

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO DI PRODUZIONE DA FONTE SOLARE “BONDENO GAVELLO” DA INSTALLARE NEL COMUNE DI BONDENO (FE)

00	11/2025	Prima emissione	FC	RM	RC
REV	DATA	DESCRIZIONE	BY	CHK	APP

“Il presente documento è di proprietà di Grid Shape s.r.l. – via Quattro Novembre, 2 – 35123 Padova (Italia). Tutti i diritti su questo documento, sulle immagini, sui disegni e sui testi sono riservati. È severamente vietato cedere, copiare, utilizzare e/o divulgare il presente documento e/o il suo contenuto a terzi. I trasgressori verranno perseguiti”

INDEX

1	DATI GENERALI DI PROGETTO	3
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
3	LOCALIZZAZIONE DEL SITO	5
3.1	Suddivisione Sottocampi.....	7
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	8
4.1	Scavi e viabilità interna	8
4.2	Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico (tracker)	8
5	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	11
5.1	Pannello fotovoltaico.....	12
5.2	Inverter	14
5.3	Cabina di trasformazione	16
5.4	Connessioni elettriche	18
5.5	Cabina di raccolta 36 kV.....	20
5.6	Sistema SCADA, RTU e Telecontrollo	21
5.7	Sistema di comunicazione	22
5.8	Impianti di illuminazione.....	23
5.9	Impianto di terra	23
6	Opere civili e altri interventi minori.....	23
7	CALCOLO DELLA PRODUZIONE FOTOVOLTAICA	26
7.1	Strumento utilizzato	26
7.2	Dati Meteo utilizzati	26
7.3	Stima di Produttività	26
7.3.1	Produzione ad impianto nuovo.....	26
7.3.2	Incremento di produzione per l'utilizzo di moduli bifacciali	26
7.3.3	Perdite di efficienza nel tempo dei pannelli solari	26
7.4	Stima di produttività dell'impianto nel periodo di vita operativa	26
8	NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	28

1 DATI GENERALI DI PROGETTO

Ubicazione	
Regione	Emilia-Romagna
Provincia	Ferrara
Comune	Bondeno
Riferimenti Catastali	Fg.69 Mp. 23 Fg.70 Mp. 393-105-351-352-353-444-469-251-433-218-459-455-104-394-396-428-1297-397-453-457-103-437 Fg.90 Mp. 13-14-20-21-49-8-48-51-15-22-1 Fg.92 Mp. 65-78-127-66-119-120-154-155-1-2-123 Fg.113 Mp. 12-13-16-28 Fg.114 Mp. 10-58-61-85-155-157-172-174-67-68-9-106-126-135-70-71-72-73-220-57-192
Area disponibile	180,3 ha
Società proponente	
Ragione Sociale	SEDNA SOLAR S.R.L.
C.F. / P.iva	12032660966
Pec	csomititalia@lamiaptec.it
Indirizzo Sede Legale	VIA BERNINA, 7 - MILANO (MI) CAP 20158
Grandezze principali di impianto	
Potenza DC/Potenza nominale	115.555,440 kWp /100.200,000 kW
Potenza AC di connessione	100.000,00 kW
Componenti principali di impianto	
Cabina di Raccolta	n.6 cabine di raccolta a 36 kV
Cabine di trasformazione	n.16 skid di trasformazione 6600 kVA n.10 skid di trasformazione 3300 kVA
Inverter di stringa	n. 334 inverter HUAWEY 330-KTL-H1 330kW
Moduli	n. 175.084 moduli Bifacial Canadian Solar 660W
Tracker	Monoassiali 1P con azimuth 7°-9°-10°-13°-14°-15°
Opere di connessione alla rete	
Tensione di connessione	36kV – Alta tensione
Gestore di rete	Terna spa
Cod. pratica	202404578

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nella presente relazione tecnico specialistica vengono illustrate le scelte progettuali adottate per la realizzazione di un **impianto agrivoltaico avanzato** per la produzione di energia da fonte solare, di potenza di picco pari a 115.555,440 kWp, con tracker ad inseguimento mono-assiale (asse in direzione N-S) nel Comune di Bondeno (FE) e delle opere connesse, nonché delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

L'impianto sarà collegato tramite un nuovo elettrodotto in cavo interrato in antenna a 36 kV alla nuova Stazione Elettrica (SE) della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 132/36 kV a cui verranno ricollegate le linee RTN a 132 kV "Finale Emilia – Bondeno", "Bondeno – Ferrara Cassana" e "Bondeno Pilastresi All.", previo:

- potenziamento/rifacimento delle direttrici RTN a 132 kV "Bondeno – Finale Emilia", "Bondeno – Ferrara Cassana" e "Ferrara Cassana - Ferrara ZI".
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 132 kV tra la nuova SE suddetta e la futura sezione a 132 kV dell'esistente SE RTN a 380 kV denominata "Ferrara Nord", prevista dall'intervento 318-P del Piano di Sviluppo Terna
- realizzazione dell'intervento 318-P del Piano di Sviluppo Terna

Ai sensi dell'art.21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in cavo interrato a 36 kV per il collegamento dell'impianto alla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'impianto in questione sarà del tipo a pannelli fotovoltaici su strutture ad inseguimento infisse nel terreno; esso sarà essenzialmente composto dai seguenti elementi:

- Strutture di sostegno ad inseguimento mono assiale "tracker";
- Pannelli fotovoltaici;
- Quadri Elettrici BT;
- Inverter di stringa per la conversione CC/CA;
- Cabine di trasformazione BT/36 kV;
- Cabine di raccolta 36 kV;
- Fanno parte dell'impianto elementi ausiliari e complementari:
 - Impianti ausiliari;
 - Sistema di sicurezza e sorveglianza;
 - Viabilità di accesso e strade di servizio;
 - Recinzione perimetrale;

Il posizionamento delle apparecchiature e delle strutture dell'impianto, nonché il tracciamento delle opere edili, è stato eseguito partendo dalla superficie complessivamente disponibile all'interno dell'area rurale di valorizzazione fruitiva delle risorse ambientali.

Dal confronto delle misure effettuate sulla zona geografica, dei dati satellitari e delle mappe catastali, si è pervenuto ad una prima tracciatura dei confini dell'impianto.

3 LOCALIZZAZIONE DEL SITO

L'area di intervento in oggetto per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico avanzato è in un terreno di 180,3 ha, all'interno dei confini comunali di Bondeno, suddivisa in 6 macro sotto-campi. Le coordinate geografiche di riferimento, latitudine e longitudine sono 44.904081, 11.289288 (sotto-campo centrale).

I terreni sono censiti al comune di Terre del Reno:

- Fg.70 Mp. 393-105-351-352-353-444-469-251-433-218-459-455-104-394-396-428-1297-397-453-457-103-437
- Fg.90 Mp. 13-14-20-21-49-8-48-51-15-22-1
- Fg.92 Mp. 65-78-127-66-119-120-154-155-1-2-123
- Fg.113 Mp. 12-13-16-28
- Fg.114 Mp. 10-58-61-85-155-157-172-174-67-68-9-106-126-135-70-71-72-73-220-57-192

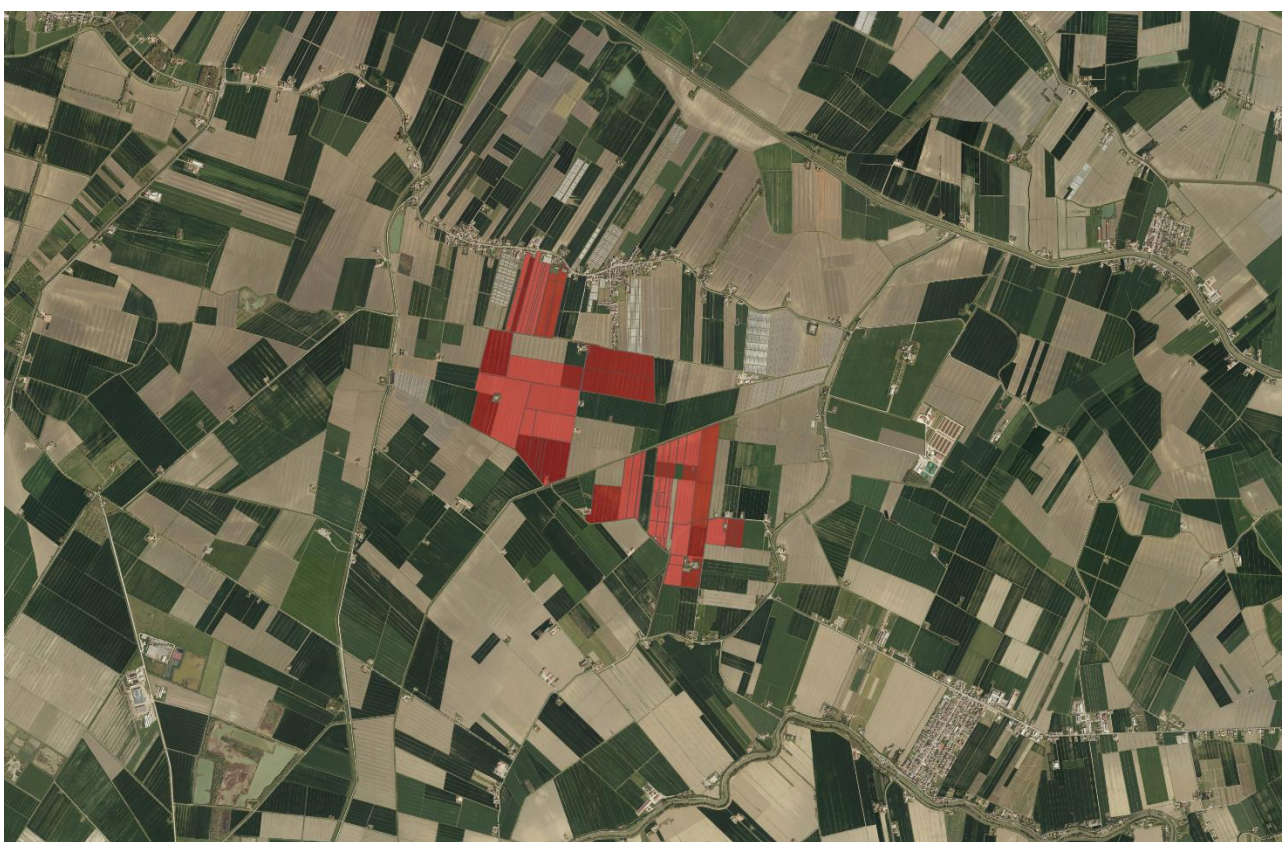


Figura 1. Inquadramento dei terreni su ortofoto

Il cavidotto a 36 kV di collegamento alla nuova Stazione Elettrica della RTN si estende per una lunghezza di circa 11,62 km nei comuni di Bondeno (FE) e Finale-Emilia (MO). La nuova Stazione Elettrica è localizzata alle coordinate Lat. – Long. 44.8737203,11.4148898. Per maggiori dettagli sulle opere di connessione si rimanda agli appositi elaborati di progetto.



Figura 2: Tracciato del cavidotto di collegamento tra i sottocampi dell'impianto (verde) e tracciato del cavidotto dal sottocampo 6 alla SE Bondeno (giallo)

3.1 Suddivisione Sottocampi

Essendo l'area di impianto molto estesa, è stata suddivisa in sei sottocampi (1, 2, 3, 4, 5a, 5b, 6) in modo da facilitare la gestione dei documenti prodotti.



Figura 3. Rappresentazioni sottocampi impianto

Di seguito elencati gli angoli azimuth previsti per i moduli di ciascun sottocampo:

Sotto-Campo 1: Azimuth 15°

Sotto-Campo 2: Azimuth 9-10-13-14°

Sotto-Campo 3: Azimuth 10°

Sotto-Campo 4-5a-5b-6: Azimuth 7°

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'impianto agrivoltaico sarà composto da 175.084 moduli fotovoltaici, ciascuno con una potenza di picco di 660 Wp e dimensioni pari a 1.134 mm x 2.382 mm.

I moduli saranno installati su strutture metalliche rotanti monoassiali, note come tracker, che consentono l'inseguimento solare.

I tracker sono costituiti da travi metalliche (generalmente a sezione H o simili) infisse direttamente nel terreno mediante l'utilizzo di macchine battipalo. Tali travi verticali sostengono una trave orizzontale rotante, sulla quale sono montati i pannelli fotovoltaici.

Il movimento della trave orizzontale è gestito da un motore centrale, che consente la rotazione dei pannelli da Est a Ovest, con un'escursione angolare fino a $\pm 60^\circ$, ottimizzando così l'esposizione solare nel corso della giornata.

4.1 Scavi e viabilità interna

Le linee elettriche destinate al trasporto dell'energia e del segnale verranno, per la maggior parte, interrate con la logica di seguito descritta:

- i collegamenti tra quadri di stringa ed inverter saranno interrati in tubo di DPE;
- le linee AT interne al campo saranno posate con la medesima modalità (tubo DPE).

La larghezza dello scavo potrà variare in relazione al numero di linee elettriche che dovranno essere posate.

I materiali rinvenuti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno temporaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro. Non è previsto, quindi, movimentazione di terre e rocce al di fuori dell'area di intervento. Le linee verranno segnalate con opportuno nastro segnalatore interrato. Eventuali pozzetti saranno opportunamente riempiti di sabbia, per scongiurare furti.

La viabilità interna e la piazzola circondante le cabine sarà costituita da materiale di vario spessore. Di seguito una sezione tipo della strada interna. Si rimanda all'elaborato di dettaglio per ulteriori approfondimenti.

4.2 Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico (tracker)

I moduli saranno installati su strutture metalliche rotanti monoassiali, note come tracker, che consentono l'inseguimento solare. Esse realizzano un gruppo ad inseguimento di lunghezza fino a circa 70 m con un unico gruppo motorizzato centrale in corrente continua, alimentato da un sistema isolato costituito da un pannello fotovoltaico ed un gruppo di accumulo dedicato.

I tracker sono costituiti da travi metalliche (generalmente a sezione H o simili) infisse direttamente nel terreno mediante l'utilizzo di macchine battipalo. Tali travi verticali sostengono una trave orizzontale rotante, sulla quale sono montati i pannelli fotovoltaici.

Il movimento della trave orizzontale è gestito da un motore centrale, che consente la rotazione dei pannelli da Est a Ovest, con un'escursione angolare fino a $\pm 60^\circ$, ottimizzando così l'esposizione solare nel corso della giornata.

Nel progetto in esame il pitch (distanza tra tracker paralleli) è fissato a 6 m.

Le misure dei tracker, che saranno definite dal fornitore in fase esecutiva, sono le seguenti:

- travi di sostegno infisse ogni 7,2m circa, ad una profondità di circa 3,5m;
- altezza asse orizzontale rispetto al suolo: 3,2m

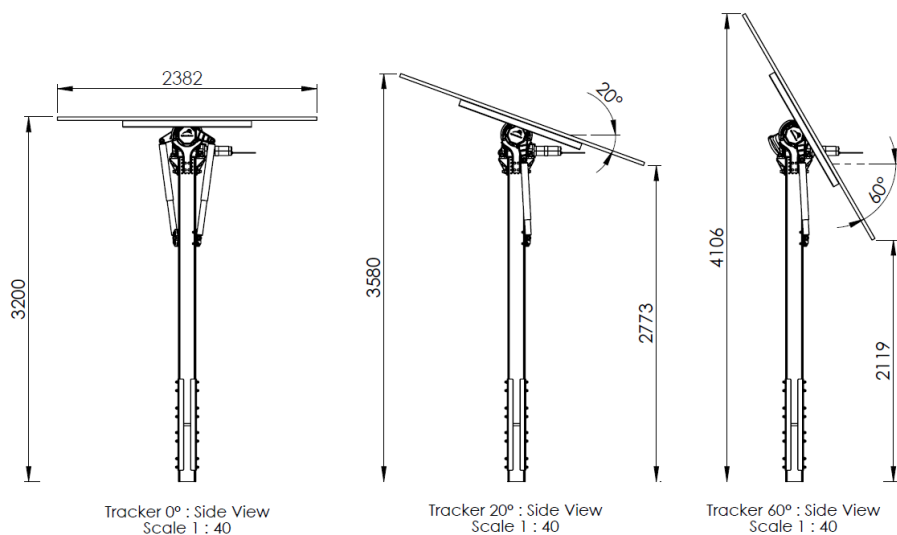


Figura 4. Viste laterali tracker agrivoltaici

I pali di sostegno sono posti in opera con semplice battitura, con macchinari analoghi a quello mostrato nell'immagine sottostante.



Figura 5. Esempio macchina battipalo per il fissaggio delle strutture

SPECIFICHE TECNICHE PRINCIPALI	
Tipologia di tracker:	Inseguitore solare orizzontale monoassiale indipendente; Possibile qualsiasi azimut (idealmente N-S);
Algoritmo di tracking:	Formule astronomiche accurate; precisione di tracking = 1.0°. Backtracking 3D individuale, adattabilità al profilo del terreno
Range di rotazione:	Standard $\pm 55^\circ$; opzione $\pm 60^\circ$ disponibile.
Ground cover ratio:	Liberamente configurabile dal cliente (tra 34% e 50%)
Moduli compatibili:	Moduli con frame; Tutte le principali marche
Montaggio del modulo:	1 modulo portrait; 2 moduli landscape
Movimentazione:	1 motore indipendente per tracker
Potenza di picco per tracker	45 kWp (considerando moduli da 500 Wp)
N° di Moduli per tracker:	Fino a 90 moduli a 72 celle (1500 V)
Voltaggio campo fotovoltaico:	1000 V o 1500 V
Alimentazione elettrica:	Autoalimentato con apposito pannello fotovoltaico e con batterie Li-FePO ₄
Comunicazione:	Rete radio wireless Soltigua
Monitoraggio:	Controllo locale tramite SCADA; Controllo remoto disponibile
Tipo di fondazioni:	Standard: palo infisso; compatibile anche con: fondazioni fuori terra (blocchi di cemento); viti a terra
Resistenza al vento (Eurocodici):	Operativa: fino a 80 km/h in qualsiasi posizione; Posizione di sicurezza: fino a 200+ km/h in posizione di sicurezza.
Resistenza alla neve:	Fino a 1.500 N/m ² ; in base della versione di tracker
Tempo di chiusura del tracker:	≤ 6 min; 3.5 min in media
Tolleranze d'installazione:	Nord Sud: ± 40 mm; Est-Ovest: ± 40 mm palo standard; ± 28 mm palo motore; Verticale: ± 45 mm; Inclinazione: $\pm 1^\circ$; Twist: $\pm 7,5^\circ$
Pendenza del terreno:	Max. 15% di pendenza in direzione longitudinale (Nord- Sud); disponibile opzione max. 20% di pendenza; Qualsiasi pendenza in direzione trasversale (Est-Ovest) [max. 70% pendenza locale per consentire la rotazione]; Deviazione dal profilo teorico del terreno ± 150 mm
Installazione:	Progettato per un assemblaggio rapido e semplice; nessuna saldatura o foratura richiesta in loco
Materiali:	HDG, Z e ZM acciaio da costruzione; Cuscinetti esenti da manutenzione; Manutenzione triennale per il motore
Certificazioni/Conformità:	CE 2006/42/UE; Eurocodici EN1991-1-1/3/4; LV 2014/35/UE; EMC 2014/30/UE ; ISO 9001-2015 e ISO 14001-2015; IEC 62817:2017
Garanzia:	Struttura: 10 anni; Motore, batterie ed elettronica: 5 anni; Corrosione: 30 anni in categoria C2; Disponibile estensione di garanzia
Messa a terra:	La struttura rotante è messa a terra tramite il palo motorizzato; le cornici dei moduli FV sono connesse alla struttura rotante con n.1 star washer per ogni modulo.

Figura 6. Scheda tecnica tracker

5 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto in oggetto è di tipo grid-connected e la modalità di connessione è in "Trifase in alta tensione", con potenza complessiva pari a 115.555,440 kWp.

I principali dati caratteristici dell'impianto sono riportati in:

	Valore	Unità
Area catastale	180,333	ha
Area recintata	148,665	ha
Area occupata da moduli fotovoltaici	47,294	ha

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

- Potenza di picco del campo: 115.555,440 kWp;
- N. totale di pannelli FTV: 175.084 da 660 Wp;
- N totale stringhe: 6734
 - o 2908 tracker da 52 (=2 stringhe)
 - o 918 tracker da 26 (=1 stringa)
- N.totale inverter di campo: 334 a cui convergono fino ad un massimo di 24 stringhe per ogni inverter;

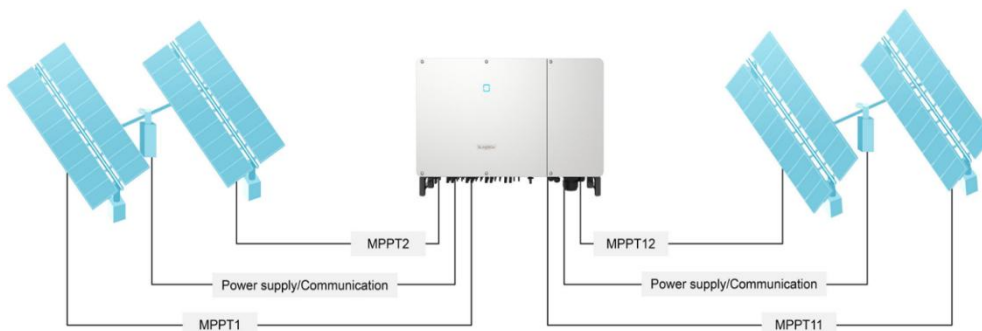


Figura 7. Collegamento tra stringhe di pannelli FTV e inverter di stringa

In particolare, quindi:

- La potenza DC nominale dell'impianto è di: 115.555,440 kWp;
- Stringhe da 26;
- La distanza tra le file parallele è stata scelta pari a 6 metri;
- Numero 334 inverter di stringa;
- Quadro di parallelo in bassa tensione – AC;
- 16 Skid di trasformazione da 6600 kVA;
- 10 Skid di trasformazione da 3300 kVA;
- 6 Cabine di raccolta;
- Sistema di sicurezza antintrusione;
- Cavi di potenza AT e BT;
- Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico
- Impianto di illuminazione e videosorveglianza

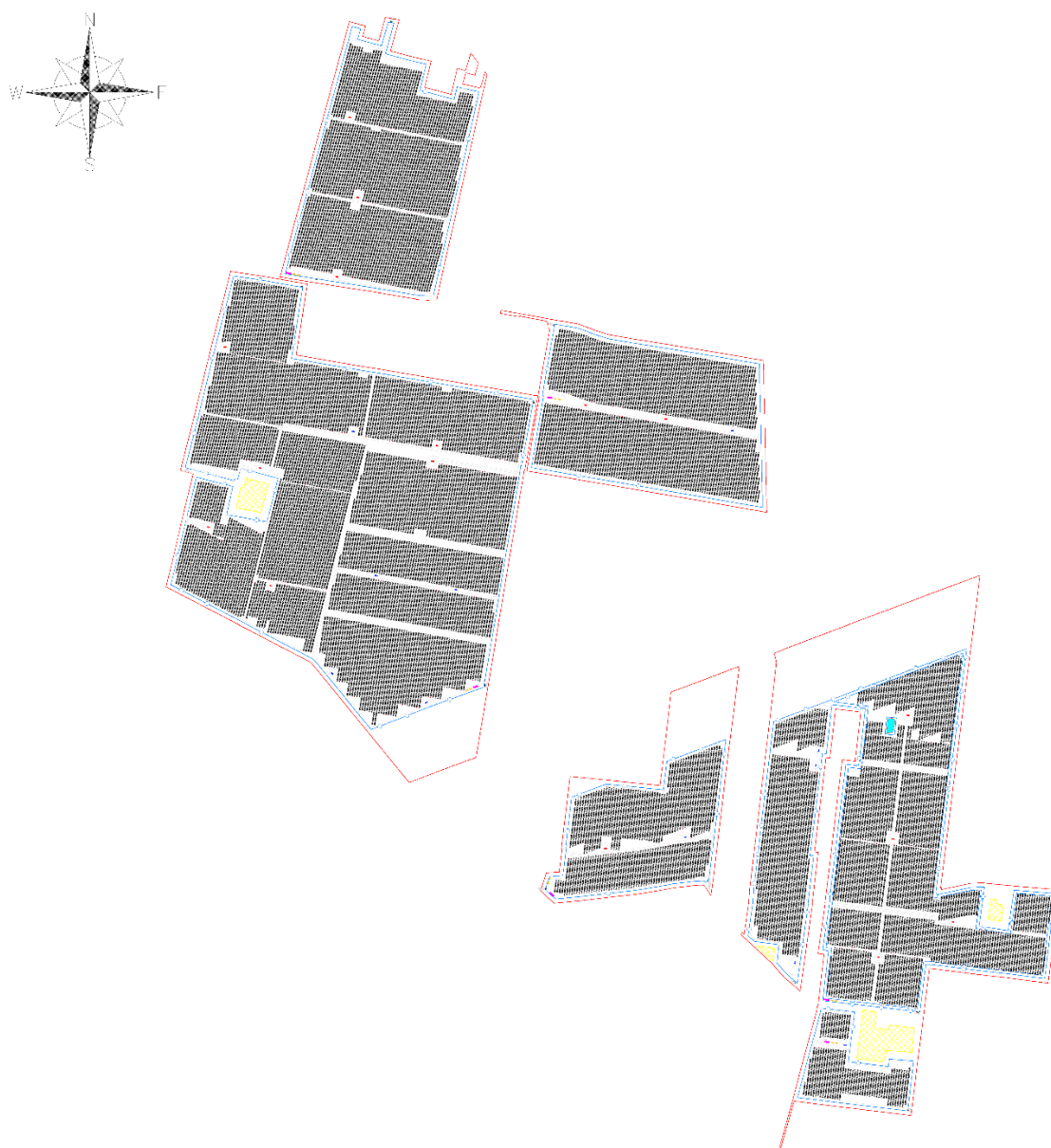


Figura 8. Layout generale di progetto

5.1 Pannello fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico è costituito dai 175.084 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino scelto fra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato, dotato di una potenza nominale pari a 660 Wp, costruito da Canadian Solar, modello TOPBiHIKU6. In sede di progettazione definitiva, prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare la scelta verso altra tipologia di pannelli.

Ciascun modulo è accompagnato da un data-sheet e da una targhetta che sottoposta a foto e termodegradazione, possa durare nel tempo apposto sopra il modulo fotovoltaico, riportante le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

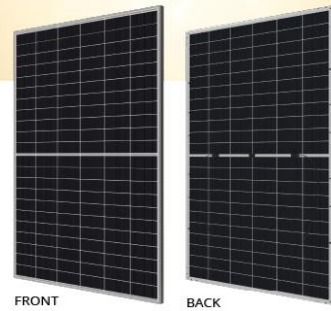
TOPBiHiKu6

New N-type High Power Bifacial Module

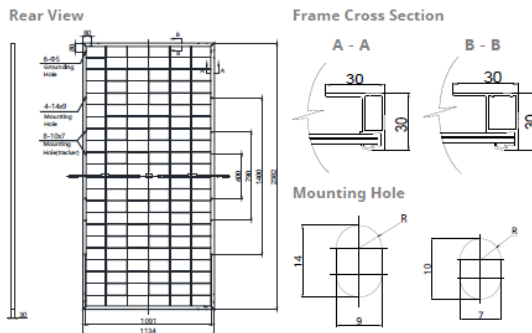
630 W ~ 660 W

CS6.2-66TB-630 | 635 | 640 | 645 | 650 | 655 | 660

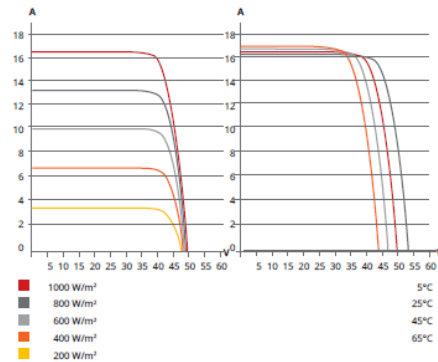
MORE POWER



ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6.2-66TB-650HP / 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
CS6.2-66TB-630	630 W	41.6 V	15.16 A	48.8 V	16.20 A	23.3%
Bifacial Gain**	5%	662 W	41.6 V	15.92 A	17.01 A	24.5%
	10%	693 W	41.6 V	16.68 A	17.82 A	25.7%
	20%	756 W	41.6 V	18.19 A	19.44 A	28.0%
CS6.2-66TB-635	635 W	41.8 V	15.21 A	49.0 V	16.26 A	23.5%
Bifacial Gain**	5%	667 W	41.8 V	15.97 A	17.07 A	24.7%
	10%	699 W	41.8 V	16.73 A	17.89 A	25.9%
	20%	762 W	41.8 V	18.25 A	19.51 A	28.2%
CS6.2-66TB-640	640 W	42.0 V	15.26 A	49.4 V	16.32 A	23.7%
Bifacial Gain**	5%	672 W	42.0 V	16.02 A	17.14 A	24.9%
	10%	704 W	42.0 V	16.79 A	17.95 A	26.1%
	20%	768 W	42.0 V	18.31 A	19.58 A	28.4%
CS6.2-66TB-645	645 W	42.2 V	15.31 A	49.6 V	16.38 A	23.9%
Bifacial Gain**	5%	677 W	42.2 V	16.08 A	17.20 A	25.1%
	10%	710 W	42.2 V	16.84 A	18.02 A	26.3%
	20%	774 W	42.2 V	18.37 A	19.66 A	28.7%
CS6.2-66TB-650	650 W	42.4 V	15.36 A	49.8 V	16.43 A	24.1%
Bifacial Gain**	5%	683 W	42.4 V	16.13 A	17.25 A	25.3%
	10%	715 W	42.4 V	16.90 A	18.07 A	26.5%
	20%	780 W	42.4 V	18.43 A	19.72 A	28.9%
CS6.2-66TB-655	655 W	42.6 V	15.40 A	50.1 V	16.49 A	24.2%
Bifacial Gain**	5%	688 W	42.6 V	16.17 A	17.31 A	25.5%
	10%	721 W	42.6 V	16.94 A	18.14 A	26.7%
	20%	786 W	42.6 V	18.48 A	19.79 A	29.1%
CS6.2-66TB-660	660 W	42.8 V	15.45 A	50.4 V	16.55 A	24.4%
Bifacial Gain**	5%	693 W	42.8 V	16.22 A	17.38 A	25.7%
	10%	726 W	42.8 V	17.00 A	18.21 A	26.9%
	20%	792 W	42.8 V	18.54 A	19.86 A	29.3%

* 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 | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS6.2-66TB-630	477 W	39.3 V	12.12 A	46.2 V	13.05 A
CS6.2-66TB-635	480 W	39.5 V	12.16 A	46.4 V	13.10 A
CS6.2-66TB-640	484 W	39.7 V	12.19 A	46.8 V	13.15 A
CS6.2-66TB-645	488 W	39.9 V	12.23 A	47.0 V	13.20 A
CS6.2-66TB-650	492 W	40.1 V	12.27 A	47.2 V	13.24 A
CS6.2-66TB-655	495 W	40.3 V	12.30 A	47.4 V	13.29 A
CS6.2-66TB-660	499 W	40.5 V	12.34 A	47.7 V	13.33 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	2382 x 1134 x 30 mm (93.8 x 44.6 x 1.18 in)
Weight	32.8 kg (72.3 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)	300 mm (11.8 in) (+) / 200 mm (7.9 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	36 pieces
Per Container (40' HQ)	720 pieces

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

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 Bifaciality = Pmax_{rear} / Pmax_{total}, both Pmax_{total} and Pmax_{rear} are tested under STC. Bifaciality Tolerance: ± 5 %

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.25 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.045 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

Figura 9. Modulo fotovoltaico

5.2 Inverter

Come precedentemente esposto, la conversione C.C./C.A. avverrà tramite l'installazione di 334 inverter di stringa, modello Huawei SUN2000-330KTL-H1 o similari con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri.

Gli inverter saranno 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.



Gli inverter dovranno rispettare i seguenti standard principali:

- EN 50178;
- IEC/EN 62109-1;
- IEC/EN 62109-2;
- IEC/EN61000-6-2;
- IEC/EN61000-6-4;
- IEC 62109-1;
- IEC 62109-2;
- IEC/EN61000-3-11;
- IEC/EN61000-3-12;
- IEC/EN61000-3 series;
- IEC/EN61000-6 series;
- Annexes A68 e A70 TERNA.

Di seguito viene riportata la scheda tecnica degli inverter di campo:

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥ 99.03%
European Efficiency	≥ 98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPPT	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	THD, < 1% (Rated)
Protection	
Smart String-level Disconnection (SSLD)	Yes
Smart Connector-level Detection (SCLD)	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Detection	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Detection Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤ 112 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m
Relative Humidity	0 ~ 100% (Non-condensing)
DC Connector	HH4SMM4TMSPA / HH4SFM4TMSPA
AC Connector	Support OT / DT Terminal (Max. 400 mm ²)
Protection Degree	IP 66
Anti-corrosion Protection	C5-Medium
Topology	Transformerless
Standards Compliance	
IEC 62109-1/-2, IEC 62920, IEC 60947-2, EN 50549-2, IEC 61683, etc.	

Figura 10. Scheda tecnica inverter

5.3 Cabina di trasformazione

La conversione della potenza avverrà mediante strutture compatte containerizzate dette Skid, contenenti:

- quadri di parallelo cavi BT;
- trasformatore in olio;
- quadri a 36 kV.

Le dimensioni esterne dell'intera struttura corrispondono a quelle di un container 20' HC ISO. Il modello scelto ha precisamente le seguenti dimensioni: 6058 x 2896 x 2438 mm (W x H x D). In fase esecutiva possono essere valutate soluzioni alternative, tramite altri fornitori. La struttura si poserà su apposite fondazioni in c.a.



Nell'impianto è prevista l'installazione di N. 16 trasformatori da 6.600,00 kVA e N. 10 trasformatori da 3.300,00 kVA.

Technical Specifications

Model	JUPITER-9000K-H1	JUPITER-6000K-H1	JUPITER-3000K-H1
Input			
Available Inverters / PCS	SUN2000-330KTL-H1 / SUN2000-330KTL-H2 / LUNA2000-200KTL-H1		
Max. LV AC Inputs	30	22	11
AC Power	9,000 kVA @40°C ¹	6,600 kVA @40°C ¹	3,300 kVA @40°C ¹
Rated Input Voltage	800 V		
LV Panel Segregation	Form 2b		
LV Main Switches	ACB (4,000 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 1 x 1 pcs)
LV Main Switches for Inverters / PCS	MCCB (400 A, 2 x 15 pcs)	MCCB (400 A, 2 x 11 pcs)	MCCB (400 A, 11 pcs)
Output			
Rated Output Voltage	10~35 kV ²		
Frequency	50 Hz or 60 Hz		
Transformer Type	Oil-Immersed, Conservator Type		
Transformer Cooling Type	ONAN		
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%		
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)		
Transformer Vector Group	Dy11-y11		Dy11
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1		
RMU Type	SF ₆ Gas Insulated		
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit		
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit		
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Single-phase, II0		
Output Voltage of Auxiliary Transformer	230 / 127 Vac		
Protection			
Transformer Detection & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz		
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54		
Internal Arcing Fault of STS	IAC A 20 kA 1s		
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N		
LV Overvoltage Protection	Type I+II		
Anti-rodent Protection	C5-Medium		
Features			
2 kVA UPS	Optional ³		
MV Surge Arrester for Transformer	Optional ³		
General			
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC ISO Container)		
Weight	< 28 t	< 23 t	< 15 t
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ⁴		
Relative Humidity	0% ~ 95% (Non-condensing)		
Max. Operating Altitude	1,000 m ⁵		
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite		
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability		
Communication	Modbus TCP, Preconfigured with SmartACU2000D		
Standards Compliance			
IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1			

¹ More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.
² Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request.
³ Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.
⁴ When ambient temperature ≥35°C, cooling shall be equipped for STS on site by customer.
⁵ For higher operating altitude, pls consult with Huawei.

Figura 11 - Datasheet cabina di trasformazione Huawei Jupiter

Tabella 1 - Superfici occupate da cabine di trasformazione

	Valore	Unità
Numero cabine di trasformazione Huawei Jupiter	26	-
Area occupata da ogni cabina di trasformazione	14,77	m ²
Area totale occupata da cabine di trasformazione	384,02	m ²

5.4 Connessioni elettriche

Il sistema elettrico di connessione dell'impianto è costituito da:

- N. 26 cabine BT/36 kV di trasformazione.
- N. 6 cabine di raccolta a 36 kV .
- N. 5 linee a 36 kV di collegamento tra le cabine di raccolta presenti in impianto
- N. 1 linea a 36 kV in cavo interrato che collegherà l'impianto agrivoltaico alla stazione elettrica "Bondeno", come individuato nelle planimetrie di progetto; i cavi interrati saranno opportunamente segnalati con apposito nastro colorato.

Il dimensionamento dei cavi interni all'impianto è realizzato in modo tale che si abbia compatibilità tra le stringhe di moduli fotovoltaici e l'inverter adottato.

Infatti, si verificherà che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

- $V_{mod\ min} \geq V_{inv\ MPPT\ min}$
- $V_{mod\ max} \leq V_{inv\ MPPT\ max}$
- $VOC\ max < V_{inv\ max}$

Nelle quali $V_{inv\ MPPT\ min}$ e $V_{inv\ MPPT\ max}$ rappresentano, rispettivamente, i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza, mentre la $V_{inv\ max}$ è il valore massimo di tensione c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi, le sezioni per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio. Si nota che per i vari tratti di collegamento dell'impianto fotovoltaico, la caduta massima di tensione è stata considerata pari a 1,5%.

Internamente al campo fotovoltaico i moduli fotovoltaici sono connessi in serie a formare, elettricamente, stringhe di 26 unità, tramite cavi solari di sezione 6 o 10 mm², che saranno fissati direttamente alle strutture metalliche dei tracker mediante fascette e/o direttamente interrati.

I cavi solari saranno quindi connessi agli inverter di stringa, dislocati in modo uniforme lungo tutto il campo fotovoltaico. Da ogni inverter di stringa partirà un cavo AC, verso il quadro di raccolta BT dello Skid.

I cavi AC di collegamento tra inverter di stringa e Skid saranno interrati in tubo di DPE ad almeno 100 cm di profondità rispetto al piano campagna, per evitare interferenze con le attività agricole; tali cavi saranno di tipo XZ1(S) 1.8/3 kV, di sezione pari a 300/400 mm². Per ottimizzare gli ingombri in pianta delle aree di scavo è previsto di disporre i cavidotti su uno o due livelli, a seconda del numero di linee da disporre in parallelo.

Gli Skid, invece, saranno collegati tra loro e alla cabina di raccolta tramite cavi a 36 kV di adeguata sezione, ad una profondità di almeno 120 cm, interrati in tubo di DPE. In particolare, si è scelto di prevedere l'utilizzo di cavi NA2XS(F)2Y CPR F 20,8/36 (42) kV con le seguenti sezioni:

- Sezione 240mm² per il collegamento tra gli Skid di trasformazione e con la cabina di raccolta cavi a 36 kV interna all'impianto
- Sezione 630 mm² per i cavidotti di collegamento alla Sottostazione Elettrica Utente

Per l'alimentazione degli ausiliari in BT trifase si utilizzeranno cavi FG17 450/750V con sezione 3x25+16mmq; per gli ausiliari da alimentare in monofase (come illuminazione e TVCC) stesso cavo 2x10mmq.

Tabella 2: scelte progettuali per le varie tipologie di cavi interni all'impianto fotovoltaico

Connessione	Tipologia cavo	Posa
Modulo-inverter di stringa	H1Z2Z2-K 1500 V cc da 6mmq / 10mmq	Interrata
Inverter di stringa – trasformatore	3x (1.8/3 kV XZ1(S))	Interrata
Trasformatore – cabina di raccolta	3x (20.8/36 kV NA2XS(F)2Y CPR F 20,8/36 (42) kV)	Interrata
Alimentazione BT degli ausiliari	FG17 450/750 V 3x25+16 mmq oppure 2x10mmq	Interrata

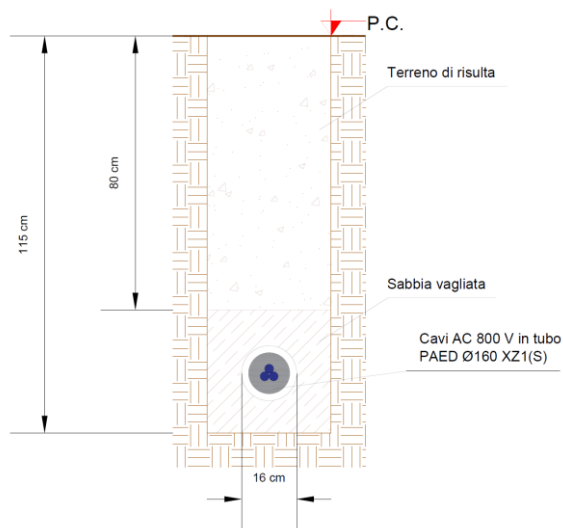


Figura 12: Sezione tipica di scavo per posa cavidotto BT di collegamento inverter di stringa – Skid di trasformazione

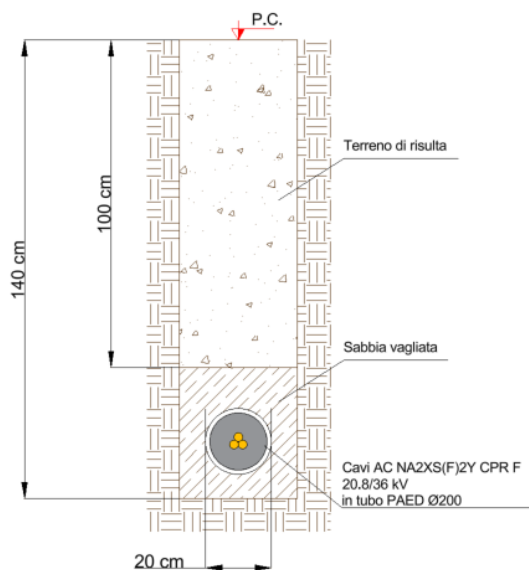


Figura 13: Sezione tipica di scavo per posa cavidotto BT di collegamento Skid di trasformazione – cabina di raccolta 36 kV

Si vedano la tavola 1037-PAUR2-D16-00 per una migliore comprensione dello schema dei collegamenti elettrici interni al campo fotovoltaico.

Nella tabella sottostante sono riportati i volumi di scavo stimati per la posa dei cavidotti BT di collegamento inverter – cabina di trasformazione e per i cavidotti a 36 kV di collegamento tra le cabine di trasformazione con la cabina di raccolta interna compresa in ciascun lotto.

Tabella 3 - Stima dei volumi di scavo per la posa dei cavidotto BT e AT (escluse le opere di rete)

Tipologia cavidotto	Livello di tensione	Lunghezza media collegamenti	Volume singolo collegamento	Numero inverter	Numero cabine di trasformazione	Volume totale
	[-]	[m]	[m ³]	[-]	[-]	[m ³]
Inverter - Skid Trasformazione	BT	107,5	37,1	334	26	12387,2
Skid Trasformazione - Cabina di raccolta	AT	312,6	175,0			4551,0

5.5 Cabina di raccolta 36 kV

Sarà inoltre installata una cabina in c.a.v. di raccolta in cui saranno posizionati i quadri elettrici a 36kV che raccoglieranno i cavi provenienti dagli Skid e da cui partiranno i cavi verso la Stazione Elettrica. Questa cabina avrà dimensioni esterne (W x H x D) 13.6 x 3.00 x 3.00 m fuori terra. Tale cabina è dotata di una vasca di fondazione profonda 60 cm, prefabbricata, che funge anche da vasca di raccolta cavi. La cabina si alloggia su un magrone di sottofondazione di circa 20 cm. Nella vicinanza di questa cabina, saranno disposte altre due cabine, con funzionalità di magazzino e per alloggio di piccoli quadri di controllo degli ausiliari, sistemi Scada, etc. Queste avranno la dimensione, circa, di quella di un container da 20”.



Figura 14: Immagine tipo delle cabine containerizzate con funzionalità di magazzino/alloggio quadri di controllo ausiliari e sistemi SCADA.

5.6 Sistema SCADA, RTU 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. A tale scopo nelle cabine di trasformazione sarà installata apparecchiatura elettronica, di acquisizione e raccolta dati, e di telecomunicazioni facenti parte dell'architettura generale di detto sistema di supervisione. Ovviamente l'architettura di questo sistema comprenderà anche i principali locali e dispositivi installati in campo. Il tutto in modo da avere una piattaforma unica, centralizzata e remotabile di acquisizione, raccolta, memorizzazione ed elaborazione dati. Mediante questa piattaforma ci sarà anche interoperatività da remoto con l'impianto fotovoltaico. Pertanto, il sistema potrà non solo acquisire i dati ma anche ricevere informazioni e comandi da trasferirsi in termini di operatività sull'impianto: apertura interruttori, impostazione parametri di controllo, etc. etc.

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 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 pe 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.

5.7 Sistema di comunicazione

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. L'interconnessione in fibra ottica interesserà:

- Ciascun inverter di stringa;
- Cabine di trasformazione;
- Cabina di Raccolta;

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche della Fibra Ottica prevista a progetto:

- Tipo di fibra multimodale 62.5/125 μm
- Diametro cavo 11,7 mm
- Lunghezza d'onda 1300 nm
- Banda 500 MHz/Km
- Peso del cavo 130 kg/km circa
- Massima trazione a lungo termine 3000 N
- Massima trazione a breve termine 4000 N
- Minimo raggio di curvatura in installazione 20 cm
- Minimo raggio di curvatura in servizio 10 cm

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 la 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 di tutto il perimetro.

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 anti-effrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli 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.

5.8 Impianti di illuminazione

L'illuminazione è collegata all'impianto allarme per ridurre inquinamento luminoso. Infatti, l'impianto di illuminazione verrà attivato solamente quando l'impianto di allarme darà il segnale di allarme.

In particolare, è stata prevista l'illuminazione in prossimità delle cabine di consegna, delle singole cabine di trasformazione, nonché dei percorsi perimetrali e interni all'area di impianto. L'illuminazione sarà effettuata mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per illuminazione esterna, ubicati sulle pareti esterne delle cabine nonché su paline ancorate al terreno mediante piccolo plinto di fondazione, per i percorsi perimetrali e quelli interni di accesso alle cabine di trasformazione.

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.

5.9 Impianto di terra

L'impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti verrà realizzato in conformità alle norme CEI 64-8, CEI 11-1.

Verrà realizzata una rete di terra con corda di rame nudo da 35 mmq, perimetrale rispetto all'impianto FTV.

Perimetralmente ai locali tecnici verrà posizionato un doppio anello di terra corda nuda da 50 mmq interconnesso con la rete magliata del campo.

Nella fase esecutiva del progetto verrà valutata l'opportunità, secondo CEI 81-10, di realizzare un LPS.

6 Opere civili e altri interventi minori

Per la costruzione dell'impianto si prevedono le seguenti opere civili:

1. Livellamento piano campagna e creazione di vasche di laminazione per regimazione idraulica
2. Spostamento e/o rafforzamento scoline
3. Realizzazione di trincee per cavidotti
4. Realizzazione di viabilità interna per accesso agli Skid con mezzi pesanti

Nell'immagine sottostante è riportata la sezione tipo per i piazzali e la viabilità interna all'impianto; in particolare, si ha uno strato di 30 cm di stabilizzato, sovrastato da un altro strato in granulato fino di 10 cm fuori terra. Si prevede di realizzare la viabilità interna mediante strade di larghezza 4,5 m, al fine di garantire l'accesso ad ognuno degli Skid e delle cabine presenti in impianto.

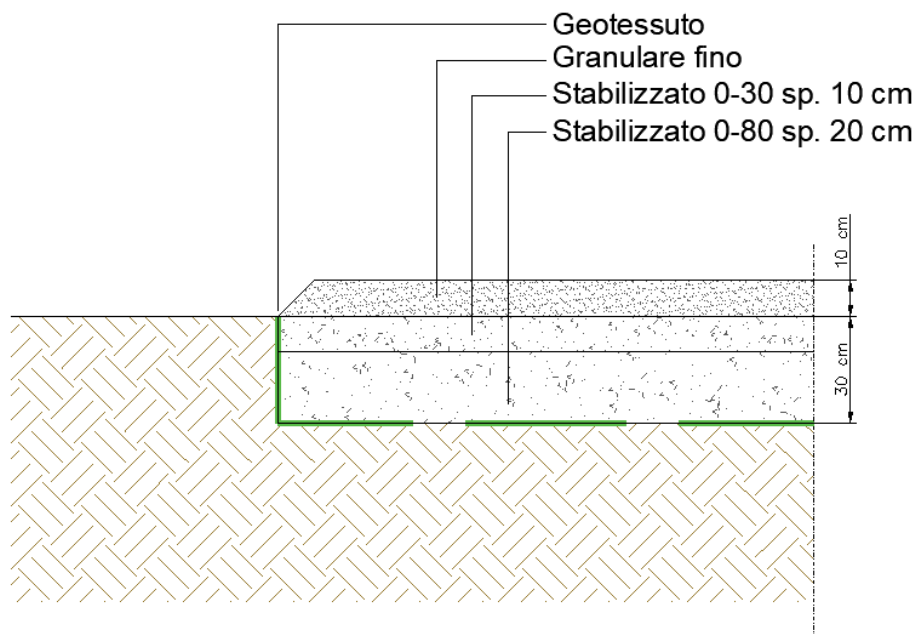


Figura 15: Sezione tipo piazzali e viabilità interna all'impianto

La superficie totale di piazzali e viabilità interna è stimata a circa 10,284 ha (102836,74 m²); con riferimento alla Figura 15.

Tabella 4: Stima dei volumi movimentati per ognuno dei componenti la viabilità interna e i piazzali

	Valore	Unità
Volume granulare fino	10283,67	m ³
Volume stabilizzato 0-30	10283,67	m ³
Volume stabilizzato 0-80	20567,35	m ³

- Realizzazione di recinzione perimetrale in rete elettrosaldata di altezza pari a 2.5 m, fissata a pali zincati infissi a terra con plinti in c.a. 50 x 50 x 50 cm. Si riporta di seguito immagine tipo della recinzione prevista. **Per il passaggio della fauna locale, è previsto che la recinzione sia sollevata da terra di circa 25 cm, su tutto il perimetro.**

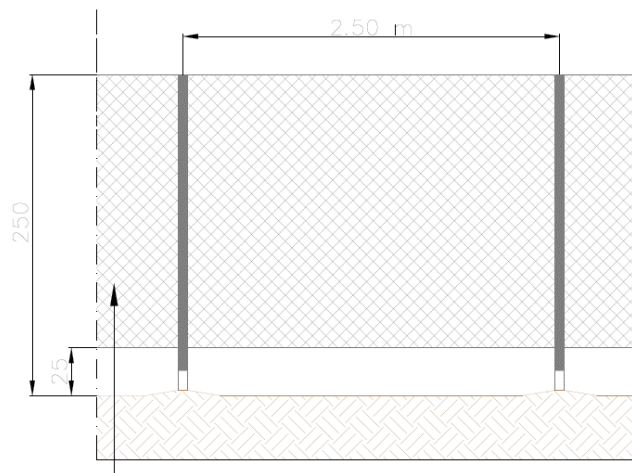


Figura 16: Immagine tipo della recinzione prevista, di altezza pari a 2,5 m.

6. Pali illuminazione e videosorveglianza (TVCC) con pozzetto 70 x 80 x 90 cm, disposti lungo il perimetro d'impianto con un passo di circa 150 metri. Di seguito è riportata un'immagine descrittiva. Le videocamere di sorveglianza saranno alimentate da specifica linea elettrica, e rappresentano un carico ausiliario di cabina.

I corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina. Il loro funzionamento non sarà continuo, ma si prevede la loro accensione solo quando il sistema TVCC a infrarossi rileva un accesso all'area. Così facendo, si illuminerà l'area interessata per facilitare la ripresa delle camere di videosorveglianza e per scoraggiare gli ingressi al campo non autorizzati; nel contempo, si limita l'inquinamento luminoso nelle ore notturne.

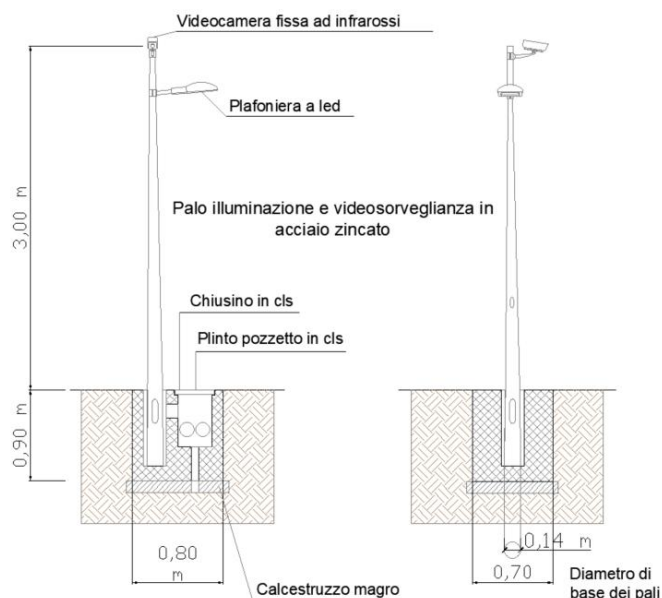


Figura 17: Immagine tipo pali per illuminazione e videosorveglianza.

7 CALCOLO DELLA PRODUZIONE FOTOVOLTAICA

7.1 Strumento utilizzato

Il calcolo della produzione fotovoltaica è stato realizzato con riferimento alla posizione geografica del sito utilizzando come strumento PVsyst.

PVsyst è riconosciuto come uno strumento attendibile e affidabile nella stima della produzione di energia da fonte fotovoltaica.

7.2 Dati Meteo utilizzati

PVsyst simula la produzione di energia utilizzando dati meteo rielaborati su base statistica.

Come Base Dati Meteo si è utilizzato Pvgis, il quale fornisce una banca dati di dati meteorologici per la progettazione di sistemi solari e la simulazione energetica degli edifici per qualsiasi località del mondo.

Si avvale di una esperienza di oltre 25 anni nello sviluppo di banche dati per applicazioni energetiche.

7.3 Stima di Produttività

7.3.1 Produzione ad impianto nuovo

Si rimanda al documento **1037-PAUR2-R01** per la consultazione completa dei report della simulazione ottenuta dal software PVsyst.

7.3.2 Incremento di produzione per l'utilizzo di moduli bifacciali

Nell'impianto in analisi, si utilizzeranno moduli fotovoltaici bifacciali. Significa che anche il retro del modulo, colpito dalla radiazione riflessa dal terreno e dall'atmosfera, contribuisce alla produzione fotovoltaica. La stima è difficile, essendo questo contributo estremamente variabile in dipendenza della radiazione diretta che arriva al suolo e dall'albedo dello stesso. Dalla letteratura tecnica, riguardante questo argomento, si riscontra un aumento di produzione compreso nel range 5% - 20% della produzione della componente "Front".

L'albedo risulta estremamente variabile, anche a parità di superficie. Ad esempio, l'albedo assume un valore tipico di 0,20 per erba secca, mentre l'erba fresca ha un valore caratteristico di circa 0,26. Nel caso analizzato, nel periodo di maggior produzione, considerata le specie agricole coltivate, si può ragionevolmente assumere il valore di albedo dell'erba secca pari a colture agricole, ovvero sia un valore di **albedo 0,20**.

7.3.3 Perdite di efficienza nel tempo dei pannelli solari

I produttori di moduli garantiscono una perdita di efficienza inferiore al 2% per il primo anno, e inferiore al 0,45% per gli anni successivi.

Cautelativamente, si è assunto come perdita massima di efficienza dei pannelli con gli anni, il valore minimo garantito dai fornitori.

7.4 Stima di produttività dell'impianto nel periodo di vita operativa

La produzione effettiva del pannello si calcola moltiplicando la produzione unitaria emersa dall'analisi con PVsyst per la potenza installata dell'impianto.

Si segnala che la simulazione effettuata con PVsyst è stata realizzata utilizzando la stessa tipologia di modulo prevista in progetto.

La tabella che segue riporta la stima di produzione totale per ciascun anno di vita operativa (per un totale di 30 anni), riducendola delle perdite per vetustà:

PRODUZIONE IMPIANTO			
ANNO	MWh/anno	ANNO	MWh/anno
1	197.946.468,72	16	184.997.868,24
2	197.055.709,61	17	184.165.377,83
3	196.168.958,92	18	183.336.633,63
4	195.286.198,60	19	182.511.618,78
5	194.407.410,71	20	181.690.316,49
6	193.532.577,36	21	180.872.710,07
7	192.661.680,76	22	180.058.782,87
8	191.794.703,20	23	179.248.518,35
9	190.931.627,03	24	178.441.900,02
10	190.072.434,71	25	177.638.911,47
11	189.217.108,76	26	176.839.536,37
12	188.365.631,77	27	176.043.758,45
13	187.517.986,42	28	175.251.561,54
14	186.674.155,49	29	174.462.929,51
15	185.834.121,79	30	173.677.846,33
TOTALE GWh =			5.566.705,04
PRODUZIONE MEDIA NEI 30 ANNI=			185.556,835

8 NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

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

Leggi e decreti:

Direttiva Macchine 2006/42/CE - “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” indicate dal DM del 14 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle “Istruzioni per l’applicazione delle Norme NTC “di cui al DM 14/01/2018, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27 Eurocodici

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.
- UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
- UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

Altri documenti

Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti italiani;
- Leggi e regolamenti comunitari (EU);
- Documento in oggetto;
- Specifiche di società (ove applicabili);
- Normative internazionali.

Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l’applicazione norme tecniche per le costruzioni”;
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

- D. Lgs 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i.
- Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).
- CEI EN 50110-1 (Esercizio dell'impianto elettrici)
- CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)
- CEI 0-10 (Guida alla manutenzione dell'impianto elettrici)
- CEI 82-25
- CEI 0-16
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto dell'impianto elettrici
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori Sicurezza elettrica
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed M delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14 Guida alla verifica dell'impianto elettrici utilizzatori
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione dell'impianto elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici- Impianti di piccola produzione distribuita.
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

Parte fotovoltaica

- ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels
- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols
- CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaico
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino
- CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaico - Prescrizioni di sicurezza e prove
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaico in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento

- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaico – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaico – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaico – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaico (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaico - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaico - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaico (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaico - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaico
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaico - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico
- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaico - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda
- CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaico (FV) per la produzione di energia – Guida
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaico (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri –

Qualifica del progetto e omologazione del tipo

- CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaico (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo
- CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaico (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaico (FV)
- CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaico - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza
- CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaico (FV)
- CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaico – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaico (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaico (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaico (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove
- CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaico (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaico - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
- CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaico a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

Quadri elettrici

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Rete elettrica del distributore e allacciamento dell'impianto

- CEI 99-2 (EN 61936-1): "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata: Parte1. Prescrizioni comuni";
- CEI 99-3 (EN 50522): "Messa a terra dell'impianto elettrici a tensione > 1 kV c.a.";
- CEI 99-4: "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale";
- CEI 99-5: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-17: (2006-07, 3^a ed.) Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante
- CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio dell'impianto elettrici
- CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

Cavi, cavidotti e accessori

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati 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 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata 1500 V e in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV

- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogenata non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaico
- CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi
- Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche
- CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

Conversione della Potenza

- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Dispositivi di Potenza

- CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi -Apparecchiatura a corrente continua
- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza

- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 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 EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici

Compatibilità elettromagnetica

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature concorrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase.
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

Energia solare

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggianti ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici - Sistemi di misura dell'energia elettrica
- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica

- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità -Temperatura e umidità elevate

IL PROGETTISTA

