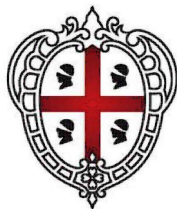


Regione
Sardegna



Provincia di
Sassari



Comune di
Alghero



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "SAN-MARCO" DI 16MW SITO NEL COMUNE DI ALGHERO (SS) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

PROGETTISTI INCARICATI:

Ing. Luca Monsorno

Scala

-

Titolo elaborato:

Relazione tecnica e
PVSyst

Formato

A4

Ing. Alberto Voltolina

CODICE ELABORATO

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
SPFVSA04	PAUR2	R	01

ALTRI TECNICI COINVOLTI

Dott.ssa Archeol. Ilaria
Frontori Arch. Maurizio Cossar
Dott. Geol. Alberto Velicogna

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	12/23	Prima emissione	SR	AV	AV
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA



SOCIETA' PROPONENTE:

OPR SUN 30

OPR SUN 30 SRL
Via Ceresio, 7 - 20154 Milano
PEC: oprsun30@legalmail.it
P.iva 13086440966

Indice

1	Descrizione dell'intervento	2
2	Descrizione delle componenti di impianto.....	4
2.1	Tracker	4
2.2	Moduli FTV.....	6
2.3	Gruppo di conversione C.C./C.A.....	7
2.4	Cabine di trasformazione	8
2.5	Connessione elettriche interne al campo	9
2.6	Cabina di raccolta e magazzino	10
3	Configurazione finale impianto fotovoltaico.....	12
4	Opere civili e altri interventi minori	13
5	Calcolo della produzione fotovoltaica	15
5.1	Incremento di produzione per l'utilizzo di moduli bifacciali	15
5.2	Stima di produttività dell'impianto nel periodo di vita operativa	15
6	Norma di riferimento	18

1 Descrizione dell'intervento

Nella presente relazione tecnico specialistica vengono illustrate le scelte progettuali adottate per la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia da fonte solare, di potenza di picco complessiva pari a 16.226,28 kWp e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

L'impianto fotovoltaico è sito nei comuni di Alghero (SS), a circa 5 km a nord-ovest del centro abitato di Olmedo, in prossimità della località "Zona Industriale San Marco", su una superficie di circa 23ha.

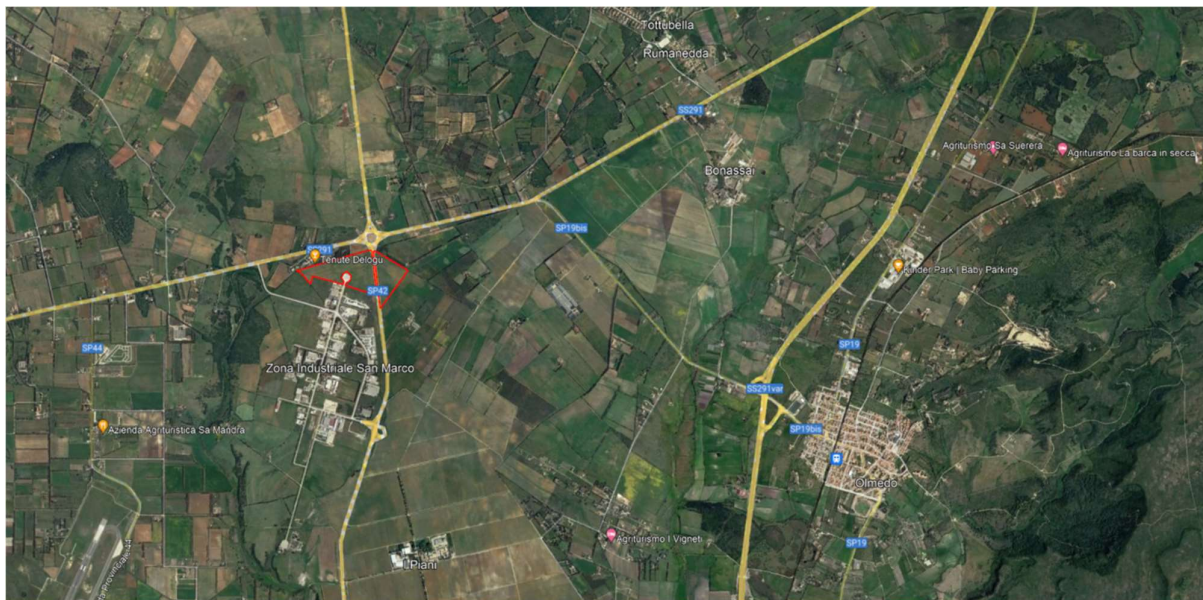


Figura 1 Inquadrimento del terreno su ortofoto, in rosso l'area dell'impianto fotovoltaico

L'impianto sarà connesso alla rete elettrica nazionale mediante realizzazione di un nuovo elettrodotto a 36kV che si andrà a connettere alla nuova Stazione Elettrica 380/132/36kV denominata "Olmedo". L'elettrodotto a 36kV, delineato negli elaborati grafici "SPFVSA04-PAUR2-17D-00_catasto_cavo36kV" è collocato all'interno dei confini dei comuni di Olmedo e Alghero.

L'elettrodotto a 36 kV dalla cabina di raccolta posta all'interno del nostro terreno proseguirà fino alla cabina di raccolta della società OPR SUN 17 srl. Questa società sta, infatti, sviluppando un impianto agrivoltaico da 20 MWp ed andrà a connettere l'impianto alla stessa nostra nuova Stazione Elettrica 380/132/36kV denominata "Olmedo". Quindi, in accordo con la società sopracitata, dalla loro cabina di raccolta fino alla nuova SE le opere di rete saranno condivise.



Figura 2 In rosso Impianto FTV di nostra proprietà, in viola impianto agrivoltaico di OPR SUN 17, in magenta elettrodotto 36 kV opere di connessione

In particolare, l'impianto fotovoltaico sarà essenzialmente composto dai seguenti elementi:

- Strutture di sostegno ad inseguimento mono assiale "tracker";
- Pannelli fotovoltaici;
- Inverter di stringa per la conversione CC/CA;
- Cabine di raccolta;
- Cabine di trasformazione (skid);
- Faranno poi parte dell'impianto elementi ausiliari e complementari, quali:
 - Impianti ausiliari;
 - Sistema di sicurezza e sorveglianza;
 - Viabilità di accesso e strade di servizio;
 - Recinzione perimetrale

Nei seguenti paragrafi verranno illustrati i principali componenti dell'impianto e la sua configurazione.

2 Descrizione delle componenti di impianto

2.1 Tracker

I moduli fotovoltaici saranno disposti su strutture metalliche rotanti monoassiali dette Tracker. Essi sono costituiti da travi metalliche (a sezione H o simili) direttamente infisse nel terreno (tramite macchine battipalo), che sorreggono una trave orizzontale, la quale, mediante un motore centrale, ruota – e con essa i pannelli FTV – da est verso ovest con angoli compresi tra $\pm 60^\circ$.

Nel progetto in esame il pitch (distanza tra tracker paralleli) è fissato a 4.5m.

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

- travi di sostegno infisse ogni 6m circa, ad una profondità di circa 2.5m;
- altezza asse orizzontale rispetto al suolo: 1.45m
- altezza minima dei pannelli quando inclinati: circa 0.4m

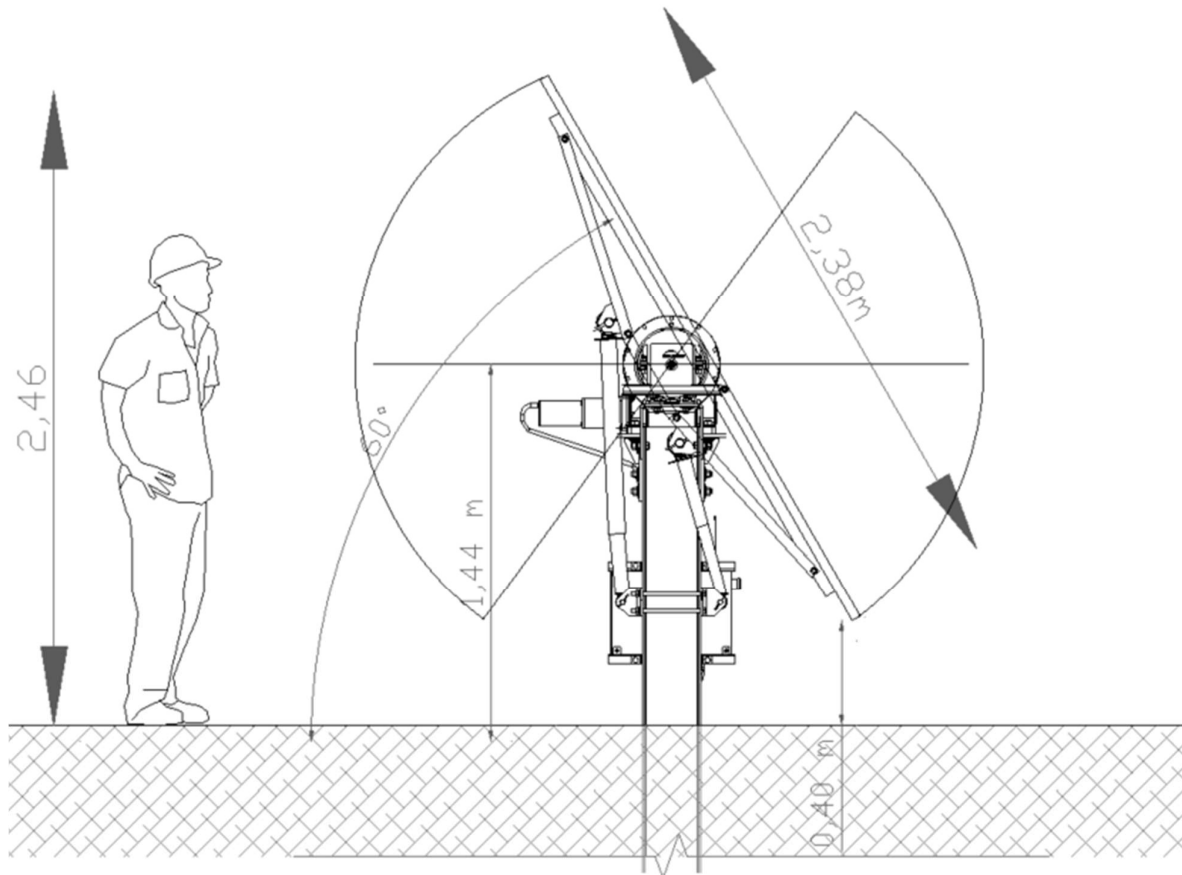


Figura 3 Vista laterale tracker

Di seguito si riporta anche la scheda tecnica dei tracker prodotti da SOLTIGUA SRL e selezionati in questa fase della progettazione; variazioni di mercato potrebbero portare in fase esecutiva ad orientarsi su una scelta differente.

Tabella 1 - Scheda tecnica tracker

SPECIFICHE TECNICHE PRINCIPALI	
Tipologia di tracker:	Inseguitore solare orizzontale monoassiale indipendente; Possibile qualsiasi azimuth (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.

I pali sono posti in opera con semplice battitura ed infissi per una profondità di circa 2.5m.

Considerato il pitch di 4.5m e la larghezza del pannello di 2.384 m come descritto al paragrafo successivo si ha che il Ground Cover Ratio (GCR) di impianto è pari a:

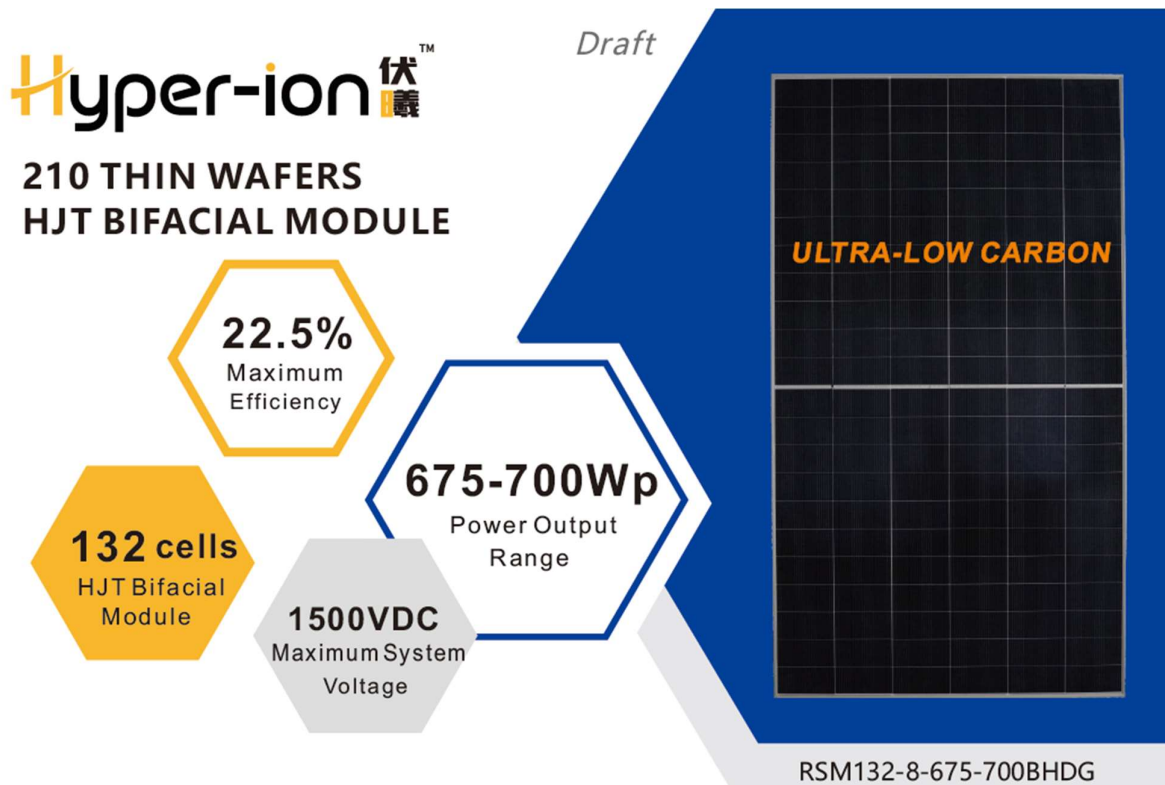
$$GCR = \frac{2,384}{4.5} = 52\%$$



Figura 4 Esempio di fissaggio delle strutture di supporto

2.2 Moduli FTV

Saranno installati moduli fotovoltaici bifacciali con potenza pari a 685W. Le dimensioni sono 2384*1303*35mm.



Ciascun modulo è accompagnato da un datasheet e da una targhetta che sottoposta a foto e termodegradazione, possa durare nel tempo apposta sopra il modulo fotovoltaico. Tale targhetta riporta le

caratteristiche principali 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. Il generatore fotovoltaico sarà costituito da 23688 moduli, scelti tra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato e dotati di una potenza nominale di 685W di picco, costruiti da Risen. In sede di progettazione definitiva i prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare verso altra tipologia di pannelli.

2.3 Gruppo di conversione C.C./C.A.

Come precedentemente esposto, la conversione C.C./C.A. avverrà tramite l'installazione di 40 inverter di stringa, modello Sungrow SG350HX o similari con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri.

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

Designazione	SG350HX
Ingresso (CC)	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min./Tensione di avvio	500 V / 550 V
Tensione nominale in ingresso	1080 V
Intervallo tensione MPP	500 V – 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V – 1300 V
N. di MPPT	12 (Opzionale: 14/16)
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	12 * 40 A (Opzionale: 14 * 30 A / 16 * 30 A)
Corrente di cortocircuito max.	60 A
Uscita (CA)	
Potenza CA massima in uscita alla rete	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @ 40 °C / 295 kVA @ 50 °C
Potenza CA nominale in uscita	320 kW
Corrente CA max. in uscita	254 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	640 – 920 V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3% (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in ant. 0.9 – 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
Efficienza	
Efficienza max. / Efficienza europea / Efficienza CEC	99.01 % / 98.8 % / 98.5 %
Protezione	
Protezione da collegamento inverso CC	SI
Protezione cortocircuito CA	SI
Protezione da dispersione di corrente	SI
Monitoraggio delle rete	SI
Monitoraggio dispersione verso terra	SI
Sezionatore CC / Sezionatore CA	SI / No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	SI
Funzione erogazione reattiva notturna (Q at night)	SI
Protezione anti-PID o PID-recovery	Opzionale
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
Dati Generali	
Dimensioni (L x A x P)	1136*670*361 mm
Peso	≤ 116 kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66 (IEEMA-4X)
Consumo energetico notturno	< 5 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	-30 to 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 – 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	4000 m (> 3000 m degrading)
Display	LED, Bluetooth+APP
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4 Evo2 (Max. 6 mm², opzione 10 mm²)
Tipo di collegamento CA	Supporto terminal OT / DT (Max. 400 mm²)
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60066, IEC 51683, VDE-AR-N 4102:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50499-1/2, UNE 20600-1:2013, PO12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741A, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2:107.1-01-2001, California Ru e 21, UL1699B, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna (Q at night), LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva, velocità rampa di potenza, Q-U e P-f

Figura 5 Scheda tecnica inverter

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.



Figura 6 Inverter SG320HX

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.

2.4 Cabine di trasformazione

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

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

L'impianto sarà dotato di 4 trasformatori in olio, due di potenza nominale pari a 2500 kVA e due di 4000 kVA; alloggiati in apposite cabine containerizzate da 20" (o strutture simili, montate in loco, con identico ingombro). Tali cabine saranno dotate anche di: quadri di MT, quadri di BT, quadri per gli ausiliari, piccolo trasformatore BT/BT per l'alimentazione degli ausiliari, sistemi di protezione.



Figura 7 esempio di trasformatore

2.5 Connessione elettriche interne al campo

I moduli fotovoltaici sono connessi in serie a formare, elettricamente, stringhe da 28, tramite cavi solari di sezione 6-10mmq, che saranno fissati direttamente alle strutture metalliche dei tracker con fascette.

Tali stringhe saranno poi collegate agli inverter di stringa, dislocati in modo uniforme lungo tutto il campo fotovoltaico. Da ogni inverter partirà una terna di cavi AC di sezione adeguata (circa 240mq) verso il quadro di raccolta nello skid.

I cavi AC di connessione degli inverter allo skid saranno posati direttamente interrati a circa 100cm di profondità rispetto al piano campagna.

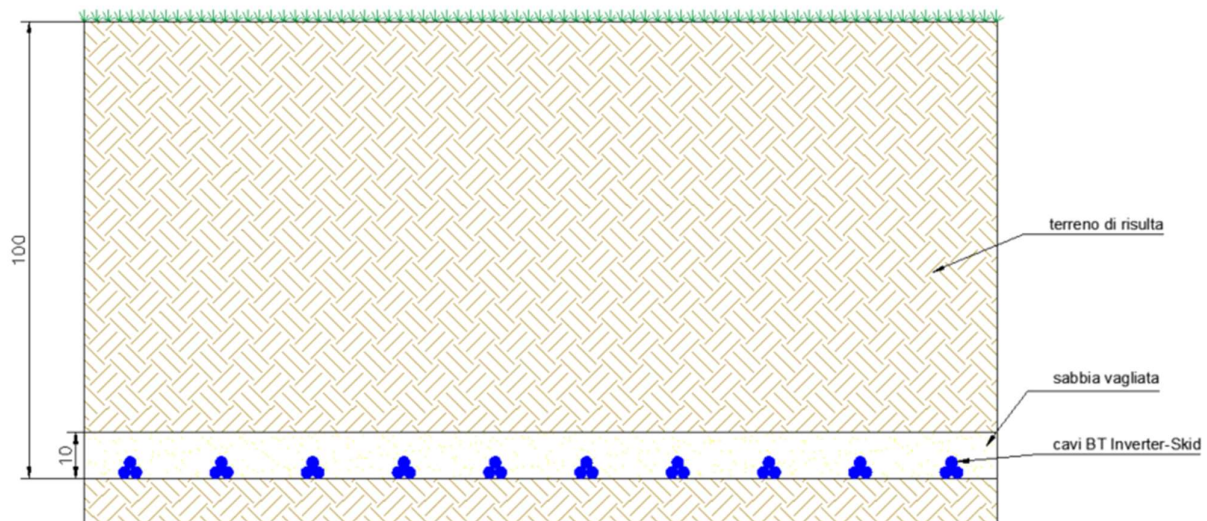


Figura 8 Particolare di posa dei cavi AC inverter-skid

Gli skid, invece, saranno collegati fra loro e alla cabina di raccolta tramite cavi AC a 36kV di adeguata sezione ad una profondità di almeno 110cm e interrati in tubo di DPE. In particolare, si è scelto di prevedere l'utilizzo dei cavi 20.8/36 kV (N)A2XS(F)2Y.

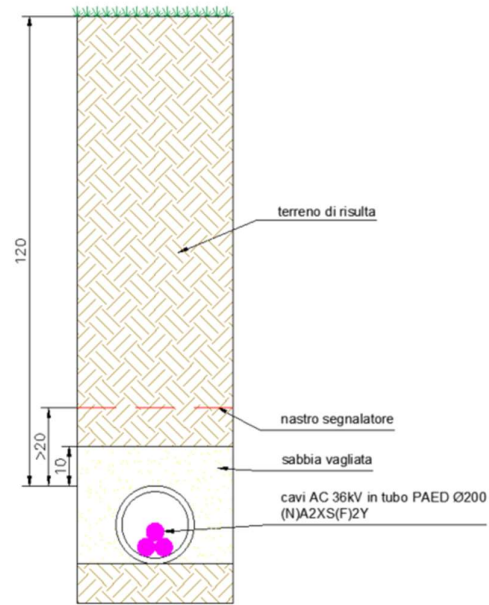


Figura 9 Particolare di posa dei cavi AC 36 kV

Si veda la tavola SPFVSA04-PAUR2-04D-00_cavidotti, per una miglior comprensione dello schema dei collegamenti elettrici.

Conessione	Tipologia cavo	Posa
Modulo-inverter di stringa	FG21M21 1500 V cc da 6-10 mmq	O direttamente interrati o fissati alle strutture dei tracker
Inverter di stringa – trasformatore	3x (0.6/1 kV ARG16R16 da 240 mmq)	Direttamente interrati, a trifoglio, 100cm di profondità, 20cm l'uno dall'altro
Trasformatore – cabina utente	3x(20.8/36 kV (N)A2XS(F)2Y) sezione variabile	In tubo DPE con D.int 200mm, 120cm di profondità
Alimentazione BT degli ausiliari	FG17 450/750 V 3x25+16 mmq oppure 2x10mmq	Direttamente interrato a 50cm di profondità

2.6 Cabina di raccolta e magazzino

I Cavidotti a 36kV che trasportano l'energia dagli Skid di trasformazione, convergono in quadri a 36kV come quelli mostrati in figura.



Figura 10 Esempio di quadri di raccolta cavi a 36KV, da interno.

I quadri di arrivo linea vengono installati all'interno di cabine in CAV prefabbricate. Nell'estratto planimetrico sottostante si evidenzia la posizione dell'edificio che verrà dedicato a cabina di raccolta – per alloggio non solo dei quadri a 36kV, ma anche dei servizi ausiliari al controllo dell'impianto come SCADA, CCI, TVCC – e quello dedicato a magazzino, in cui verranno stoccati sia i componenti di ricambio (spare parts) dell'impianto fotovoltaico sia le attrezzature e i macchinari agricoli a servizio delle attività agricole.

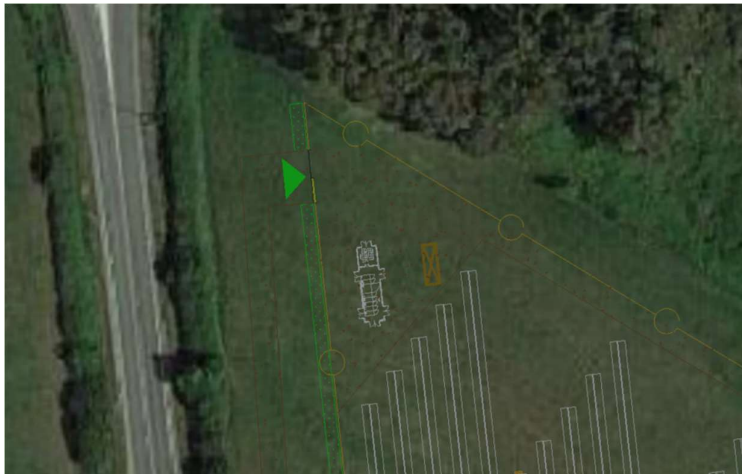


Figura 11 edifici per cabina di consegna e magazzino.

3 Configurazione finale impianto fotovoltaico

L'impianto in progetto, come già detto, è di tipo grid - connected e la modalità di connessione è in "Trifase in alta tensione", con potenza complessiva pari a 16.226,28 kWp.

Il generatore fotovoltaico, in particolare, sarà costituito da:

- Potenza nominale: 16.226,28 kWp;
- N. totale di pannelli FTV: 23588 da 685 Wp;
- N. totale di stringhe: 854
 - o 108 tracker da 28 pannelli (=1 stringa)
 - o 369 tracker da 56 pannelli (=2 stringhe)
- N. totale di inverter di campo: 40

La configurazione finale di impianto è rappresentata dalla seguente figura.

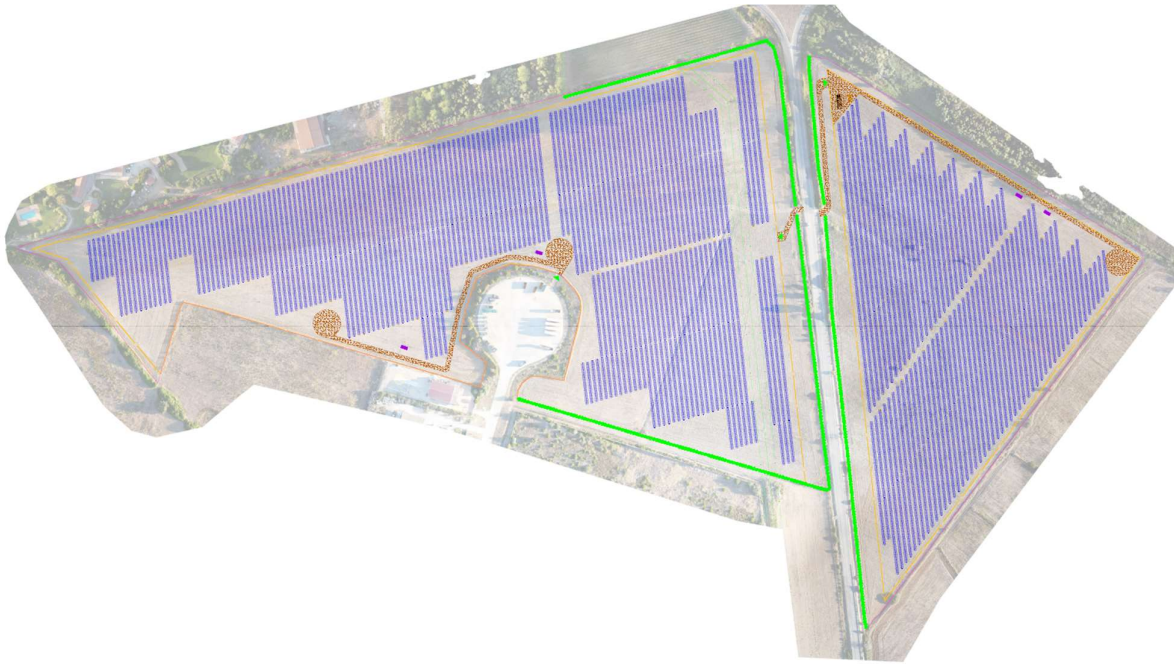


Figura 12 Configurazione dell'impianto fotovoltaico

4 Opere civili e altri interventi minori

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

- Creazione delle trincee per il passaggio dei cavidotti
- viabilità interna perimetrale per accesso agli skid con mezzi pesanti:

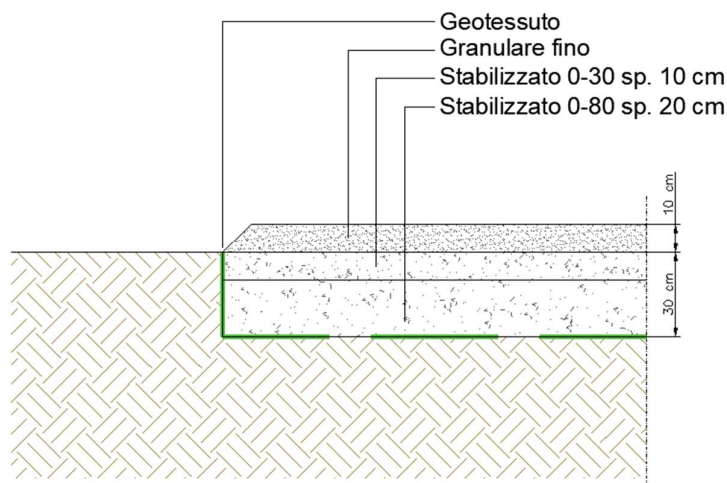


Figura 13 Sezione tipo viabilità interna all'impianto e piazzali

Nell'immagine 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 granulare fino di 10 cm fuori terra. Si prevede la viabilità lungo il perimetro delle sezioni di impianto, in modo tale che tutti gli skid e cabine siano raggiungibili, l'ampiezza della viabilità prevista è di 4m.

- posa della recinzione perimetrale in rete elettrosaldata alta 2m fissata a pali zincati infissi a terra con plinti in c.a. 25x25x50cm. Si riporta di seguito immagine tipo della recinzione prevista.

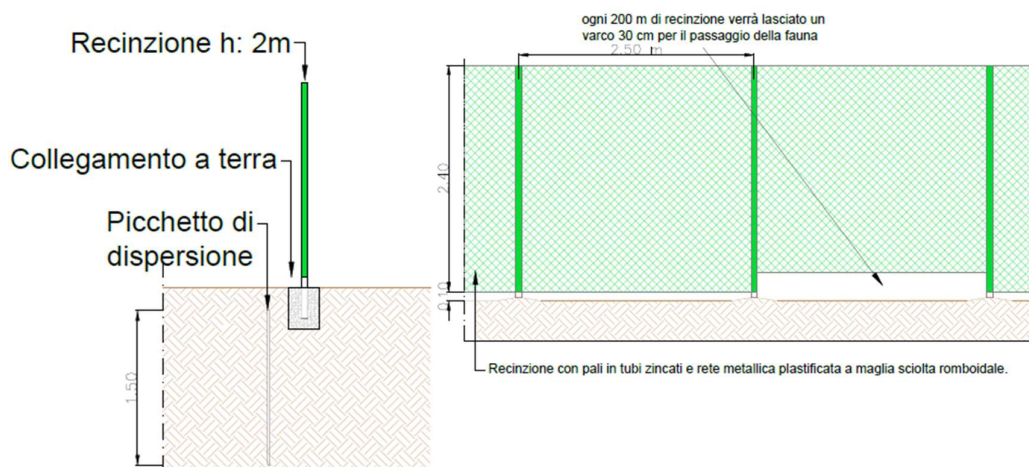


Figura 14 Rappresentazione della recinzione prevista di altezza pari a 2m

- Installazione di n.3 cancelli in acciaio zincato come da planimetria. I cancelli saranno di dimensioni 5x2,5m, come quelli rappresentati in figura.



Figura 15 cancello per accesso all'area.

- pali illuminazione e TVCC con pozzetto 60x60x60cm. Anche per questi si riporta di seguito immagine descrittiva.

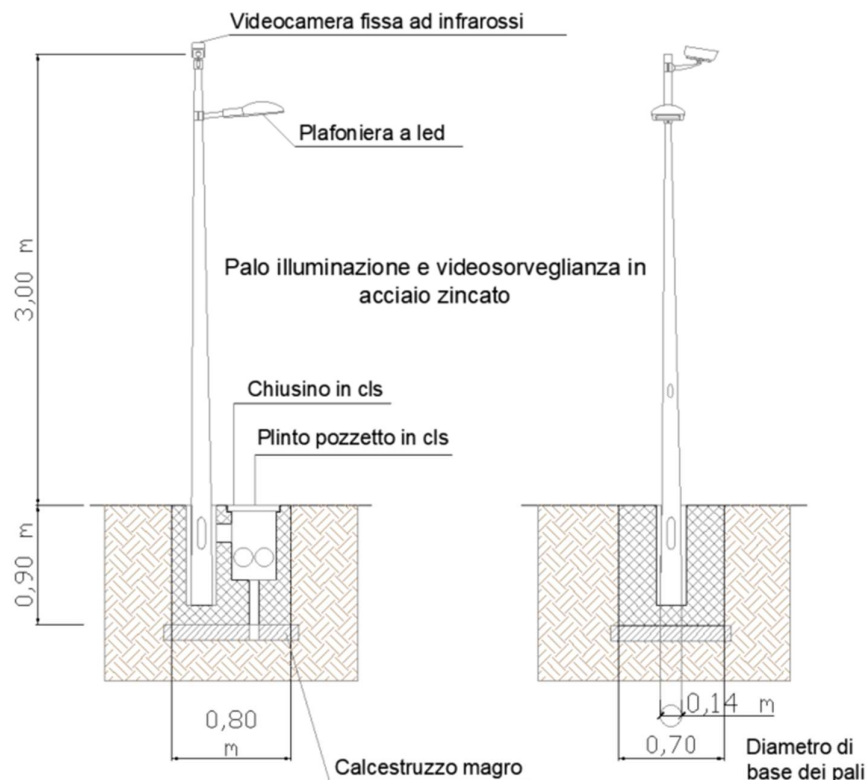


Figura 16 Rappresentazione pali per illuminazione e videosorveglianza

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; allo stesso tempo, si azzerà l'inquinamento luminoso nelle ore notturne.

5 Calcolo della produzione fotovoltaica

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; in particolare, 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.

I risultati delle simulazioni effettuate con PVsyst sono riportati nelle seguenti immagini; è stato necessario realizzare tre simulazioni distinte, in quanto l'impianto è costituito da diverse porzioni con angoli di inclinazione dei tracker differenti e il software non permette di considerare queste diverse inclinazioni simultaneamente.

5.1 Incremento di produzione per l'utilizzo di moduli bifacciali

Nell'impianto in progetto si utilizzeranno moduli fotovoltaici bifacciali, ciò significa che anche il retro del modulo, colpito dalla radiazione riflessa dal terreno e dall'atmosfera, contribuisce alla produzione fotovoltaica. La stima di questo contributo è difficile, essendo estremamente variabile in dipendenza dalla 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, considerate le specie agricole coltivate, si può ragionevolmente assumere un valore di **albedo 0,20**.

L'applicazione di questo coefficiente di albedo comporta, per impianti fotovoltaici mono assiali, un incremento di produzione del 10%. **Cautelativamente, nelle tabelle che seguono ci si riferisce ad un incremento dato dalla facciata "back" dei moduli fotovoltaici del 5%.**

La Producibilità Fotovoltaica Unitaria Annuale incrementata per l'utilizzo dei moduli bifacciali è pertanto pari a 1808 kWh/kWp/anno.

5.2 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.

$$\text{Produced Energy} = 1809 \cdot 16226,28 \approx 29347 \text{ MWh/year}$$

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

Tabella 2 - Produzione stimata

PRODUZIONE IMPIANTO			
ANNO	MWh/anno	ANNO	MWh/anno
1	29347	16	27366,0775
2	29214,9385	17	27234,016
3	29082,877	18	27101,9545
4	28950,8155	19	26969,893
5	28818,754	20	26837,8315
6	28686,6925	21	26705,77
7	28554,631	22	26573,7085
8	28422,5695	23	26441,647
9	28290,508	24	26309,5855
10	28158,4465	25	26177,524
11	28026,385	26	26045,4625
12	27894,3235	27	25913,401
13	27762,262	28	25781,3395
14	27630,2005	29	25649,278
15	27498,139	30	25517,2165
TOTALE MWh = 822963,2475			
PRODUZIONE MEDIA NEI 30 ANNI= 27432,10825			

Ciò consentirà di raggiungere importanti benefici in termini di emissioni in atmosfera risparmiate, rispetto alla corrispettiva produzione di energia da combustibili fossili, come si vede dalle tabelle di seguito riportate:

INQUINANTE	FATTORE EMISSIVO [g/kWh]	ENERGIA PRODOTTA MEDIA [kWh/anno]	VITA IMPIANTO [anni]	EMISSIONI RISPARIATE	
				T/a	T
CO ₂	444	27432108,25	30	12180	365396
NO _x	0,6			16	494
SO _x	0,59			16	486
Polveri	0,12			3	99

Inoltre, saranno conseguiti ulteriori importanti benefici ambientali:

- In fase di realizzazione, essendo quasi tutti materiali pre-assemblati, si avranno minimi scarti di cantiere che saranno in ogni caso conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente. A regime, durante la produzione di energia elettrica, non si avrà alcun rifiuto;

- saranno create delle aree verdi delimitate con siepi.

Alla luce dell'analisi del quadro programmatico, progettuale, ambientale, delle valutazioni degli impatti e delle alternative progettuali eseguite, si ritiene che il progetto potrà contribuire al raggiungimento degli obiettivi riguardanti la politica energetica a livello nazionale ed europea e potrà determinare vantaggi termini di:

- riduzione dei consumi di risorse non rinnovabili;
- riduzione degli impatti ambientali derivanti dall'estrazione delle stesse risorse;

- risparmio di emissioni in atmosfera derivanti da altre forme di produzione mediante combustibili fossili;
- creazione di posti di lavoro e di impiego di manodopera qualificata.

Alla luce delle indagini e delle valutazioni svolte, si ritiene che gli interventi progettuali siano ambientalmente compatibili.

6 Norma 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 raggiante 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 - Apparat 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

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Alghero Unificato

Variant: Alghero

Tracking system with backtracking

System power: 16.23 MWp

San Marco - Italy



Project: Alghero Unificato

Variant: Alghero

PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
15/02/24 15:17
with v7.2.8

Project summary

Geographical Site

San Marco

Italy

Situation

Latitude 40.67 °N

Longitude 8.33 °E

Altitude 28 m

Time zone UTC+1

Project settings

Albedo 0.20

Meteo data

San Marco

Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=58% - Sintetico

System summary

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis

Axis azimuth -6 °

Tracking system with backtracking

Near Shadings

Linear shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules 23688 units

Pnom total 16.23 MWp

Inverters

Nb. of units 40 units

Pnom total 12.80 MWac

Pnom ratio 1.268

Results summary

Produced Energy 29347 MWh/year Specific production 1809 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 89.49 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	5
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Special graphs	9



Project: Alghero Unificato

Variant: Alghero

PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
15/02/24 15:17
with v7.2.8

General parameters

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth -6 °

Horizon

Average Height 0.9 °

Bifacial system

Model 2D Calculation
unlimited trackers

Bifacial model geometry

Tracker Spacing 4.50 m
Tracker width 2.38 m
GCR 53.0 %
Axis height above ground 2.10 m

Tracking system with backtracking

Backtracking strategy

Nb. of trackers 977 units

Sizes

Tracker Spacing 4.50 m
Collector width 2.38 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 53.0 %
Phi min / max. +/- 60.0 °

Backtracking limit angle

Phi limits +/- 57.8 °

Near Shadings

Linear shadings

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Risen Energy Co., Ltd
Model RSM132-8-685BNDG
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 685 Wp
Number of PV modules 23688 units
Nominal (STC) 16.23 MWp
Modules 846 Strings x 28 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 14.94 MWp
U mpp 1018 V
I mpp 14672 A

Total PV power

Nominal (STC) 16226 kWp
Total 23688 modules
Module area 73583 m²
Cell area 68946 m²

Inverter

Manufacturer Sungrow
Model SG350HX-20A-Preliminary
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 320 kWac
Number of inverters 40 units
Total power 12800 kWac
Operating voltage 500-1500 V
Max. power (>=30°C) 352 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.27

Total inverter power

Total power 12800 kWac
Nb. of inverters 40 units
Pnom ratio 1.27



PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
15/02/24 15:17
with v7.2.8

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 1.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 0.91 mΩ

Loss Fraction 1.2 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 0.6 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.3 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	20°	40°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.992	0.978	0.946	0.850	0.000

System losses

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 5.0 W/kW

0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 800 Vac tri

Loss Fraction 1.64 % at STC

Inverter: SG350HX-20A-Preliminary

Wire section (40 Inv.) Alu 40 x 3 x 240 mm²

Average wires length 200 m

MV line up to Injection

MV Voltage 36 kV

Average each inverter

Wires Alu 3 x 95 mm²

Length 200 m

Loss Fraction 0.02 % at STC

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage 36 kV

Operating losses at STC

Nominal power at STC 15986 kVA

Iron loss (24/24 Connexion) 4.00 kW/Inv.

Loss Fraction 0.10 % at STC

Coils equivalent resistance 3 x 1.60 mΩ/inv.

Loss Fraction 1.00 % at STC



PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
15/02/24 15:17
with v7.2.8

Horizon definition

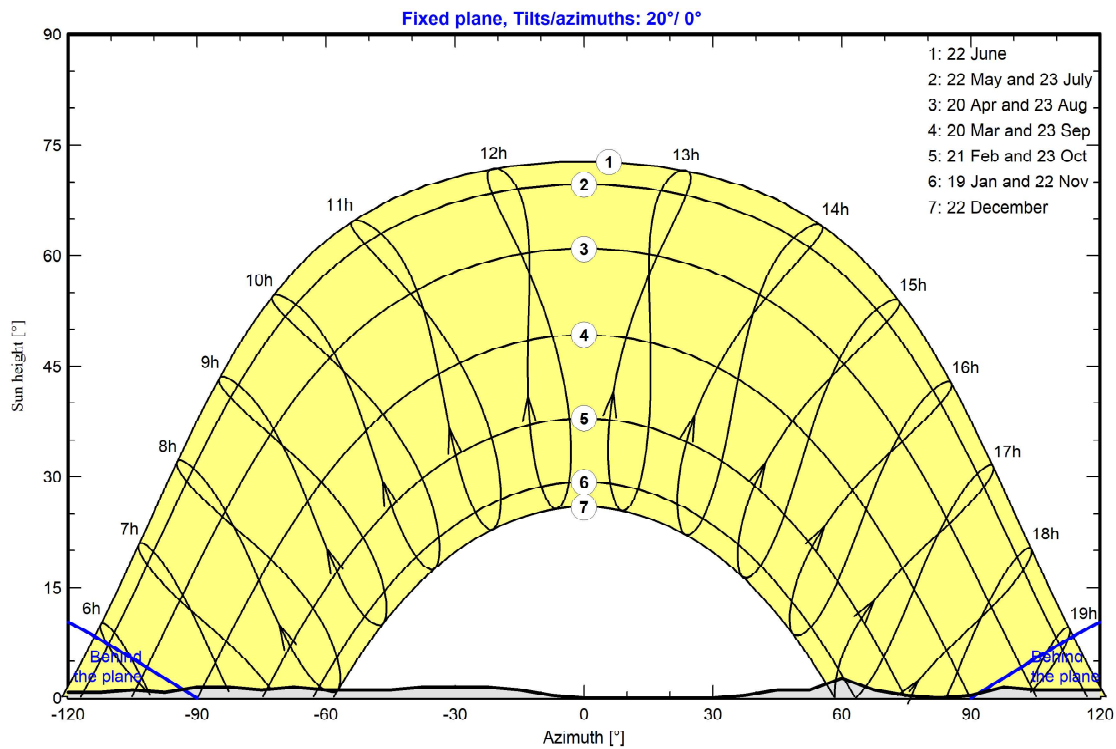
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°39'56", Long=8°19'44", Alt=28m

Average Height	0.9 °	Albedo Factor	0.95
Diffuse Factor	1.00	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-113	-105	-98	-90	-83	-75
Height [°]	0.8	0.4	0.4	0.8	1.1	0.4	0.8	0.8	1.1	0.8	1.5	1.5	1.1
Azimuth [°]	-68	-60	-45	-38	-23	-15	-8	0	30	38	45	53	60
Height [°]	1.5	1.1	1.1	1.5	1.5	1.1	0.4	0.0	0.0	0.4	1.1	1.1	2.7
Azimuth [°]	68	75	83	90	98	105	128	135	143	150	173	180	
Height [°]	1.1	0.4	0.0	0.4	1.5	1.1	1.1	2.3	0.8	1.1	1.1	0.8	

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)



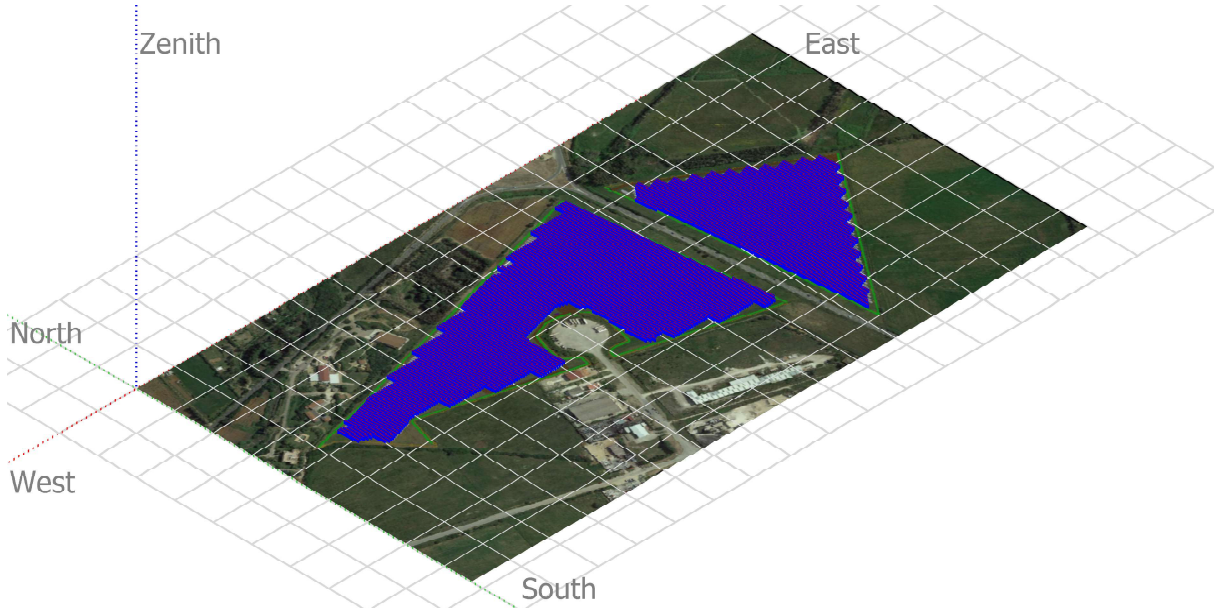


PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
15/02/24 15:17
with v7.2.8

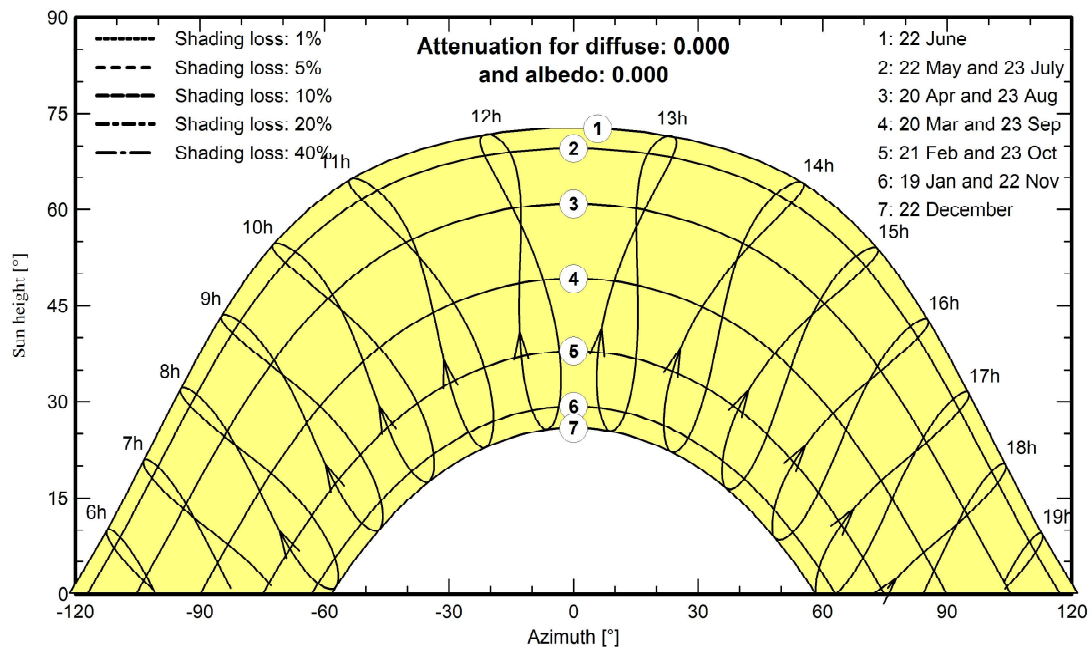
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Alghero Unificato - Legal Time





Project: Alghero Unificato

Variant: Alghero

PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
15/02/24 15:17
with v7.2.8

Main results

System Production

Produced Energy

29347 MWh/year

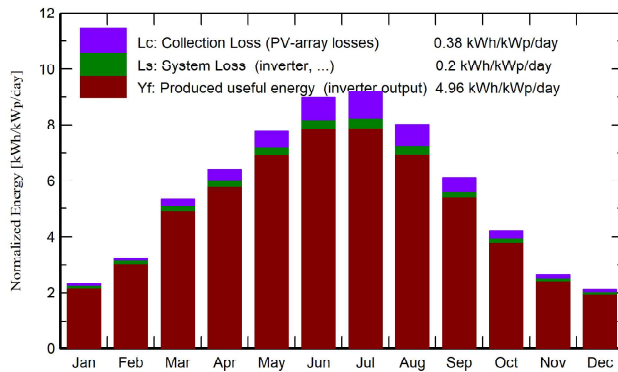
Specific production

1809 kWh/kWp/year

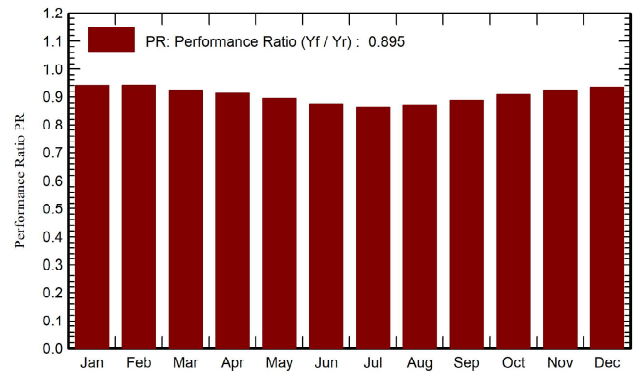
Performance Ratio PR

89.49 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	57.2	26.77	9.46	71.7	68.9	1138	1094	0.941
February	73.1	36.75	9.20	90.7	87.5	1441	1386	0.942
March	131.7	51.54	11.59	165.7	160.4	2583	2484	0.924
April	155.6	68.53	14.06	191.8	185.7	2954	2838	0.912
May	194.2	87.84	17.99	240.2	232.6	3633	3490	0.895
June	217.4	81.86	22.35	269.6	261.9	3992	3830	0.876
July	223.8	72.94	25.56	284.7	277.0	4152	3980	0.862
August	195.1	69.84	25.40	248.6	241.5	3650	3504	0.869
September	144.9	54.64	21.43	183.5	178.0	2752	2643	0.888
October	103.7	45.35	18.51	130.5	126.2	2000	1924	0.908
November	61.5	27.11	13.92	78.7	75.7	1228	1181	0.925
December	51.0	22.33	10.83	65.4	63.0	1032	991	0.933
Year	1609.3	645.51	16.74	2021.1	1958.5	30556	29347	0.895

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

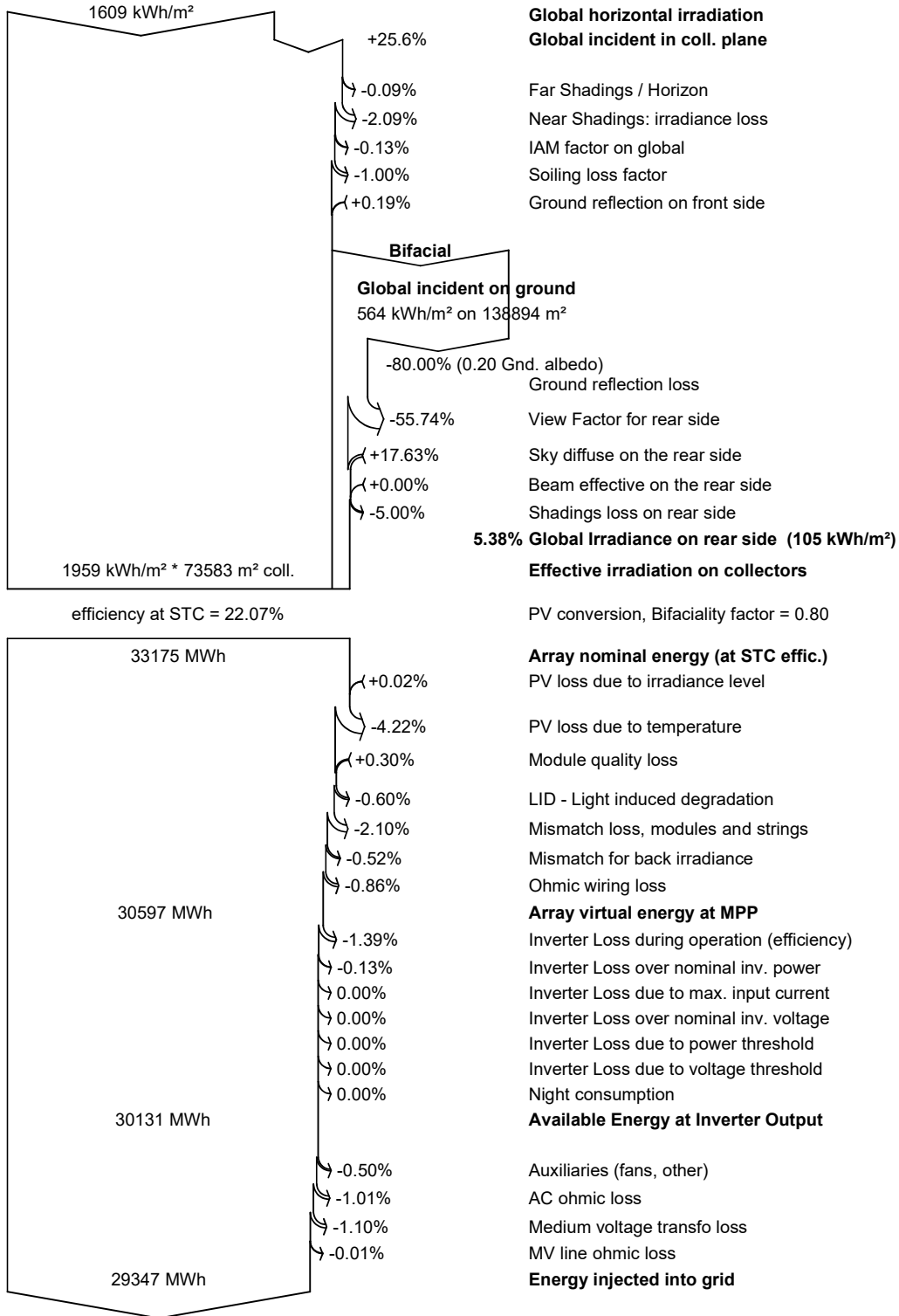
PR Performance Ratio



PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
15/02/24 15:17
with v7.2.8

Loss diagram





PVsyst V7.2.8

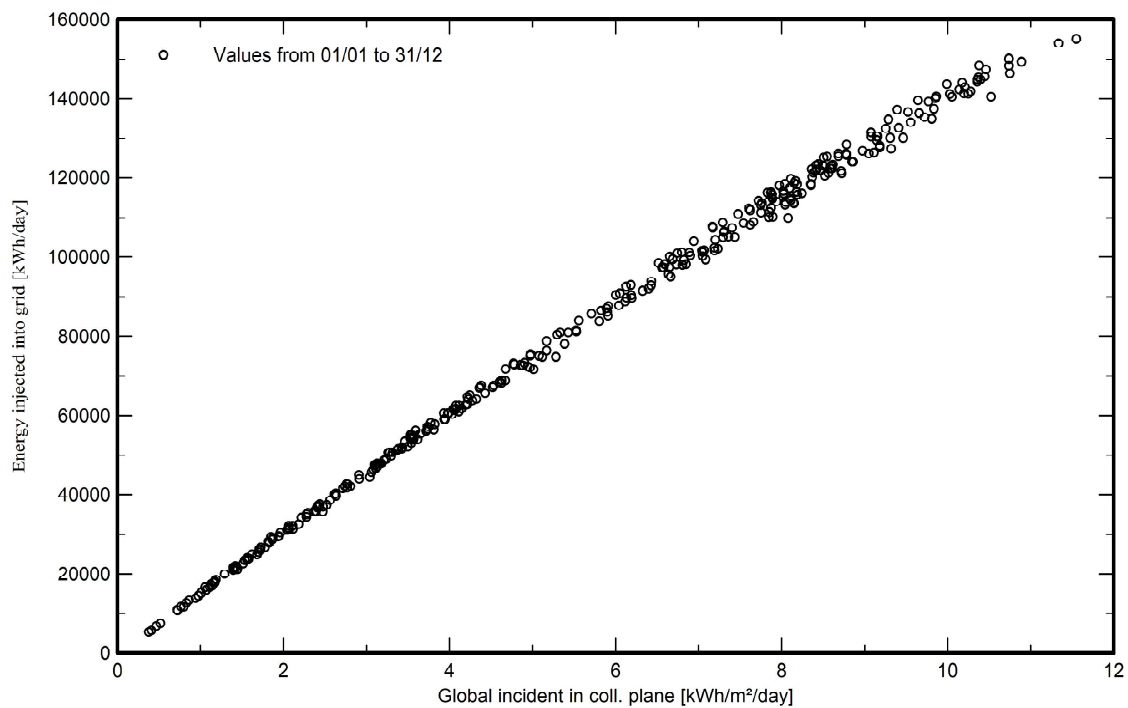
VC0, Simulation date:

15/02/24 15:17

with v7.2.8

Special graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

