.5 %
Protective devices		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester, type I	
Galvanic isolation	●	
Arc fault resistance medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	
General data		
Dimensions (W / H / D)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Weight	< 18 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) ¹⁾	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (stand-by) ¹⁾	< 370 W	
Ambient temperature -25°C to +45°C / -25°C to +55°C / -35°C to +55°C / -40°C to +45°C	● / ○ / ○ / ○	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP54	
Environment: standard/extreme	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above MSL 1000 m / 2000 m	● / ○	
Inverter fresh air consumption	6500 m³/h	
Equipment		
DC connection	Lug	
AC connection	Outer-cone angle plug	
Tap changer for MV voltage transformer: without/with	● / ○	
Shield winding for MV transformer: without/with	● / ○	
Monitoring package	○	
Station enclosure color	RAL 7004	
Transformer for external loads: without / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○	
MV switchgear: without / 1 panel / 3 panels	● / ○ / ○	
2 cable panels with load-break switch, 1 transformer panel with circuit breaker, arc fault resistance IAC A FL 20 kA 1 s to IEC 62271-200	● / ○ / ○	
MV switchgear short-circuit current capability (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)	● / ○ / ○	
Accessory for MV switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer panel / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Integrated oil spill containment: without/with	● / ○	
Industry standards (other industry standards: see inverter datasheet)	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1, CSC certificate	
Type designation		
	MVPS-4000-S2-10	MVPS-4200-S2-10
● Standard features ○ Optional features — Not available		

1) Data based on inverter Further details can be found in the inverter datasheet.

2) KNAN = ester with natural air cooling

3) Efficiency measured at inverter without internal power supply

4) Efficiency measured at inverter with internal power supply

6.4.2 Inverter centralizzato

Gli inverter centralizzati hanno la funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC).

Tali elementi atti alla conversione della corrente continua in corrente alternata (costituiti da uno o più inverter in parallelo), agendo come generatore di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

I gruppi di conversione sono basati su inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP31 minimo, questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche.

Gli inverter devono essere dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

Vengono collegati a stringhe di pannelli consentendo di non inficiare l'utilizzo delle altre in caso di ombreggiamenti ai pannelli di una stringa. Inoltre, tale configurazione indipendente, consente una settorializzazione totale dell'impianto utile per manutenzione e riparazioni. Si prevede di impiegare power station con inverter centralizzati del tipo Sunny Central SC 4400 Up marca SMA o similare.

Le cabine vengono utilizzate sono del tipo monolitiche auto-portanti prefabbricate in sandwich d'acciaio, trasportabili su camion in un unico blocco già assemblate ed allestite delle apparecchiature elettromeccaniche di serie. Si appoggia a basamenti di tipo prefabbricato e sono totalmente recuperabili. Sono realizzate con pannellature e strutture in acciaio zincato a caldo, con finiture esterne che garantiscono la minima manutenzione per tutta la vita utile del cabinato. L'elemento di copertura sarà munito di impermeabilizzazione e con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

La scheda tecnica è riportata di seguito:

Figura 10-Scheda tecnica inverter centralizzato (1/2)

SUNNY CENTRAL UP

**Efficient**

- Up to 4 inverters can be transported in one standard shipping container
- Overdimensioning up to 150% is possible
- Full power at ambient temperatures of up to 35°C

Robust

- Intelligent air cooling system OptiCool for efficient cooling
- Suitable for outdoor use in all climatic ambient conditions worldwide

Flexible

- One device for all applications
- PV application, optionally available with DC-coupled storage system

Easy to Use

- Improved DC connection area
- Connection area for customer equipment
- Integrated voltage support for internal and external loads

SUNNY CENTRAL UP

The new Sunny Central: more power per cubic meter

With an output of up to 4600 kVA and system voltages of 1500 V DC, the SMA central inverter allows for more efficient system design and a reduction in specific costs for PV and battery power plants. A separate voltage supply and additional space are available for the installation of customer equipment. True 1500 V technology and the intelligent cooling system OptiCool ensure smooth operation even in extreme ambient temperature as well as a long service life of 25 years.

Figura 11-Scheda tecnica inverter centralizzato (2/2)

- 1) At nominal AC voltage, nominal AC power decreases in the same proportion
 2) Efficiency measured without internal power supply
 3) Efficiency measured with internal power supply
 4) Self-consumption at rated operation
 5) Self-consumption at < 75% P_n at 25 °C
 6) Self-consumption averaged out from 5% to 100% P_n at 25 °C
 7) Sound pressure level at a distance of 10 m
 8) Values apply only to inverters. Permissible values for SMA MV solutions from SMA can be found in the corresponding data sheets.
 9) A short-circuit ratio of < 2 requires a special approval from SMA
 10) Depending on the DC voltage
 11) Earlier temperature-dependent de-rating and reduction of DC open-circuit voltage
 12) Nominal AC power at 35 °C achievable up to a maximum of 1050 V_{DC}
 13) Nominal AC power at 35 °C achievable up to a maximum of 1000 V_{DC}
 14) Nominal AC power at 35 °C achievable up to a maximum of 1025 V_{DC}

Technical Data	SC 4400 UP	SC 4600 UP
DC side		
MPP voltage range V _{DC} (at 25 °C / at 50 °C)	962 to 1325 V / 1000 V	1003 to 1325 V / 1040 V
Min. DC voltage V _{DC, min} / Start voltage V _{DC, Start}	934 V / 1112 V	976 V / 1153 V
Max. DC voltage V _{DC, max}	1500 V	1500 V
Max. DC current I _{DC, max}	4750 A	4750 A
Max. short-circuit current I _{DC, SC}	8400 A	8400 A
Number of DC inputs	Busbar with 26 connections per terminal, 24 double pole fused (32 single pole fused)	
Number of DC inputs with optional DC coupled storage	18 double pole fused (36 single pole fused) for PV and 6 double pole fused for batteries	
Max. number of DC cables per DC input (for each polarity)	2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm ²	
Integrated zone monitoring	○	
Available PV fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
Available battery fuse size (per input)	750 A	
AC side		
Nominal AC power at cos φ = 1 (at 35 °C / at 50 °C)	4400 kVA ¹³⁾ / 3960 kVA	4600 kVA ¹⁴⁾ / 4140 kVA
Nominal AC active power at cos φ = 0.8 (at 35 °C / at 50 °C)	3520 kW ¹³⁾ / 3168 kW	3680 kW ¹⁴⁾ / 3312 kW
Nominal AC current I _{AC, max} (at 35 °C / at 50 °C)	3850 A / 3465 A	3850 A / 3465 A
Max. total harmonic distortion	< 3% at nominal power	< 3% at nominal power
Nominal AC voltage / nominal AC voltage range ¹¹⁾	660 V / 528 V to 759 V	690 V / 552 V to 759 V
AC power frequency / range	50 Hz / 47 Hz to 53 Hz 60 Hz / 57 Hz to 63 Hz > 2	
Min. short-circuit ratio at the AC terminals ⁹⁾	● 1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable ⁸⁾ 10)	● 1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Efficiency		
Max. efficiency ²⁾ / European efficiency ²⁾ / CEC efficiency ³⁾	98.8% / 98.7% / 98.5%	98.9% / 98.7% / 98.5%
Protective Devices		
Input-side disconnection point	DC load break switch	
Output-side disconnection point	AC circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester, type I & II	
AC overvoltage protection (optional)	Surge arrester, class I & II	
Lightning protection (according to IEC 62305-1)	Lightning Protection Level III	
Ground-fault monitoring / remote ground-fault monitoring	○ / ○	
Insulation monitoring	○	
Degree of protection: electronics / air duct / connection area (as per IEC 60529)	IP54 / IP34 / IP34	
General Data		
Dimensions (W / H / D)	2815 / 2318 / 1588 mm (110.8 / 91.3 / 62.5 inch)	
Weight	< 3700 kg / < 8158 lb	
Self-consumption (max. ⁴⁾ / partial load ⁵⁾ / average ⁶⁾	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W	
Self-consumption (standby)	< 370 W	
Internal auxiliary power supply	○ Integrated 8.4 kVA transformer	
Operating temperature range ⁸⁾	-25 °C to 60 °C / -13 °F to 140 °F	
Noise emission ⁷⁾	63.0 dB(A)*	
Temperature range (standby)	-40 °C to 60 °C / -40 °F to 140 °F	
Temperature range (storage)	-40 °C to 70 °C / -40 °F to 158 °F	
Max. permissible value for relative humidity (condensing / non-condensing)	95% to 100% (2 month/year) / 0% to 95%	
Maximum operating altitude above MSL ⁸⁾ 1000 m / 2000 m ¹¹⁾ / 3000 m ¹¹⁾	● / ○ / -	
Fresh air consumption	6500 m ³ /h	
Features		
DC connection	Terminal lug on each input (without fuse)	
AC connection	With busbar system (three busbars, one per line conductor)	
Communication	Ethernet, Modbus Master, Modbus Slave	
Enclosure / roof color	RAL 9016 / RAL 7004	
Supply for external loads	○ (2.5 kVA)	
Standards and directives complied with	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08	
EMC standards	IEC 55011, IEC 61000-6-2, FCC Part 15 Class A	
Quality standards and directives complied with	VDI/VDE 2862 page 2, DIN EN ISO 9001	
● Standard features ○ Optional — not available * preliminary		
Type designation	SC 4400 UP	SC 4600 UP

6.4.3 Trasformatore delle Power Station

Nella scelta dei trasformatori di potenza è stato prescelto l'uso del tipo con isolante e raffreddamento in estere ad aria naturale tipo KNAN costruiti in conformità alle seguenti Norme:

- IEC 726 / CEI 14-8;
- CENELEC HD 464 e HD 528;
- DIN 42 523.

La classe dei trasformatori sarà essere inferiore a:

- E2 (classe ambientale);
- C2 (classe climatica);
- F1 (classe di comportamento al fuoco).

I trasformatori saranno del tipo a olio a basse perdite e pertanto sono costruiti secondo la norma EN 50588-1 e conformi con quanto previsto dal regolamento 548/2014 della Commissione Europea, recante le modalità di applicazione della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile 2009/125/CE.

Questi trasformatori, grazie all'elevata qualità dei materiali costruttivi, garantiscono una consistente riduzione dei consumi di energia, favorendo un notevole risparmio economico e la riduzione di emissioni di CO₂ nell'atmosfera.

Le taglie dei trasformatori saranno le seguenti indicativamente 100/160 kVA dedicato agli ausiliari della cabina di connessione alla rete di distribuzione.

I trasformatori saranno specifici per installazioni fotovoltaiche (es. elevato contributo armonico) essendo destinati all'alimentazione di raddrizzatori, impianti UPS.

L'isolamento sarà realizzato in materiale autoestinguente e non propagante l'incendio, in classe F. Durante un'eventuale combustione dovrà essere impedita l'emissione di gas alogeni e fumi opachi.

L'avvolgimento di media tensione sarà realizzato in nastri di alluminio e il suo isolamento ottenuto colando sottovuoto una miscela di resine epossidiche e silicio. L'avvolgimento di bassa tensione, realizzato in un unico foglio di alluminio e incapsulato in materiale isolante di classe F, risulterà impermeabile all'umidità.

La temperatura minima di messa in servizio a freddo del trasformatore sarà -25°C. I collegamenti del lato BT dovranno essere saldati.

Sarà assicurata la completa assenza di manutenzione, solo in presenza di inquinamento atmosferico sarà necessaria una periodica pulizia dei depositi di polvere e dovrà essere possibile immagazzinare il trasformatore fino a -25°C senza accorgimenti.

Le apparecchiature saranno installate all'interno delle cabine.

I trasformatori dovranno avere le seguenti caratteristiche generali:

- Montaggio: Interno
- Altitudine di installazione dal livello del mare: max 1000 m

- Temperatura ambiente massima: 40 °C
- Sovratemperatura lato AT: 80 °C
- Sovratemperatura lato BT: 100 °C
- Classe di isolamento lato AT: F
- Classe di isolamento lato BT: F
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tipo di funzionamento: Continuo
- Tipo di raffreddamento: Aria naturale
- Protezione: IP 00
- Simbolo di collegamento: Dyn11

Sarà previsto il controllo della temperatura interna dei locali in cui saranno ubicati tutte le apparecchiature, e quindi dei trasformatori, attraverso un sistema di ventole centrifughe e/o torrino di estrazione comandate da una serie di sonde interne ed esterne che rilevano la temperatura ambiente.

L'aria in entrata viene filtrata attraverso speciali griglie montate nella parte inferiore delle pareti delle Cabine.

La Portata d'aria minima sarà minima da 6000 m³/h e comunque calcolata in funzione della potenza del trasformatore.

Di seguito è riportata una scheda riassuntiva delle caratteristiche del trasformatore inserito nelle PS:

Figura 12-Dati tecnici trasformatore delle PS

TECHNICAL DATA SHEET

Medium Voltage Transformer 3960 kVA

for Medium Voltage Power Station MVPS-4400-S2-10



TYPE	Medium-voltage transformer for inverter application	
DESIGN	Three-phase-oil-transformer hermetic sealed with electrostatic shield winding and suitable for full load - 24 hours operation	
RATED POWER @ 50 °C	[kVA]	3960
POWER @ 35 °C	[kVA]	4400
RATED CURRENT AT LOW-VOLTAGE LEVEL @ 50 °C (APPROX.)	[A]	3464
RATED VOLTAGE	[kV/kV]	30 / 0.660
TAP CHANGER	With	
TAPPING HIGH-VOLTAGE LEVEL	[%]	±2 x 2.5%
FREQUENCY	[Hz]	50
VECTOR GROUP	Dy11	
NO-LOAD LOSSES (AT RATED VOLTAGE)	[kW]	3.96
SHORT-CIRCUIT LOSSES (@ TEMP. 75 °C, @ RATED POWER)	[kW]	37.8
PEAK EFFICIENCY INDEX (PEI) according to EN 50588-1	[%]	99.531
IMPEDANCE VOLTAGE AT RATED CURRENT (@ TEMP. 75 °C, @ RATED POWER)	[%]	6 to 8.5
MAX. VOLTAGE FOR EQUIPMENT Um	[kV]	36
TYPE OF COOLING	KNAN	
MAX. ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	[m]	4000
AMBIENT TEMPERATURES (MIN. / MAX.)	°C	-25 / 50
@ 1000 m	°C	50
@ 2000 m	°C	47.5
@ 3000 m	°C	45
@ 4000 m	°C	42.5
MAX. OVER TEMPERATURE (HOT SPOT / WINDING / OIL)	°K	100 / 85 / 80
SHORT-CIRCUIT DURATION	[s]	2
MANUFACTURERS REGULATION	IEC 60076	
INSULATION LEVEL (HV / LV)	II 170 AC 70 / II - AC 10	
HIGH-VOLTAGE BUSHING	Outside cone bushings 630 A, type C	
LOW-VOLTAGE BUSHING	3.6 kV bushing for at least 4000 A	
MAX. DIMENSIONS (LxWxH)	[mm]	1606 x 2200 x 2350
TOTAL WEIGHT (APPROX.)	[kg]	7500
OIL WEIGHT (APPROX.)	[kg]	1980
OIL TYPE	Oil based on ester	
COATING according to ISO 12944-5	C-5H	
DEGREE OF PROTECTION according to IEC 60529	IP23	
TRANSFORMER PROTECTION	<ul style="list-style-type: none"> - Resistance thermometer PT100 for analogue oil temperature measurement - Full protection device with at least two relay contacts for overpressure and oil level. - Over pressure safety valve. 	
ACCESSORIES	<ul style="list-style-type: none"> - Oil filling pipe - Oil sampling valve - Lifting lugs - Earthing terminals - Nameplate 	

Values subject to tolerances according to IEC 60076

All technical data are subject to change at any time without notice. SMA assumes no liability for typographical or other errors.

6.5 Quadri BT, MT e AT cabina principale di impianto

Premessa: la tensione di esercizio dell'intero impianto sarà di 30 kV e, come tale, rientra nella classificazione della "Media tensione", non avendo superato il limite di 36 kV. Fa eccezione il tratto di consegna, a partire dal trasformatore elevatore 30/36 kV. Tutte le apparecchiature impiegate avranno un isolamento non inferiore a 36 kV per esercizio 30 kV, e 45 kV per esercizio 36 kV.

All'interno della cabina di raccolta saranno presenti i quadri MT e BT necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per la alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

Di seguito si riporta una sintesi delle caratteristiche tecniche principali dei quadri in media e bassa Tensione impiegati nell'impianto fotovoltaico.

Anche nel caso delle apparecchiature in MT installate nella cabina principale il quadro di media tensione sarà a semplice sistema di sbarre, dovrà essere esente da manutenzione, assemblato in fabbrica, testato con prove di tipo.

Sarà in esecuzione tripolare, protetto in carpenteria metallica e isolato in gas. Il quadro sarà conforme alla Norma/Standard IEC 62271-200.

La capsula di contenimento delle apparecchiature primarie del quadro MT sarà in atmosfera SF₆; sarà classificata come "sistema in pressione sigillato" in accordo con lo Standard IEC [sealed pressure system according to IEC 62271-1 clause 3.6.6.4]. Essa è sigillata per il suo intero ciclo di vita.

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID; i dispositivi di protezione abbinati agli interruttori di protezione installati nella cabina principale dovranno colloquiare con le protezioni presenti in MT interno al campo. Nei particolari il Quadro di Media tensione fino a 22 kV sarà costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata alle celle MT.

Le caratteristiche tecniche del Quadro di Media tensione della cabina raccolta e consegna MT sono elencate nella seguente tabella:

Tabella 1-Dati tecnici quadri in Media tensione

TENSIONI	
Tensione nominale [Rated voltage]	30 kV
Tensione massima d'esercizio [Operating voltage]	30 kV
Tensione ad impulso [Rated lightning impulse withstand voltage]	170 kV
Frequenza nominale [Rated frequency]	50 Hz
CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	
Corrente di cortocircuito [Rated short-time withstand current] Ik	3 kA
Durata del cortocircuito [Rated duration of short-circuit]	3 s

Corrente di cortocircuito di picco [Rated peak withstand current] I_p	5 kA
CORRENTE NOMINALE	
Corrente nominale degli interruttori	250 A
Corrente nominale delle sbarre [Rated normal current of the busbar]	4000 A
(*) I dati indicati in tabella sono suscettibili di variazioni secondo lo standard del fornitore	

6.5.1 Quadro servizi ausiliari

Nelle cabine MT e PS (Power station con inverter centralizzato) sarà previsto il quadro servizi ausiliari BT-AUX che provvede a tutte quelle esigenze necessarie al funzionamento ed al mantenimento delle apparecchiature interne.

Dotazioni minime:

- Interruttore magnetotermico generale;
- Scaricatori di sovratensione classe II con cartuccia estraibile;
- Alimentatore AC/DC di tensione adeguata per circuiti ausiliari strumentazione e monitoraggio;
- Interruttori e relativi contattori per l'alimentazione del sistema di ventilazione;
- Interruttori per alimentazione ausiliari comparto BT;
- Interruttori per alimentazione servizi ausiliari comparto Inverter;
- Interruttori per alimentazione ausiliari comparto celle MT.
- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci interne e presa di servizio;
- Interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci esterne;
- Interruttori per alimentazione UPS;
- Interruttori per alimentazione circuiti privilegiati;
- Interruttori per alimentazione sistema di monitoraggio;
- Trasformatore di isolamento BT/BT per alimentazione quadro servizi ausiliari;
- Predisposizione per centralina termometrica per trasformatore a doppio secondario.

6.6 Cavi Di Potenza At, MT e BT

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo in MT e BT. Tali cavi saranno, posati in canalizzazioni protettive adeguate al tipo di posa o in alternativa direttamente interrati, ad esclusione dei cavi di distribuzione in CC (cavi di collegamento dai pannelli FV alle SB) che saranno posizionati all'interno di tubi protettivi fissati all'interno delle strutture metalliche di supporto dei pannelli.

6.6.1 Cavi AT

In particolare, per le linee in AT a 36 kV, i cavi saranno di tipo unipolare disposti a trifoglio con isolamento HEPR a spessore ridotto, anima di rame e guaina a spessore maggiorato di PE, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto, tipo armato. Gli standard normativi sono indicati nel datasheet.

Il cavo sarà provvisto di una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Esso sarà progettato per tutte quelle situazioni dove è fondamentale la protezione contro i danneggiamenti.

Il cavo sarà opportunamente marcato con le indicazioni sulle caratteristiche tecniche principali: unipolare/tripolare; Tensione nominale; anno di costruzione; marcatura metrica.

Le portate di corrente saranno calcolate considerando:

- Temperatura del terreno: 30°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 m×K/W
- Profondità di posa: 0,8-1,5 m
- Posa direttamente interrata con cavi disposti a trifoglio.

I cavi saranno del tipo armato adeguati al tipo di posa, saranno del tipo con grado di isolamento 36 kV; nei particolari avranno le seguenti caratteristiche minime di costruzione:

- | | |
|--|----------------------------|
| • Materiale del conduttore: | Rame; |
| • Tipo di conduttore: | Corda rotonda compatta; |
| • Materiale del semi-conduttore interno: | Estruso; |
| • Isolamento: | HEPR, qualità G7; |
| • Materiale del semi-conduttore esterno: | Estruso pelabile a freddo; |
| • Schermo: | Fili di rame rosso, con |
| nastro di rame in contospirale; | |
| • Guaina esterna: | Mescola a base di PVC, |
| qualità Rz; | |
| • Colore guaina esterna: | Rosso; |

Caratteristiche d'utilizzo:

- | | |
|--|--------------------------|
| • Massima forza di tiro durante la posa: | 50.0 N/mm ² ; |
| • Temperatura massima di servizio del conduttore: | 90 °C; |
| • Temperatura massima di cortocircuito del conduttore: | 250 °C; |
| • Temperatura d'installazione minima: | -15 °C; |
| • Fattore di curvatura durante l'installazione: | 20 (xD); |
| • Fattore di curvatura per installazione fissa: | 12 (xD); |
| • Tenuta d'acqua radiale: | SI; |
| • Tenuta d'acqua longitudinale: | SI. |

Figura 13-Datasheet cavi 36 kV (1/2)

CAVI MEDIA TENSIONE - ENERGIA
MEDIUM VOLTAGE CABLES - POWER

RG7H1R 1.8/3 kV - 26/45 kV
MEDIA TENSIONE - SENZA PIOMBO
MEDIUM VOLTAGE - LEAD-FREE

RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE	
Costruzione e requisiti/Construction and specifications	IEC 60502 CEI 20-13
Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges	CEI 20-16 IEC 60885-3
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2



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

DESCRIZIONE:
Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

CONDIZIONI DI IMPIEGO:
Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 60 N/mm² of the cross-section of the copper

USE AND INSTALLATION
Suitable for energy transmission between transformer rooms and big power users. For laying on air, into tube or open pass. Can be laid underground, also if not protected, complying with art. 4.3.11 of CEI 11-17 standard.

COM GAVI

Figura 14- Datasheet cavi 36 kV (2/2)

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics
U max: 52 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria in air	in piano flat	interrato* buried*	in piano flat
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8260,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
 * Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C			Resistenza apparente a 90°C e 50Hz		Reattanza di fase		Capacità a 50Hz
	Max. electrical resistance at 20°C	Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz			Phase reactance		Capacity at 50Hz	
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat			
Size		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	μF/km	
n° x mm²								
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,15	0,21	0,15		
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,14	0,20	0,16		
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,14	0,20	0,18		
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,13	0,19	0,20		
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,13	0,19	0,21		
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,12	0,18	0,23		
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,12	0,18	0,26		
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,11	0,17	0,28		
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,11	0,17	0,31		
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,10	0,16	0,34		

6.6.2 Cavi MT

In particolare, per le linee in MT a 30 kV, i cavi saranno di tipo unipolare disposti a trifoglio con isolamento HEPR a spessore ridotto, anima di alluminio e guaina a spessore maggiorato di PE, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto, tipo armato. Gli standard normativi sono indicati nel datasheet.

Il cavo sarà provvisto di una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Esso sarà progettato per tutte quelle situazioni dove è fondamentale la protezione contro i danneggiamenti.

Il cavo sarà opportunamente marcato con le indicazioni sulle caratteristiche tecniche principali: unipolare/tripolare; Tensione nominale; anno di costruzione; marcatura metrica.

Le portate di corrente saranno calcolate considerando:

- Temperatura del terreno: 30°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 m×K/W
- Profondità di posa: 0,8-1,5 m
- Posa direttamente interrata con cavi disposti a trifoglio.

I cavi saranno del tipo armato adeguati al tipo di posa, saranno del tipo con grado di isolamento 36 kV; nei particolari avranno le seguenti caratteristiche minime di costruzione:

- | | |
|--|----------------------------|
| • Materiale del conduttore: | Alluminio; |
| • Tipo di conduttore: | Corda rotonda compatta; |
| • Materiale del semi-conduttore interno: | Estruso; |
| • Isolamento: | HEPR, qualità G7; |
| • Materiale del semi-conduttore esterno: | Estruso pelabile a freddo; |
| • Schermo: | Fili di rame rosso, con |
| nastro di rame in controspirale; | |
| • Guaina esterna: | Mescola a base di PVC, |
| qualità Rz; | |
| • Colore guaina esterna: | Rosso; |

Caratteristiche d'utilizzo:

- | | |
|--|--------------------------|
| • Massima forza di tiro durante la posa: | 50.0 N/mm ² ; |
| • Temperatura massima di servizio del conduttore: | 90 °C; |
| • Temperatura massima di cortocircuito del conduttore: | 250 °C; |
| • Temperatura d'installazione minima: | -15 °C; |
| • Fattore di curvatura durante l'installazione: | 20 (xD); |
| • Fattore di curvatura per installazione fissa: | 12 (xD); |
| • Tenuta d'acqua radiale: | SI; |
| • Tenuta d'acqua longitudinale: | SI. |

Figura 15-Datasheet cavi 30 kV (1/4)

CAVI MEDIA TENSIONE - ENERGIA
MEDIUM VOLTAGE CABLES - POWER

ARG7H1R 1,8/3 kV - 18/30 kV
MEDIA TENSIONE - SENZA PIOMBO
MEDIUM VOLTAGE - LEAD-FREE

RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE	
Costruzione e requisiti/Construction and specifications	IEC 60502 CEI 20-13
Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges	CEI 20-16 IEC 60885-3
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2
Gas corrosivi o alogenidrici/Corrosive gases or halogens	CEI EN 50267-2-1



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

DESCRIZIONE:
Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 1,8/3 ÷ 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : 1,8/3 ÷ 18/30 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 50 N/mm² of the cross-section

CONDIZIONI DI IMPIEGO:
Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

USE AND INSTALLATION
Suitable for energy transmission between transformer rooms and big power users. For laying on air, into tube or open pass. Can be laid underground, also if not protected, complying with art. 4.3.11 of CEI 11-17 standard.

COM/CAVI

Figura 16-Datasheet cavi 30 kV (2/4)

ARG7H1R 1,8/3 kV - 18/30 kV		
COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION		
	CONDUTTORE Materiale: Alluminio, formazione rigida compatta, classe 2	CONDUCTOR Material: Aluminum, compact stranded wire, class 2
	STRATO SEMICONDUCTORE Materiale: Estruso (solo cavi U _o /U ≥ 6/10 kV)	SEMICONDUCTOR LAYER Material: Extruded (only cables U _o /U ≥ 6/10 kV)
	ISOLAMENTO Materiale: Gomma HEPR, qualità G7, SENZA PIOMBO (HD 620 DHI 2)	INSULATION Material: HEPR rubber, G7 quality, LEAD FREE (HD 620 DHI 2)
	STRATO SEMICONDUCTORE Materiale: Estruso, pelabile a freddo (solo cavi U _o /U ≥ 6/10 kV)	SEMICONDUCTOR LAYER Material: Extruded, cold stripping (only cables U _o /U ≥ 6/10 kV)
	SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale	SCREEN Type: Plain copper wires with helically wound copper tape
	GUAINA ESTERNA Materiale: Miscela a base di PVC, qualità Rz Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC based compound, Rz quality Colour: Red
<p>N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare fornito ad elica visibile. In tal caso la sigla di designazione diventa ARG7H1RX seguita dalla tensione nominale di esercizio.</p> <p>N.B. The cable can be built in the three-pole version with helically wound cores. In this case, the initials becomes ARG7H1RX, followed by rated voltage.</p>		

Figura 17-Datasheet cavi 30 kV (3/4)

ARG7H1R 18/30 kV								
Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 36 kV								
Formazione	Ø Indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Ø esterno max	Peso Indicativo cavo	Portata di corrente			
Size	Approx. conduct. Ø	Average insulation thickness	Max outer Ø	Approx. cable weight	Current rating			
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	A			
					In aria In air	In piano flat	Interno* buried*	In piano flat
1 X 35	7,0	8,0	33,5	1030,0	144,0	152,0	142,0	149,0
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1150,0	174,0	183,0	168,0	177,0
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1300,0	218,0	229,0	207,0	218,0
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1450,0	266,0	280,0	247,0	260,0
1 x 120	12,9	8,0	40,0	1650,0	309,0	325,0	281,0	296,0
1 x 150	14,3	8,0	41,0	1800,0	352,0	371,0	318,0	335,0
1 x 185	16,0	8,0	43,1	2020,0	406,0	427,0	361,0	380,0
1 x 240	18,3	8,0	45,0	2300,0	483,0	508,0	418,0	440,0
1 x 300	21,0	8,0	47,0	2620,0	547,0	576,0	472,0	497,0
1 x 400	23,6	8,0	51,1	3080,0	640,0	674,0	543,0	572,0
1 x 500	26,5	8,0	53,0	3630,0	740,0	779,0	621,0	654,0
1 x 630	30,1	8,0	60,2	4250,0	862,0	907,0	706,0	743,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics						
Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz		Reattanze di fase		Capacità a 50Hz
Size	Max. electrical resistance at 20°C	Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Phase reactance		Capacity at 50Hz
n° x mm²	Ω/Km	a trifoglio trial	In piano flat	a trifoglio trial	In piano flat	μF/km
1 X 35	0,668	1,113	1,113	0,16	0,21	0,15
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,15	0,20	0,15
1 x 70	0,443	0,568	0,568	0,14	0,20	0,16
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,13	0,19	0,18
1 x 120	0,293	0,325	0,325	0,13	0,18	0,19
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,12	0,18	0,20
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,12	0,18	0,22
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,17	0,24
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,11	0,17	0,27
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,11	0,16	0,29
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,10	0,16	0,32
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,099	0,16	0,36

6.6.3 Terminali cavi

Per le connessioni dei cavi di potenza di media ed alta tensione (30-36 kV) si adopereranno terminali a compressione bimetallici.

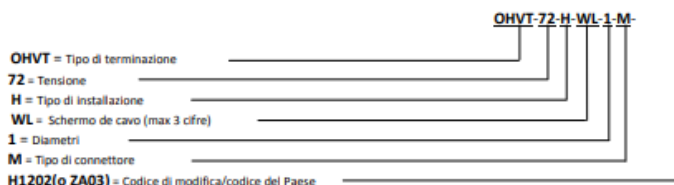
I terminali potranno essere del tipo unipolare per interno, del tipo termorestringente, oppure del tipo "per esterno"; dovranno essere idonei per i cavi MT impiegati.

La testa cavo realizzata dovrà essere opportunamente amarrata ai dispositivi di serraggio disponibili.

In particolare, i terminali necessari per i collegamenti dei cavi di media tensione avranno le seguenti caratteristiche:

Figura 18-Terminazione cavi

Terminazione termorestringente per cavi ad isolamento estruso fino a 72 kV



Posizione	Descrizione		
Tipo di terminazione	OHVT	Terminazioni di alta tensione per esterno	
	IHVT	Terminazioni di alta tensione per interno	
	LHVT	Terminazioni di alta tensione con linea di fuga più lunga (72kV)	
Tensione	52	kV	
	72	kV	
Tipo di installazione	H	Termorestringente	
	S	A freddo - slip on	
Schermo del cavo (combinazione di max 3 cifre)	A	Schermo a fili alluminio	
	B	Schermo a nastri di alluminio	
	C	Guaina corrugata di alluminio	
	D	Schermo a nastri di ottone	
	E	Schermo a fili metallici	
	F	Armatura di fili d'acciaio	
	G	Armatura di nastri d'acciaio	
	H	Armatura a nastri di alluminio	
	L	Guaina in piombo	
	S	Guaina corrugata in rame	
	T	Schermo a nastri di rame	
Formato	W	Schermo a fili di rame	
		Diametro al di sopra del cavo di isolamento	Diametro al di sopra del fodero del cavo
	1	30 - 45 mm	≤ 60 mm
	2	38 - 55 mm	≤ 70 mm
	3	48 - 65 mm	≤ 80 mm
	4	58 - 77 mm	≤ 100 mm
Tipo di connettore	M	Connettore meccanico (e.g. EPPA-050)	
	C	Connettore a punzonatura	
	W	Salvato	
	N	Nessun connettore	
Codice modifica	Codice del modello EPPA 050 XX/YY HXXXX di Connettore o Terminazione con il cod. del Paese (max 5 cifre)		



6.6.4 Cavi BT

Per le linee in Bassa Tensione saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi. I cavi dovranno essere coperti da almeno uno dei seguenti brevetti: EP-839, 801; EP-893, 802; WO 99/05688; WO 00/19452. Essi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- tipo FG16(O)R16 per tensioni 0,6/1 kV unipolari e multipolari;

- temperatura di funzionamento 90°C;
- temperatura di cortocircuito 250°C;
- assenza di piombo;
- conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo;
- Condizioni di posa;
- temperatura minima di posa 0°C;
- in tubo o canalina in aria;
- in aria libera e protezione in tubo e manufatto in calcestruzzo.

In particolare, per i cavi in BT di connessione delle stringhe verranno impiegati cavi unipolari flessibili stagnati per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

- | | |
|---|--|
| • Conduttore: | Corda flessibile di rame stagnato, classe 5 |
| • Isolante: Mescola LSoH di gomma reticolata speciale di qualità G21 LSoH = LowSmoke Zero Halogen | |
| • Guaina esterna: | Mescola LSoH di gomma reticolata speciale di qualità M21 |
| • Colore anime: | Nero |
| • Colore guaina: | Blu, rosso, nero |
| • 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 ² |
| • 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 simili. Adatti per la posa incanalata in aria. I collegamenti tra i pannelli, le stringhe e le cassette di parallelo, saranno realizzati attraverso l'utilizzo di cavi solari unipolari tipo H1Z2Z2-K (PV1500VCC) con tensione nominale fino a 1500 kV in corrente continua e isolamento a 1800V.

Inoltre, nei tratti in esterno, i conduttori saranno protetti attraverso la posa all'interno di specifica canalizzazione di protezione.

I cavi, come detto, saranno unipolari per incrementare la sicurezza contro eventuali cortocircuiti e rendere più agevole la posa.

Il collegamento tra i pannelli in serie per la realizzazione delle stringhe avverrà con l'utilizzo di sistemi di collegamento rapido a spine.

I conduttori di stringa andranno ad attestarsi ai relativi STRING BOX di parallelo da cui partono le dorsali in corrente continua verso gli inverter centralizzati posizionati nella cabina PS della sezione d'impianto corrispondente.

I cavi di collegamento in corrente alternata saranno del tipo FG16(O)R16, il cui datasheet è mostrato di seguito:

Figura 19-Datasheet cavo BT ed AC (1/2)

CPR (UE) n°305/11 C_{ca} - s3, d1, a3	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°1021/17
CEI 20-13 - CEI UNEL 35318 CEI EN 60332-1-2 2014/35/UE 2011/65/CE CA01.00755	Costruzione e requisiti/Construction and specifications Propagazione fiamma/Flame propagation Direttiva Basso Tensione/Low Voltage Directive Direttiva RoHS/RoHS Directive Certificato IMQ-EFF/IMQ-EFF Certificate	 FG16OR16 REPERO® - Cca-s3,d1,a3 
DESCRIZIONE	DESCRIPTION	
Cavo multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).	Multi-core power cable HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).	
Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5	Conductor Plain copper flexible wire, class 5	
Isolante Miscela di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16	Insulation Rubber HEPR compound, G16 quality	
Riempitivo Miscela di materiale non igroscopico	Filler Non-hygroscopic compound	
Guaina esterna Miscela di PVC di qualità R16	Outer sheath PVC compound, R16 quality	
Colore anime Normativa HD 308	Cores colour HD 308 Standard	
Colore guaina Grigio	Sheath colour Grey	
Marchatura a inchiostro BALDASSARI CAVI REPERO® FG16OR16 0,6/1 kV (sez) Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFF (anno) (m) (tracciabilità)	Inkjet marking BALDASSARI CAVI REPERO® FG16OR16 0,6/1 kV (section) Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFF (year) (m) (traceability)	
CARATTERISTICHE TECNICHE	TECHNICAL CHARACTERISTICS	
Tensione nominale U₀/U_i: 0,6/1 kV	Nominal voltage U₀/U_i: 0,6/1 kV	
Temperatura massima di esercizio: 90°C	Maximum operating temperature: 90°C	
Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)	Minimum operating temperature: -15°C (without mechanical stress)	
Temperatura minima di posa: 0°C	Minimum installation temperature: 0°C	
Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm ² , oltre 220°C	Maximum short circuit temperature: 250°C up to 240 mm ² section, over 220°C	
Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²	Maximum tensile stress: 50 N/mm²	
Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo	Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter	
Condizioni di impiego Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata. (rif. CEI 20-67)	Use and installation Cables suitable for electrical power system in constructions and other civil engineering works in order to limit fire spread and smoke emission. Suitable to be used indoor or outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures, free in air, inside pipes or similar systems. Suitable also for laying underground. (ref. CEI 20-67)	

Figura 20-Datasheet cavo BT ed AC (2/2)

Bassa Tensione Low Voltage		FG16OR16 0,6/1 kV Repero®					Energia Power	
Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/ km	A	A
2 x 1,5	1,6	0,7	1,8	9,4	127	13,3	22	23
2 x 2,5	1,9	0,7	1,8	10,3	160	7,98	30	30
2 x 4	2,5	0,7	1,8	11,3	207	4,95	40	39
2 x 6	3,0	0,7	1,8	12,5	266	3,30	51	49
2 x 10	4,0	0,7	1,8	14,4	388	1,91	69	66
2 x 16	5,0	0,7	1,8	16,6	542	1,21	91	86
2 x 25	6,2	0,9	1,8	20,8	827	0,780	119	111
2 x 35	7,6	0,9	1,8	23,0	1073	0,554	146	136
2 x 50	8,9	1,0	1,8	27,0	1498	0,386	168	168
2 x 70	10,5	1,1	1,8	29,9	1975	0,272	221	207
2 x 95	12,5	1,1	2,0	33,7	2560	0,206	265	245
2 x 120	13,7	1,2	2,0	37,8	3280	0,161	305	284
2 x 150	15,0	1,4	2,2	42,4	4130	0,129	334	324
3 x 1,5	1,6	0,7	1,8	9,9	141	13,3	19,5	19
3 x 2,5	1,9	0,7	1,8	10,8	182	7,98	26	25
3 x 4	2,5	0,7	1,8	11,9	242	4,95	35	32
3 x 6	3,0	0,7	1,8	13,2	316	3,30	44	41
3 x 10	4,0	0,7	1,8	15,3	472	1,91	60	55
3 x 16	5,0	0,7	1,8	17,6	666	1,21	80	72
3 x 25	6,2	0,9	1,8	22,1	1023	0,780	105	93
3 x 35	7,6	0,9	1,8	24,5	1373	0,554	128	114
3 x 50	8,9	1,0	1,8	28,1	1904	0,386	154	141
3 x 70	10,5	1,1	1,9	32,1	2530	0,272	194	174
3 x 95	12,5	1,1	2,0	36,6	3340	0,206	233	206
3 x 120	13,7	1,2	2,1	39,8	4205	0,161	268	238
3 x 150	15,0	1,4	2,3	44,4	5257	0,129	300	272
3 x 185	17,7	1,6	2,4	51,2	6587	0,106	340	306
3 x 240	19,9	1,7	2,6	58,5	8570	0,0801	398	360
3 x 300	22,4	1,8	2,8	66,1	10800	0,0641	455	-

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1,5 K.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi (per cavi unipolari), eseguito considerando 2 conduttori attivi per cavi a 2 anime e 3 conduttori attivi per le altre formazioni.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1,5 K.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors (for single-core cables); performed considering 2 loaded conductors for 2 core cables and 3 loaded conductors for other formations.

6.6.5 Cavi di stringa

I cavi di collegamento di stringa saranno del tipo H1Z2Z2-K, il datasheet è mostrato di seguito:

Figura 21-Cavo BT DC (1/2)

CAVI BASSA TENSIONE - PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI - ZERO ALOGENI
LOW VOLTAGE CABLES SOLAR PLANTS - HALOGEN FREE

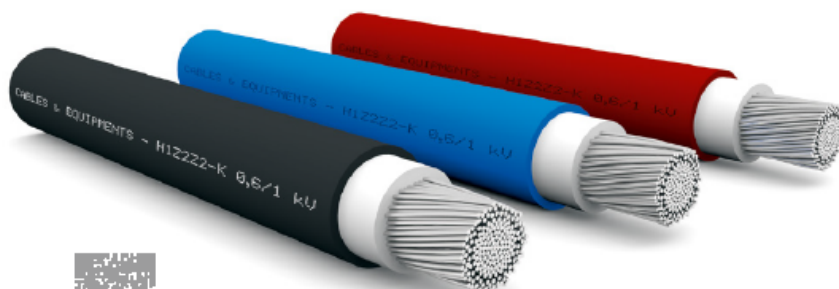
H1Z2Z2-K 1/1 kVac - 1,5/1,5 kVcc

Bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, non propaganti la fiamma, resistenti ai raggi UV
Low emissions of smoke, zero halogen, Flame retardant, UV resistant



RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	CEI EN 50618
Resistenza raggi UV / UV Resistance	CEI EN 50618
Resistenza all'ozono / Ozone Resistance	CEI EN 60811-403
Resistenza elettrica / DC resistance	CEI EN 60228 (Tab. 9)
Portata di corrente / Current capacity	CEI EN 50618
Resistenza alla sollecitazione termica / Thermal stress resistance	CEI EN 60216-1
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2014/35/UE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/UE



Scarica la scheda tecnica completa

Le immagini sono puramente illustrative e copiate da copyright ©



REAZIONE AL FUOCO/REACTION TO FIRE

REGOLAMENTO/REGULATION 305/2011/UE

Norma/Standard	EN 50575:2014+A1:2016
Classe/Class	C _{ca} -s1b, d1, a1
Classificazione/Classification (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6
Prova di non propagazione della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato/Test for resistance to vertical flame propagation for a single insulated conductor or cable	EN 60332-1-2
Misura della densità di fumo / Measurement of smoke density	CEI EN 61034-2
Propagazione di fiamma e sviluppo di calore e di fumo in condizione di incendio/Flame spread and development of heat and smoke under fire conditions	EN 50399
Grado di acidità dei gas / Degree of acidity of gas	EN 60754-2
Organismo notificato/Notified body	L.A.P.I. - 0987

Figura 22-Cavo BT DC (2/2)

H1Z2Z2-K 1/1 kVac - 1,5/1,5 kVcc**CARATTERISTICHE FUNZIONALI:**

- Tensione nominale U_0/U_i : 1/1 kVac 1,5/1,5 kVcc
- Tensione massima: 1,2 kVac 1,8 kVcc
- Tensione di prova: 6,5 kVac 15 kVcc
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: -25°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216)

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Uso previsto in installazioni fotovoltaiche es. in conformità all'HD 60364-7-712. Adatti per applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione (Classe di protezione II). Intrinsecamente sono a prova di cortocircuito e di dispersioni a terra in conformità all'HD 60364-5-52. Adatti per uso permanente all'esterno o all'interno, per installazioni libere mobili, libere a sospensione e fisse. Installazione anche in condotti e su canaline, all'interno o sotto intonaco oltre che nelle apparecchiature.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS:

- Rated voltage U_0/U_i : 1/1 kVac 1,5/1,5 kVdc
- Maximum voltage: 1,2 kVac 1,8 kVdc
- Testing Voltage: 6,5 kVac 15 kVdc
- Max working temperature: 90°C
- Minimum installation temperature: -25°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter

SPECIAL FEATURES:

Power transmission, signal transmission indoor and outdoor, even wet. Suitable for working up to 25 years standard conditions. Long term working (temperature index TI): 120°C referred to 20.000 hours (CEI EN 60216)

USE AND INSTALLATION:

Intended use in photovoltaic installations and, in accordance with HD 60364-7-712. Suitable for application on devices with protective insulation (protection class II). They are inherently short-circuit proof and earth leakage pursuant to HD 60364-5-52. Suitable for permanent use outdoors or indoors, for mobile free installation, free hanging and fixed. Installation also in conduits and ducts on, inside or under plaster as well as in equipment.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION**CONDUTTORE**

Materiali: Rame stagnato, formazione flessibile, classe 5

CONDUCTOR

Materiali: Tinned copper, class 5

ISOLANTE

Materiali: Elastomero reticolato atossico di qualità Z2
Colore: naturale
CEI EN 50618

INSULATION

Materiali: Non-toxic crosslinked elastomer quality Z2
Colours: natural
CEI EN 50618

GUAINA ESTERNA

Materiali: Elastomero reticolato atossico di qualità Z2
Colore: Nero RAL 9005 - Rosso RAL 3013, blu RAL 5015
CEI EN 50618

OUTER SHEATH

Materiali: Non-toxic crosslinked elastomer quality Z2
Colours: black RAL 9005, red RAL 3013, blue RAL 5015
CEI EN 50618

Formazione Size	Ø esterno medio Medium Ø outer	Peso medio cavo Medium Weight	Resistenza elettrica Electrical Resistance max a 20°C	Portate di corrente / Current rating		
				Cavo singolo libero in aria	Cavo singolo su unica superficie	Due cavi caricati che si toccano su una superficie
n° x mm ²	mm	kg/km	Ω/km	A	A	A
1 x 1,5	4,7	34	13,3	30	29	34
1 x 2,5	5,2	47	7,98	41	39	33
1 x 4	5,8	58	4,95	55	52	44
1 x 6	6,5	80	3,3	70	67	57
1 x 10	7,9	127	1,91	98	93	79
1 x 16	8,8	180	1,21	132	125	107
1 x 25	10,6	270	0,78	176	167	142
1 x 35	12,0	360	0,554	218	207	176
1 x 50	14,1	515	0,386	276	262	221
1 x 70	15,9	720	0,272	347	330	278
1 x 95	17,7	915	0,205	416	395	333
1 x 120	19,8	1160	0,161	488	464	390
1 x 150	21,7	1460	0,129	566	538	453
1 x 185	24,1	1780	0,106	644	612	515
1 x 240	26,7	2400	0,0801	775	736	620

Temperatura ambientale 90°C - Temperatura max conduttore: 120°C
Ambient temperature 90°C - Max conductor temperature: 120°C

Note: Il periodo di uso previsto ad una temperatura massima del conduttore di 120°C e ad una massima temperatura ambientale di 90°C è limitato a 20.000h
Note: The intended period of use at a maximum conductor temperature of 120°C and a maximum ambient temperature of 90°C is limited to 20.000h

6.7 Performance d'impianto e misure di irraggiamento

L'impianto sarà dotato di sistemi di misura al fine di rilevare:

- l'energia elettrica prelevata dalla rete;
- l'energia elettrica immessa in rete;
- l'energia prodotta da ogni singolo sottocampo del generatore;
- l'energia complessiva prodotta dal generatore.

La misura dell'energia scambiata con la rete e in genere effettuata da un unico contatore elettronico

bidirezionale ed il sistema di misura deve essere di tipo orario e di tipo MID.

La misura dell'energia prodotta viene effettuata da un contatore che deve essere in grado di rilevare l'energia prodotta su base oraria ed essere dotato di un dispositivo per l'interrogazione ed acquisizione per via telematica delle misure da parte del gestore di rete.

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di normale esercizio viene effettuata con le modalità indicate nella Norma CEI EN 61724, cioè, determinando il fattore di prestazione PR (in un dato periodo giornaliero, mensile o annuale).

In particolare, si riportano di seguito le modalità di valutazione delle prestazioni che verranno attuate nelle fasi di avvio ed esercizio dell'impianto.

6.7.1 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata o in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

6.7.2 Valutazione delle prestazioni in energia

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione PR (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui pannelli).

In analogia al PR indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PRe come segue:

$$P_{Re} = \frac{E_{ca}}{E_{ca,producibile}(H_i, P_n, T_{cel})}$$

dove:

$E_{ca_producibile}(H_i, P_n, T_{cel})$ è l'energia producibile in corrente alternata, determinata in funzione della radiazione solare incidente sul piano dei pannelli (H_i), della potenza nominale dell'impianto (P_n) e della temperatura di funzionamento della cella fotovoltaica (T_{cel}).

6.7.3 Valutazione delle prestazioni in potenza

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione PRp (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PRp evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui pannelli).

Analogamente all'espressione, la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$P_{Rp} = \frac{P_{ca}}{P_{ca,producibile}(G_p, P_n, T_{cel})} = \frac{P_{ca}}{Rf_{v2} \cdot \frac{G_p}{G_{STC}} \cdot P_n}$$

$$P_{Rp} > 0,78 \text{ se } P_{inv} < 20 \text{ kW}$$

$$P_{Rp} > 0,80 \text{ se } P_{inv} > 20 \text{ kW}$$

Dove:

- Rf_{v2} è calcolato secondo l'espressione;
- P_{inv} è la potenza nominale dell'inverter.

Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale PRp in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- irraggiamento sul piano dei pannelli (G_p) superiore a 600 W/m²;
- velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- rete del distributore disponibile;
- in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale PRp viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei pannelli;

- stessa classe di potenza dell'inverter ($P_{inv} > 20 \text{ kW}$ o $P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$);
- stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza);
- stessa tipologia di installazione dei pannelli (e quindi analoga T_{cel}).

6.8 Nuovi indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici

Le prestazioni del generatore fotovoltaico possono essere valutate verificando il nuovo indice di prestazioni PR_{cc}, Performance Ratio o Indice di prestazione in corrente continua.

L'indice di prestazione PR_{cc} evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in c.c. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei pannelli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui pannelli) ed è determinato con la seguente espressione:

$$P_{Rcc} = P_{cc} \cdot \frac{G_{STC}}{P_n} \cdot G_p$$

6.9 Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico

In analogia a quanto definito precedentemente si possono introdurre i seguenti indici prestazionali di un generatore fotovoltaico:

$$P_{Rcce} = \frac{E_{cc}}{R_{f_{v2}} \cdot \frac{H_i}{G_{STC}} \cdot P_n}$$

$$P_{Rccp} = \frac{P_{cc}}{R_{f_{v2}} \cdot \frac{G_p}{G_{STC}} \cdot P_n}$$

Gli indici PR_{cce} e PR_{ccp} evidenziano l'effetto complessivo delle perdite sull'energia e sulla potenza generata in corrente continua dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui pannelli).

La verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico, in fase di avvio dell'impianto, può essere effettuata controllando che sia soddisfatta almeno una delle due seguenti condizioni:

PR_{cce} > 0,85

PR_{ccp} > 0,85

Occorre tuttavia tenere conto che eventuali valori bassi PR_{cc} possono anche essere causati dall'inverter (ad es., funzionamento non efficiente del dispositivo MPPT).

6.9.1 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei pannelli

Ai fini della verifica di PR o di PRcc o di PRe o di PRp o di PRcce o di PRccp, la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei pannelli (G_p) sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso l'impianto fotovoltaico risulta installato in area di ampia estensione, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m²) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di G_p .

La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, vedi la Norma CEI EN 60904- 4). Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini. In particolare, nel caso di impianto con più filari di pannelli, il solarimetro non va posizionato sulla parte inferiore dei filari.

Il sensore di irraggiamento va installato sul piano ad inseguimento solare.

La temperatura della cella fotovoltaica T_{cel} sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo
- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la Norma CEI EN 60904-5.
- misura della temperatura ambiente T_{amb} e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) \cdot \frac{G_p}{800}$$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica T_{ce} viene effettuata con un sensore la cui incertezza tipo è non superiore a 1°C.

6.10 Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico

L'impianto di terra sarà realizzato in ossequio alle disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare l'impianto di terra interno al campo fotovoltaico sarà costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa impedenza.

Verranno collegati alla rete di terra anche i pali delle strutture fisse. In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra. In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei pannelli di almeno 5 metri.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze fossero inferiori ai 1000 Ohm allora sarà necessario collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

Le protezioni dai contatti indiretti avranno come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ($U_T > 50 \text{ V}$), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

La protezione contro i contatti indiretti, pur essendo eseguibile mediante impiego di dispositivi a massima corrente in quanto gli impianti sono realizzati con tipologia distributiva TN-S verrà comunque realizzata - al fine di rendere ancora più tempestivi gli interventi delle protezioni - mediante l'installazione di dispositivi a corrente differenziale installati a monte delle linee terminali e la connessione all'impianto di terra esistente. I conduttori di protezione saranno collegati all'impianto di terra globale mediante installazione di un conduttore PE che dalle barre di terra dei quadri collegherà tali masse e le masse estranee ivi presenti al collettore di terra generale di cabina.

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.

Nella distribuzione DC (dal modulo fino all'inverter) è previsto un sistema con entrambi i poli flottanti (sistema isolato); il primo guasto verso terra è conseguentemente a corrente nulla. Nel caso in cui il primo guasto non fosse rilevato e si verificasse un secondo guasto verso terra, si creerebbero correnti di guasto verso terra dell'ordine di svariati kA, non risolvibili dall'impianto di terra in quanto sarebbe necessaria una resistenza di terra MT molto bassa, difficilmente raggiungibile.

Pertanto, al fine di proteggere il sistema e limitare le tensioni di contatto (indicate nella CEI EN 50522) entrambi i poli DC di tutte le stringhe dovranno monitorati costantemente attraverso un controllo dell'isolamento verso terra.

6.10.1 Sovratensioni

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto deve essere installato un limitatore di sovratensioni che sarà dimensionato in fase di progettazione esecutiva. In particolare, si avrà:

- Protezione linea MT: dovrà essere installata la cella dotata di scaricatore sulla linea entrante;
- Protezione dei circuiti di potenza BT: quadri generali: dovranno essere utilizzati limitatori che avranno il compito di limitare in pochi microsecondi, le sovratensioni ad alto potenziale e, pertanto, saranno ad alta energia di scarica. Tali limitatori dovranno essere installati nei quadri principali (power center e quadri di primo livello) all'ingresso delle linee di alimentazione.

6.11 Architettura e caratteristiche scada e telecontrollo

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli string box, negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i "bus di campo", saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva.

I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

Inoltre, dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema SIAL di TERNA al fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria.

Dovrà essere assicurata la fornitura dei segnali necessari alla regolazione automatica della tensione nelle reti MT mediante il variatore sottocarico (VSC) posto sul primario dei trasformatori MT delle cabine primarie di distribuzione.

Il controllo della tensione sarà tipicamente realizzato attraverso almeno due modalità operative:

- variare sottocarico il rapporto di trasformazione del trasformatore MT mediante un regolatore automatico che impone alla sbarra MT un valore di tensione calcolato secondo una legge prefissata;
- scegliere a vuoto il rapporto di trasformazione dei trasformatori MT/BT poiché non dotati di variatore sottocarico.

Sarà inoltre presente un sistema completo per il controllo e regolazione "plant controller che comunicherà con gli apparati RTU ed UPDM dello stesso impianto.

6.11.1 Cavi di controllo e TLC

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

6.11.2 Monitoraggio ambientale

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare di dati climatici e di dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature pannelli.

I primi, dati di irraggiamento, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piroeliometri e piranometri montati su sistema di inseguimento solare, mentre i secondi saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto. Rientrano tra le specifiche del sistema di monitoraggio anche la rilevazione della temperatura dei pannelli indispensabile per la stima della producibilità del sistema fotovoltaico.

6.12 Sistema di sicurezza e antintrusione

Il sistema di sicurezza e antintrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo gli ingressi della recinzione che prevede la rilevazione di eventuali scavalcamenti o tagli della stessa.

Abbinata a questa sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video sui suddetti ingressi.

La seconda consiste nel creare un sistema di rilevazione e monitoraggio mediante sistema di video sorveglianza a circuito chiuso delle aree dell'impianto maggiormente sensibili e cruciali quali:

- cabine;
- zone in cui si concentrano gran numero di apparati;
- aree difficilmente monitorabili;
- aree di transito.

Il terzo sistema adottato è un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei pannelli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi.

Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy. Il sistema TVCC verrà affiancato a un sistema di sicurezza in fibra ottica. La fibra ottica può essere installata sulle recinzioni, sia rigide che elastiche, per la protezione del perimetro dai tentativi di sfondamento. La posa di un solo cavo di fibra al centro della recinzione è sufficiente a offrire un elevato grado di sicurezza fino a 3 m di altezza del recinto.

Il fissaggio avviene direttamente sulle maglie con fascette o con supporti in acciaio, posizionata in linea retta; è anche possibile attrezzare anche i cancelli con la stessa tecnologia. Il principio di funzionamento sfrutta l'elevata sensibilità delle fibre di vetro: lo sfondamento genera pieghe o rotture della fibra che vengono percepite dalle schede di analisi delle rotture (posizionate ogni 200 m ca. lungo il cavo) che inviano il segnale alla centralina che fa azionare il conseguente allarme. Tanto le centraline che i rilevatori di rottura vengono tarati in maniera tale da evitare allarmi impropri secondo livelli di sensibilità scalabili. La gestione può avvenire sia da centrale in loco o da remoto.

6.12.1 Impianti di illuminazione

Alcune aree di impianto verranno illuminate in periodo notturno al fine di minimizzare il rischio di furti e permettere un sicuro accesso al sito da parte del personale di impianto.

In particolare, è stata prevista l'illuminazione in prossimità dei seguenti manufatti: Cabine (Uffici, magazzino, di raccolta e di consegna), Power Station con inverter centralizzati e cancelli, mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per l'illuminazione esterna ubicati all'esterno sulle pareti dei manufatti e su pali. Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina.

L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine.

7 DESCRIZIONE TECNICA DELLA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto in oggetto sarà connesso in antenna in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132/36 kV da inserire in entra – esce alle linee RTN a 132 kV "San Bellino – Rovigo ZI" e "Canaro – Rovigo RT" mediante un cavidotto interrato per un percorso di circa 12,5km.

L'impianto dovrà (CEI o-16):

- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI o-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

Il cavidotto scelto per la connessione sarà del tipo ARG7H1R 18/30 kV in alluminio, similmente alle aree interne dell'impianto.

8 SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

8.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali impiegati nei calcoli sono le seguenti:

- Classe di resistenza del calcestruzzo C_{30/35}
- Classe di esposizione ambientale XC₄
- Classe di consistenza S₄
- Calcestruzzo gettato contro il terreno e permanentemente a contatto con esso - copriferro 75mm
- Calcestruzzo a contatto con il terreno o con acqua - copriferro 50mm
- Calcestruzzo non a contatto con il terreno o con acqua - copriferro 40mm
- Acciaio: Barre ad aderenza migliorata tipo B450C
- Acciaio strutturale: S355 per strutture di sostegno pannelli fotovoltaici

8.2 CARATTERIZZAZIONE GEOMETRICA STRUTTURE

Il progetto prevede l'impiego di una struttura metallica di tipo tracker con fondazione su pali infissi nel terreno, in grado di esporre il piano ad un angolo di tilt pari a $\pm 55^\circ$.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni antifurto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo;
- tipo di struttura: tracker;
- inclinazione sull'orizzontale 55° ;
- Esposizione (azimuth): 0° ;
- Altezza min: 2,10m (rispetto al piano di campagna)
- Altezza max: 4,02 m (rispetto al piano di campagna)
- Profondità infissione pali: 5,50 m

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

Valutare la realizzabilità dell'operazione di infissione in fase esecutiva, data la possibilità di ritrovamento di lenti di materiale roccioso difficilmente penetrabile.

8.3 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 celle con tecnologia bifacciale, indicativamente della potenza di 720 Wp, di dimensioni 2384 mm x 1303 mm predisposti lungo il lato corto su 1 fila ed una inclinazione di $\pm 55^\circ$, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici bifacciali utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica.

La fondazione delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici sarà costituita da pali infissi nel terreno con una profondità determinata in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno sul quale verranno installate:

- 1) **A pali infissi:** costituita da profili in acciaio infissi nel terreno per una profondità minima di 5,50 m, e comunque tale da garantire la stabilità della "vela" costituita dall'insieme dei pannelli e della struttura a sostegno.

Come mostrato negli elaborati di progetto si è proceduto considerando uno "schema tipo", che presenta caratteristiche tecnico-costruttive analoghe a quelle desumibili dai prodotti commerciali più comunemente utilizzati per impianti FV simili a quello in oggetto.

La struttura di sostegno sarà costituita dai seguenti profili in acciaio:

- Montanti: **HEA 220, HEB 220**
- Traverso: **Scatolare 100x200x12 mm**
- Sostegni pannelli fotovoltaici: **Omega 30x100x50x3 mm.**

Gli schemi statici utilizzati per le verifiche risultano essere i seguenti:

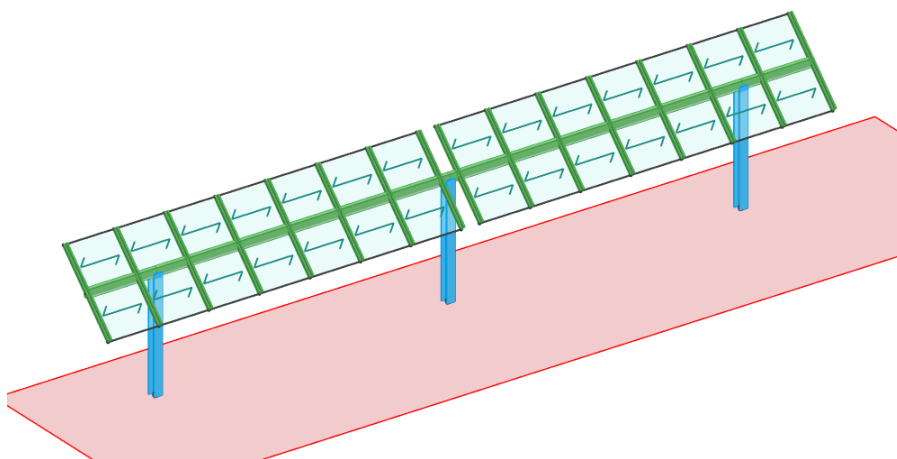


Figura 23 - Modello strutturale

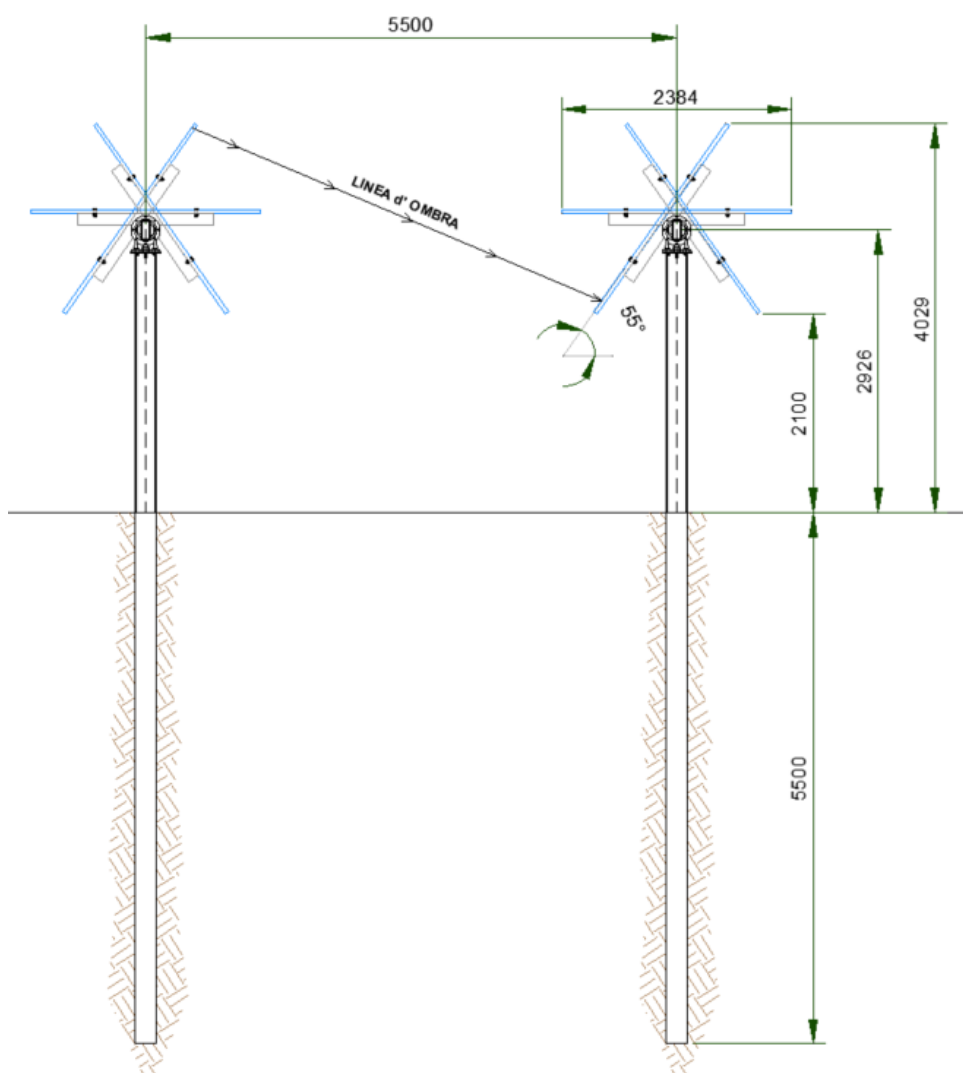


Figura 24 – Prospetto Modello strutturale e quotato