

REGIONE PIEMONTE



COMUNE DI POZZOLO FORMIGARO



COMUNE DI BOSCO MARENGO



PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Oggetto:

**Impianto “Agrovoltaico Cascina Luna”
con potenza di picco pari a 30,88 MWp – sistema di accumulo integrato da 15 MW
Comune di Pozzolo Formigaro (AL)**

Committente:

LUNA SOLAR s.r.l.
via sant’Orsola n°3
20123 Milano



Progettazione:

SF ARCHITETTI STUDIO FERRERA ARCHITETTI

Corso Aurelio Saffi n° 15/1A - Genova
www.studioferrera.com

info@studioferrera.com
stefano.ferrera@archiworldpec.it

Arch. Stefano Ferrera

Arch. Strada - Arch. Bianconcini - Arch. Profumo - Arch. Riola - Arch. Costaggiu – Arch. Minuto – Arch. Spalla

Progettisti Esterni:

Ing. Federico Micheli – Progettazione e coordinamento
Dott. Delio Barbieri – Agronomia, botanica, faunistica
Ing. Michele Pigiariu – Progettazione Elettrica
CERVI E ASSOCIATI S.R.L. – Acustica
Ing. Alberto Laudadio – Intervisibilità
Ing. Massimiliano Poggini – Calcoli Strutturali
Dott.ssa Valentina Brodasca – Archeologia
Dott. Geol. Luca Sivori – Geologia



NOME ELABORATO:

STIMA DI PRODUCIBILITA’

REDATTO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO	TIPOLOGIA	FASE PROGETTUALE	DATA	REV	CODICE ELABORATO
FM	FM	SF	IMPIANTO AGROVOLTAICO	DEFINITIVO	30.05.2024	0	CL-REL26

**RESPONSABILE COORDINAMENTO PROGETTO:
ARCH. STEFANO FERRERA**



Firma e timbro

COMMITTENTE:

Firma e timbro

INDICE

1. INTRODUZIONE 3
2. DATI DI IRRAGGIAMENTO SOLARE E PREVISIONE DI PRODUZIONE ENERGETICA
5

1. INTRODUZIONE

La presente relazione “**Stima di Producibilità**” stima la previsione di produzione energetica di “un impianto di agro-energia, ovvero un impianto agricolo-fotovoltaico, ad oggi definito **Agrovoltaico avanzato – elevato** costituito da un impianto fotovoltaico ad inseguimento solare monoassiale per complessivi **30,888 MWp** di potenza di picco e **25,2 MW** di potenza ai fini dell’immissione in rete, integrato da un Sistema di Accumulo elettrochimico (SdA) di potenza nominale pari a **15 MW** entrambi realizzato su suoli di proprietà di privati, e da coltivazioni agricole tra le file e al di sotto dei pannelli fotovoltaici, e opere connesse alla RTN costituite da linee elettriche in MT interrate interne all’impianto e da un elettrodotto a 36kV di trasporto dell’energia in cavidotto interrato in fregio alla viabilità esistente, sino all’allaccio in antenna a 36kV su nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione in agro del Comune di Bosco Marengo (AL), da realizzarsi all’interno di una superficie recintata lorda di circa 423.680 m² di terreni agricoli ubicati nel Comune di Pozzolo Formigaro (AL) in località San Quirico, presso l’Azienda Agricola Valerio Fava.

Ci si riferirà all’intero progetto anche con la denominazione “**Agrovoltaico Cascina Luna**”.

L’Impianto Agrovoltaico Cascina Luna sarà composto indicativamente da n. **43.200** pannelli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino da 715Wp ciascuno e n. 126 inverter distribuiti, posizionati sui pali di fondazione infissi nel terreno su cui sono montate le travi con i “porta moduli” girevoli delle strutture di sostegno in acciaio zincato. Il sistema è movimentato da un azionamento lineare controllato da un P.L.C., per la rotazione sull’asse Nord-Sud garantendo quindi che la superficie captante dei moduli fotovoltaici sia sempre perpendicolare ai raggi del sole con un range di rotazione operativa (tilt) che va da -40° (Est) a $+40^\circ$ (Ovest); le strutture di sostegno saranno disposte in file parallele, per un totale di 1.458 trackers, con altezza al mozzo delle strutture di circa 3,43 m dal suolo. In questo modo i pannelli raggiungono un’altezza minima dal suolo di 2,1 m e un’altezza massima di circa 4,63 m. Le strutture di sostegno saranno opportunamente distanziate di circa 10 m per evitare sia fenomeni di ombreggiamento reciproci sia per permettere la coltivazione dei terreni tra le file dei moduli fotovoltaici e al di sotto degli stessi, per una superficie di captazione complessiva di circa 134.194,4 m².

Si precisa che la potenza di picco, data dalla somma delle potenze dei pannelli fotovoltaici, risulterà pari a 30,888 MWp, potenza alla quale si fa riferimento per il dimensionamento dei componenti dell’impianto Agrovoltaico. La potenza ai fini dell’immissione in rete è pari a 25,2 MW, data dalla somma della potenza dei convertitori di energia DC/AC, ovvero gli inverter.

L’impianto solare fotovoltaico sarà del tipo *grid-connected* e l’energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di impianto.

In Fig. 1 si riporta il layout di progetto

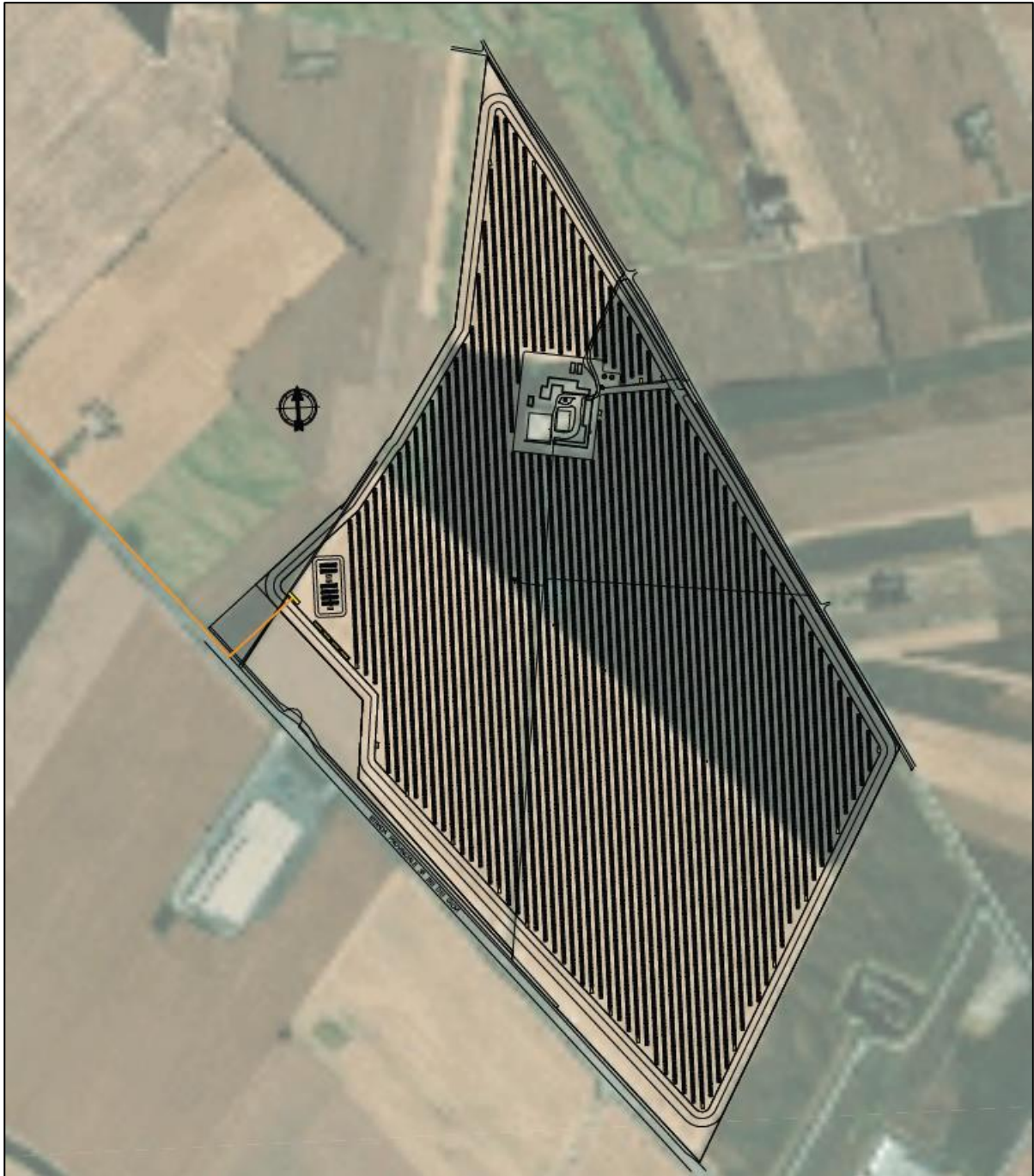


Fig.1: Layout d'Impianto Agrovoltaico Cascina Luna

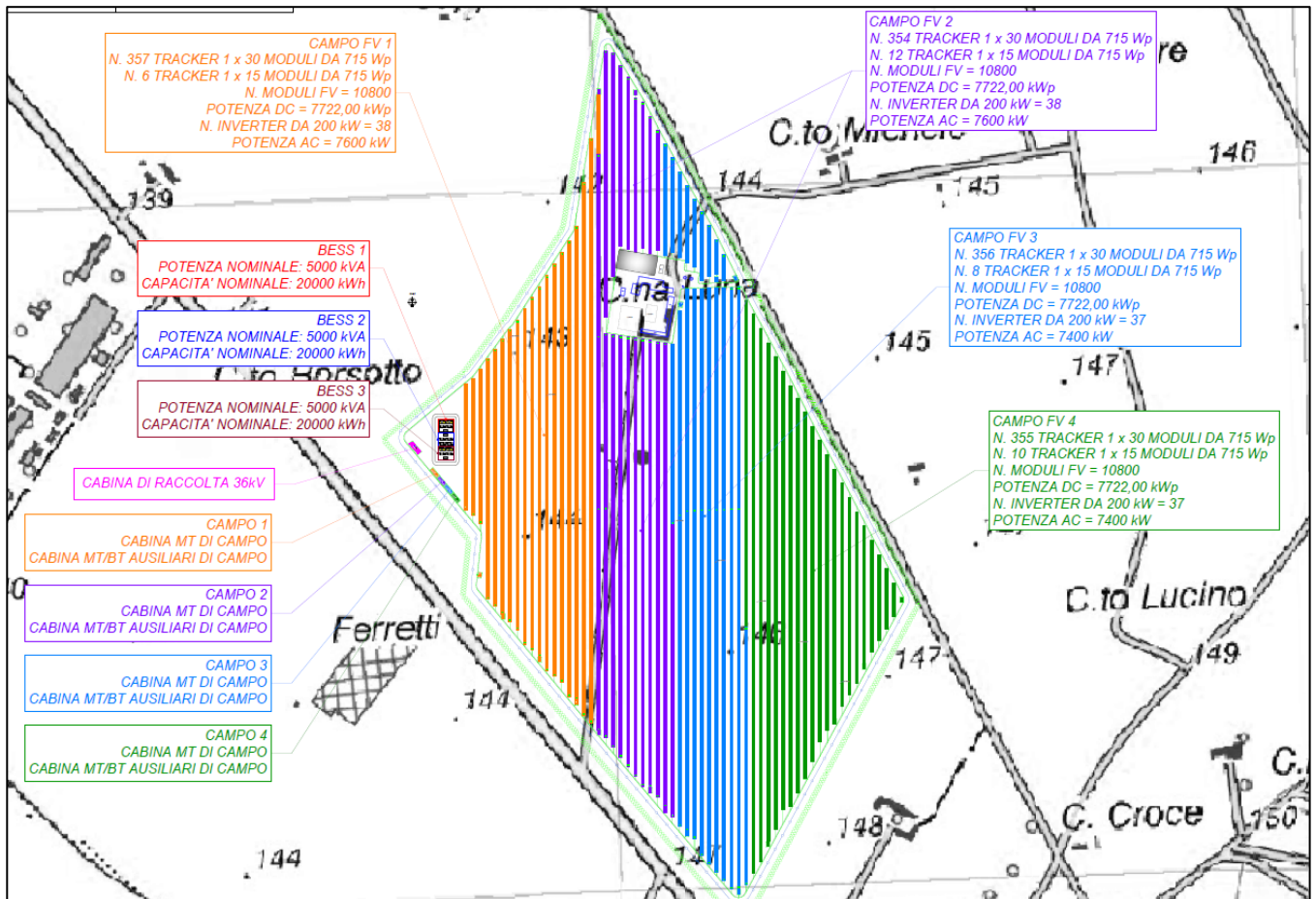


Fig.2: Layout d'Impianto Agrovoltaiico Cascina Luna e raggruppamento in campi

2. DATI DI IRRAGGIAMENTO SOLARE E PREVISIONE DI PRODUZIONE ENERGETICA

La valutazione della risorsa solare disponibile e quindi le stime di producibilità dell'impianto Agrovoltaiico Cascina Luna sono state effettuate tramite Software PVSyst. Di seguito gli input considerati:

- Località "San Quirico": Strada Provinciale 35bis dei Giovi, Pozzolo Formigaro (AL)
- Latitudine di riferimento: 44°49'19.79"N, Longitudine: 8°45'33.60"E
- Altitudine: circa 145 m s.l.m.
- Inclinazione dei moduli: variabile tra -40° e +40°; Rotazione: EST/OVEST (tracker monoassiale)

Inserendo le coordinate del sito nel software "PVSYST" di stima della producibilità di un impianto è stato possibile ottenere i seguenti dati di radiazione solare sul piano dei moduli ancorati sul tracking monoassiale (come da specifiche tecniche allegate). Per i dati di producibilità si sono ipotizzate le perdite del sistema come da grafico seguente:

Impostando la potenza d'impianto pari a **30.888 MWp** si arriva ad una produzione annuale pari a **53,267 GWh/anno** pari ad una produzione specifica stimata 1.511 kWh/kWp annua.

Si allega il PVsyst - Simulation Report a cura della società specializzata Studio MASC Società Cooperativa Email: info@studiomasc.com Sede Legale: Napoli (Na), Via fratelli lumiere 20, 80417 Pec: studiomasc@pec.it P.iva: 10145081211 Cell: 3388757610 - 3312846880

Indice delle Figure

Fig. 1: Layout d'impianto Agrovoltaiico

Fig.2: Layout d'Impianto Agrovoltaiico Cascina Luna e raggruppamento in campi

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Luna Solar

Progetto definitivo

Tracking system

System power: 30.89 MWp

Cascine Zinzini - Italy

Cliente

Ibernordic Italia Srl

 **ENERG Signature**

Author

Studio MASC (Italy)

**STUDIO
MASC**

Signature



PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6

Studio MASC (Italy)

Project summary

Geographical Site Cascine Zinzini Italy	Situation Latitude 44.83 °N Longitude 8.78 °E Altitude 143 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Weather data Cascine Zinzini Meteonorm 8.1 (1991-2014), Sat=100% - Sintetico		

System summary

Grid-Connected System	Tracking system	Near Shadings
PV Field Orientation Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Avg axis azim. 0 °	Tracking algorithm Irradiance optimization	Linear shadings : Fast (table) Diffuse shading Automatic
System information PV Array Nb. of modules 43200 units Pnom total 30.89 MWp	Inverters Nb. of units 125 units Pnom total 25.00 MWac Pnom ratio 1.236	
User's needs Unlimited load (grid)		

Results summary

Produced Energy 53266846 kWh/year	Specific production 1725 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 94.34 %
Apparent energy 53266846 kVAh/year		

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8
P50 - P90 evaluation	9
Single-line diagram	10



PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6

Studio MASC (Italy)

General parameters

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis
Avg axis azim. 0 °

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Bifacial system

Model 2D Calculation
unlimited trackers

Bifacial model geometry

Tracker Spacing 10.50 m
Tracker width 3.95 m
GCR 37.6 %
Axis height above ground 2.10 m

Grid injection point

Power factor

Cos(phi) (lagging) 1.000

Tracking system

Tracking algorithm

Irradiance optimization

Near Shadings

Linear shadings : Fast (table)
Diffuse shading Automatic

Trackers configuration

Nb. of trackers 1457 units

Sizes

Tracker Spacing 10.5 m
Collector width 3.95 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 37.6 %
Phi min / max. +/- 40.0 °

Shading limit angles

Phi limits for BT +/- 67.8 °

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer CSI Solar
Model CS7N-715-TB-AG 1500V
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 715 Wp
Number of PV modules 43200 units
Nominal (STC) 30.89 MWp

Array #1 - Sottocampo #1

Number of PV modules 10800 units
Nominal (STC) 7722 kWp
Modules 360 string x 30 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 7541 kWp
U mpp 1174 V
I mpp 6422 A

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000-215KTL-H3
(Custom parameters definition)
Unit Nom. Power 200 kWac
Number of inverters 125 units
Total power 25000 kWac

Number of inverters 32 units
Total power 6400 kWac

Operating voltage 550-1500 V
Max. power (=>30°C) 215 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.21
Power sharing within this inverter



PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6

Studio MASC (Italy)

PV Array Characteristics

Array #2 - Sottocampo #2			
Number of PV modules	10800 units	Number of inverters	32 units
Nominal (STC)	7722 kWp	Total power	6400 kWac
Modules	360 string x 30 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	7541 kWp	Operating voltage	550-1500 V
U mpp	1174 V	Max. power (=>30°C)	215 kWac
I mpp	6422 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.21
		Power sharing within this inverter	
Array #3 - Sottocampo #3			
Number of PV modules	10800 units	Number of inverters	30 units
Nominal (STC)	7722 kWp	Total power	6000 kWac
Modules	360 string x 30 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	7541 kWp	Operating voltage	550-1500 V
U mpp	1174 V	Max. power (=>30°C)	215 kWac
I mpp	6422 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.29
		Power sharing within this inverter	
Array #4 - Sottocampo #4			
Number of PV modules	10800 units	Number of inverters	31 units
Nominal (STC)	7722 kWp	Total power	6200 kWac
Modules	360 string x 30 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	7541 kWp	Operating voltage	550-1500 V
U mpp	1174 V	Max. power (=>30°C)	215 kWac
I mpp	6422 A	Pnom ratio (DC:AC)	1.25
		Power sharing within this inverter	
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	30888 kWp	Total power	25000 kWac
Total	43200 modules	Max. power	26875 kWac
Module area	134194 m ²	Number of inverters	125 units
		Pnom ratio	1.24

Array losses

Thermal Loss factor		DC wiring losses		Module Quality Loss				
Module temperature according to irradiance		Global array res.	2.8 mΩ	Loss Fraction	-0.4 %			
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Global wiring resistance	0.71 mΩ					
Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s	Loss Fraction	1.5 % at STC					
Module mismatch losses								
Loss Fraction	2.0 % at MPP							
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



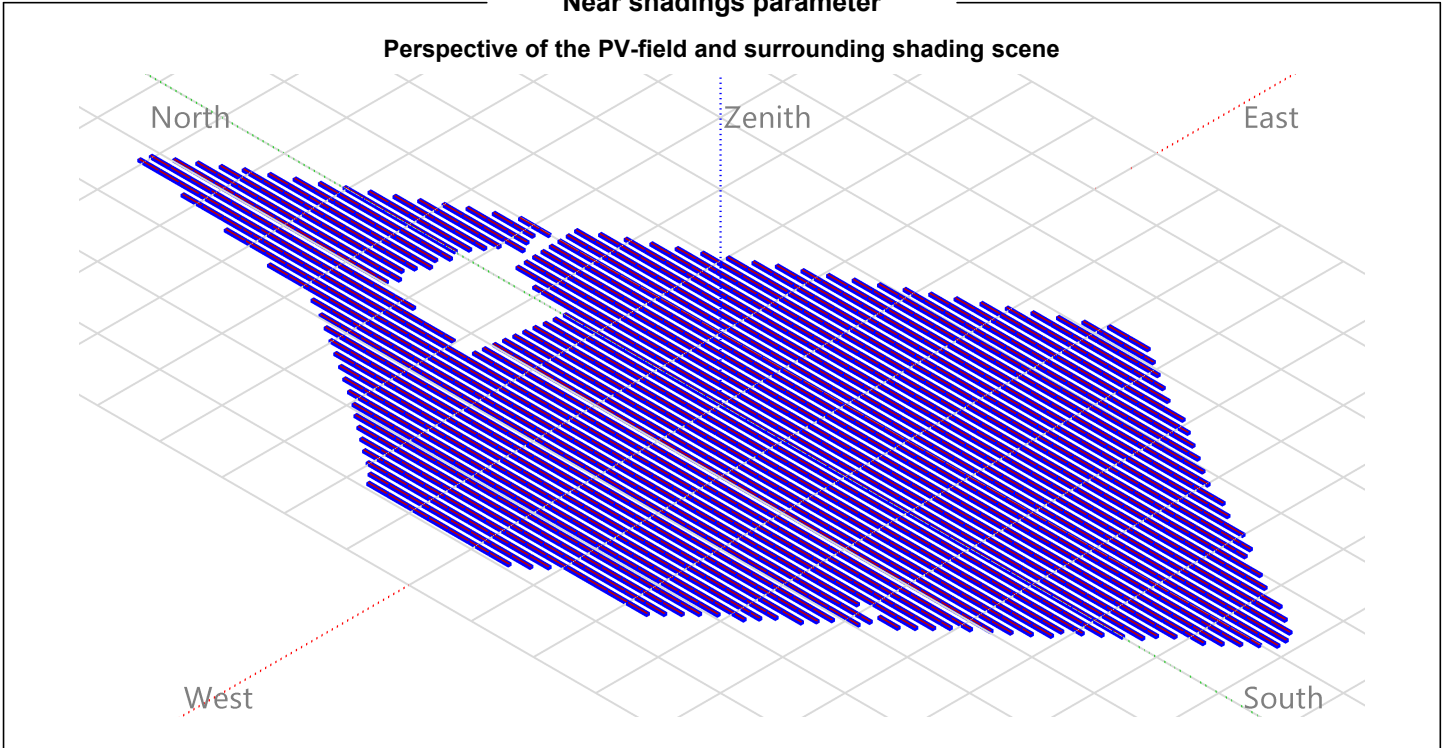
PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6

Studio MASC (Italy)

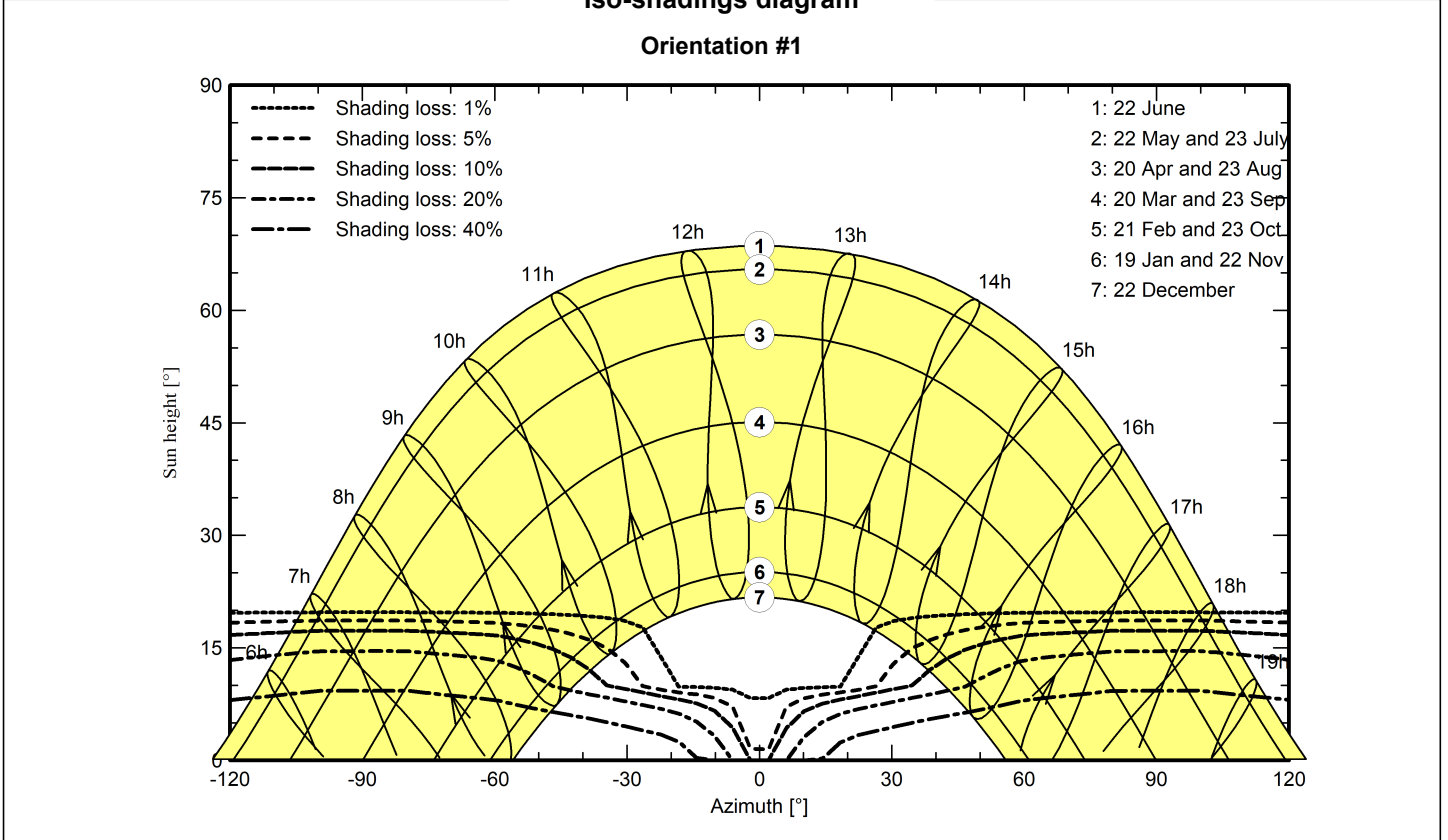
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1





PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6

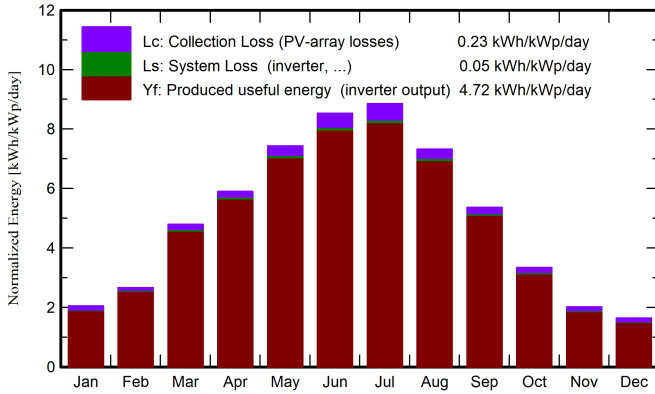
Studio MASC (Italy)

Main results

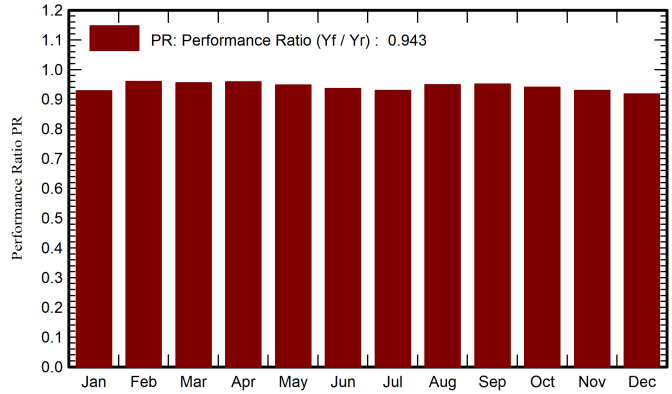
System Production

Produced Energy	53266846 kWh/year	Specific production	1725 kWh/kWp/year
Apparent energy	53266846 kVAh/year	Perf. Ratio PR	94.34 %

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 kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	46.1	23.41	3.99	63.5	57.5	1843004	1819688	0.928
February	57.0	32.14	5.54	74.5	69.6	2236351	2209720	0.960
March	110.4	50.96	10.21	148.7	140.1	4437803	4390222	0.956
April	134.9	67.24	14.00	177.2	168.6	5301801	5245154	0.958
May	177.7	76.05	18.80	230.4	222.0	6821813	6749632	0.948
June	194.3	83.46	23.17	256.1	244.9	7477949	7400348	0.936
July	204.5	80.72	25.47	274.4	262.7	7962953	7879532	0.930
August	171.4	78.61	25.00	227.2	216.8	6726879	6657363	0.948
September	120.6	55.12	20.11	161.1	152.8	4785249	4733742	0.951
October	76.0	36.30	15.21	103.6	96.6	3042254	3007509	0.940
November	44.7	27.03	9.44	60.4	55.0	1757493	1734965	0.930
December	36.6	18.50	4.97	50.7	45.7	1458050	1438970	0.918
Year	1374.4	629.52	14.71	1828.0	1732.4	53851598	53266846	0.943

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

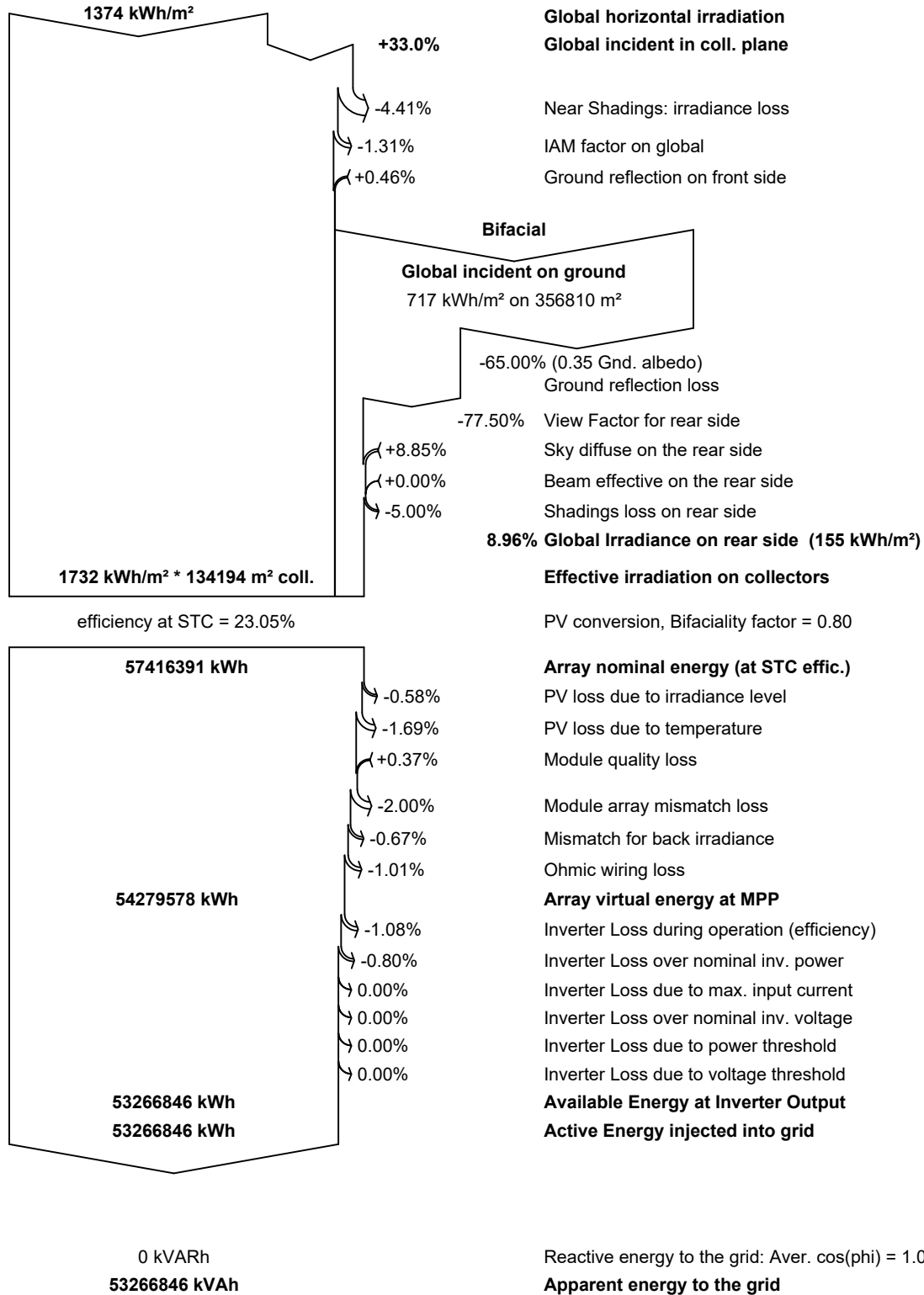


PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6

Studio MASC (Italy)

Loss diagram





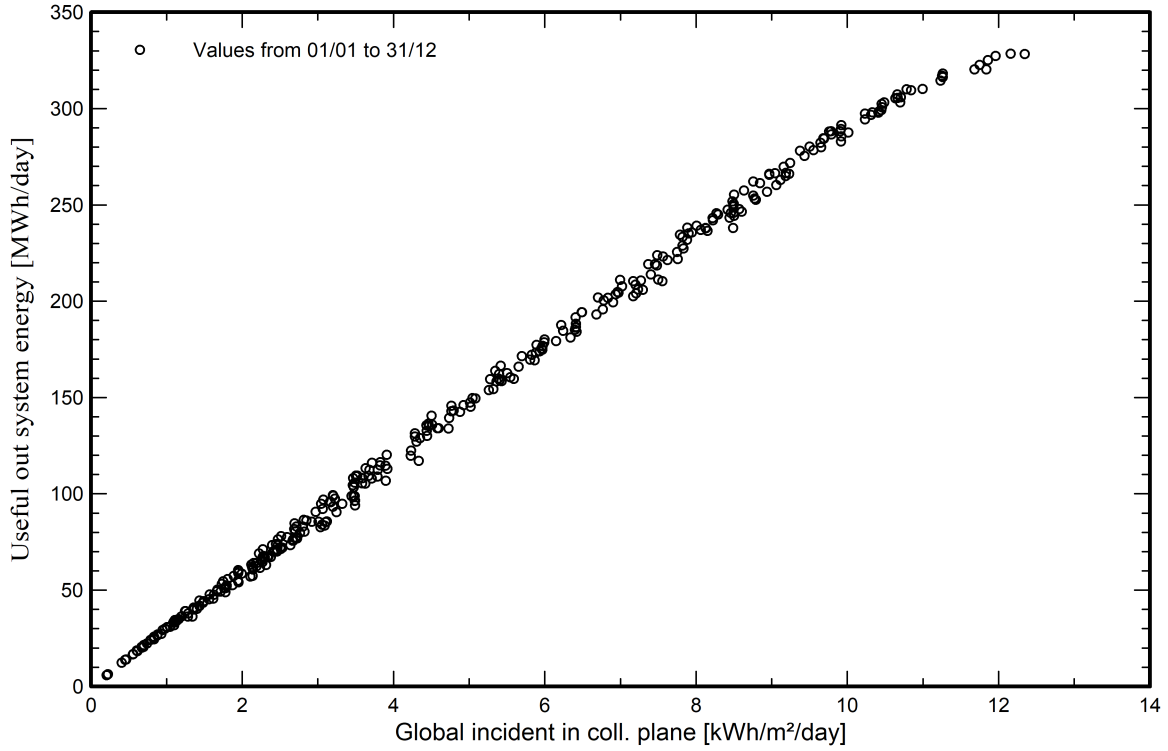
PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6

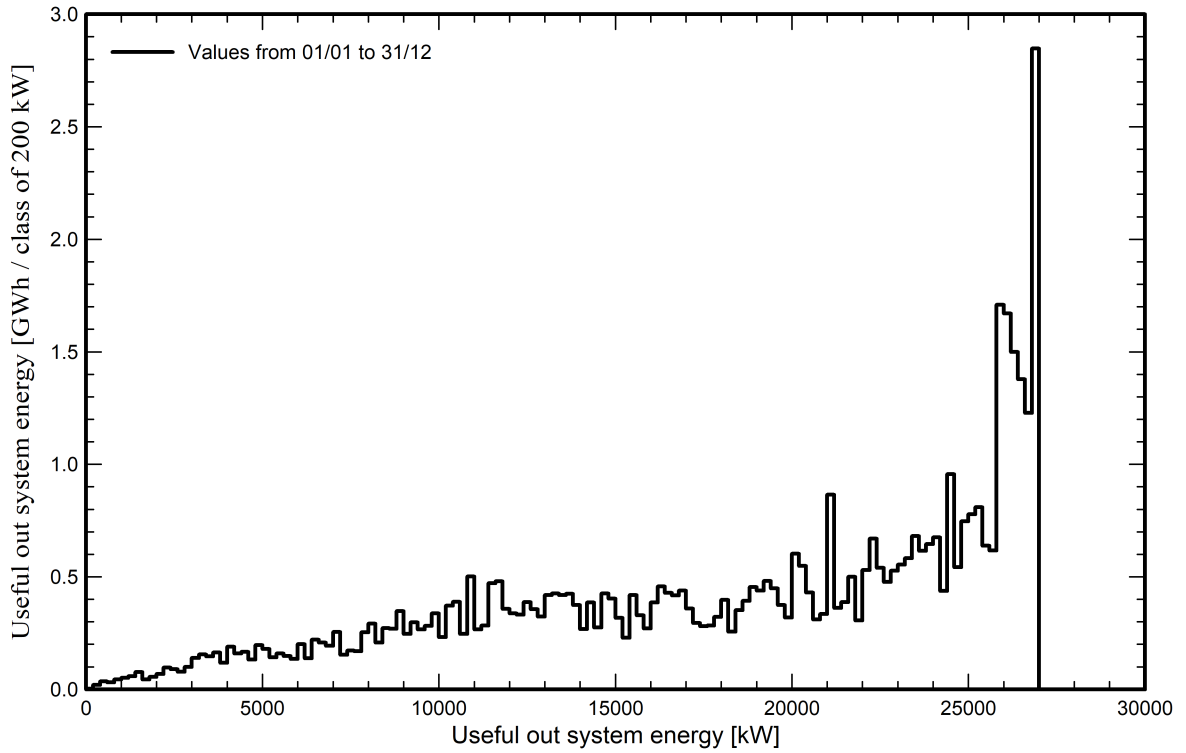
Studio MASC (Italy)

Predef. graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema





PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6

Studio MASC (Italy)

P50 - P90 evaluation

Weather data

Source Meteonorm 8.1 (1991-2014), Sat=100%
Kind Monthly averages
Sintetico - Multi-year average
Year-to-year variability(Variance) 7.3 %

Specified Deviation

Climate change 0.0 %

Global variability (weather data + system)

Variability (Quadratic sum) 7.5 %

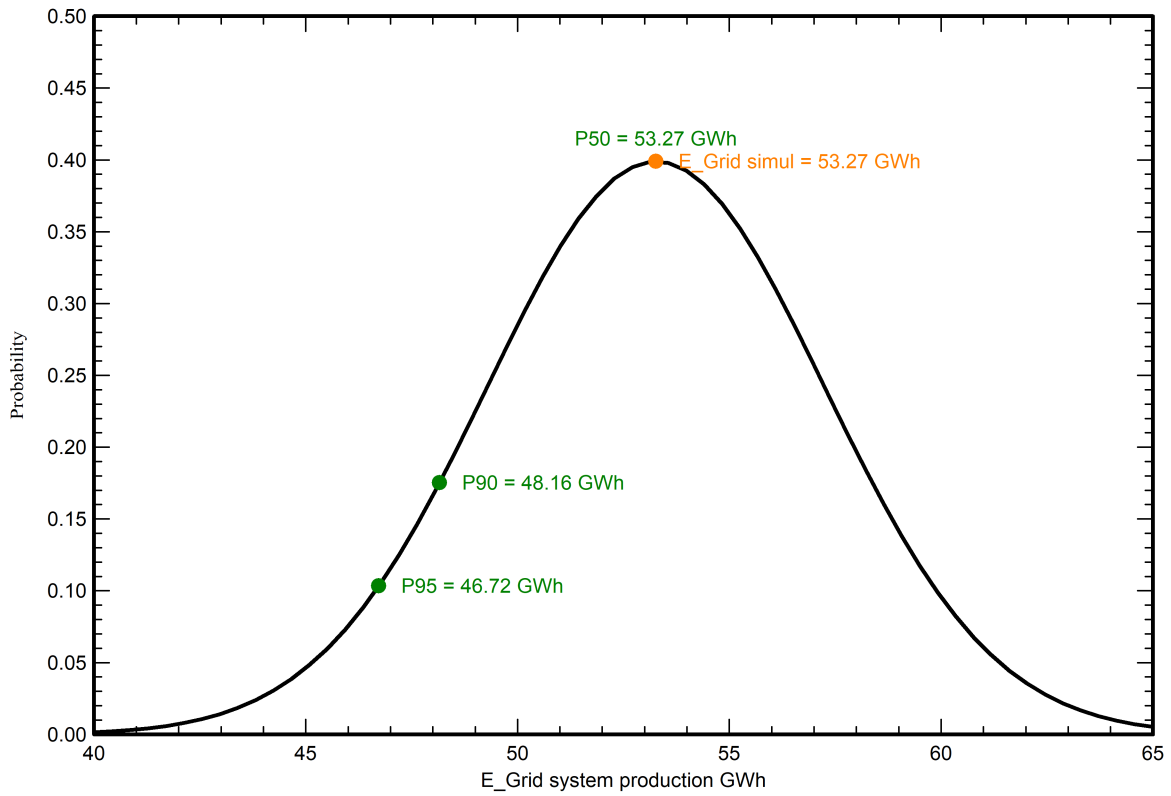
Simulation and parameters uncertainties

PV module modelling/parameters 1.0 %
Inverter efficiency uncertainty 0.5 %
Soiling and mismatch uncertainties 1.0 %
Degradation uncertainty 1.0 %

Annual production probability

Variability 3.98 GWh
P50 53.27 GWh
P90 48.16 GWh
P95 46.72 GWh

Probability distribution

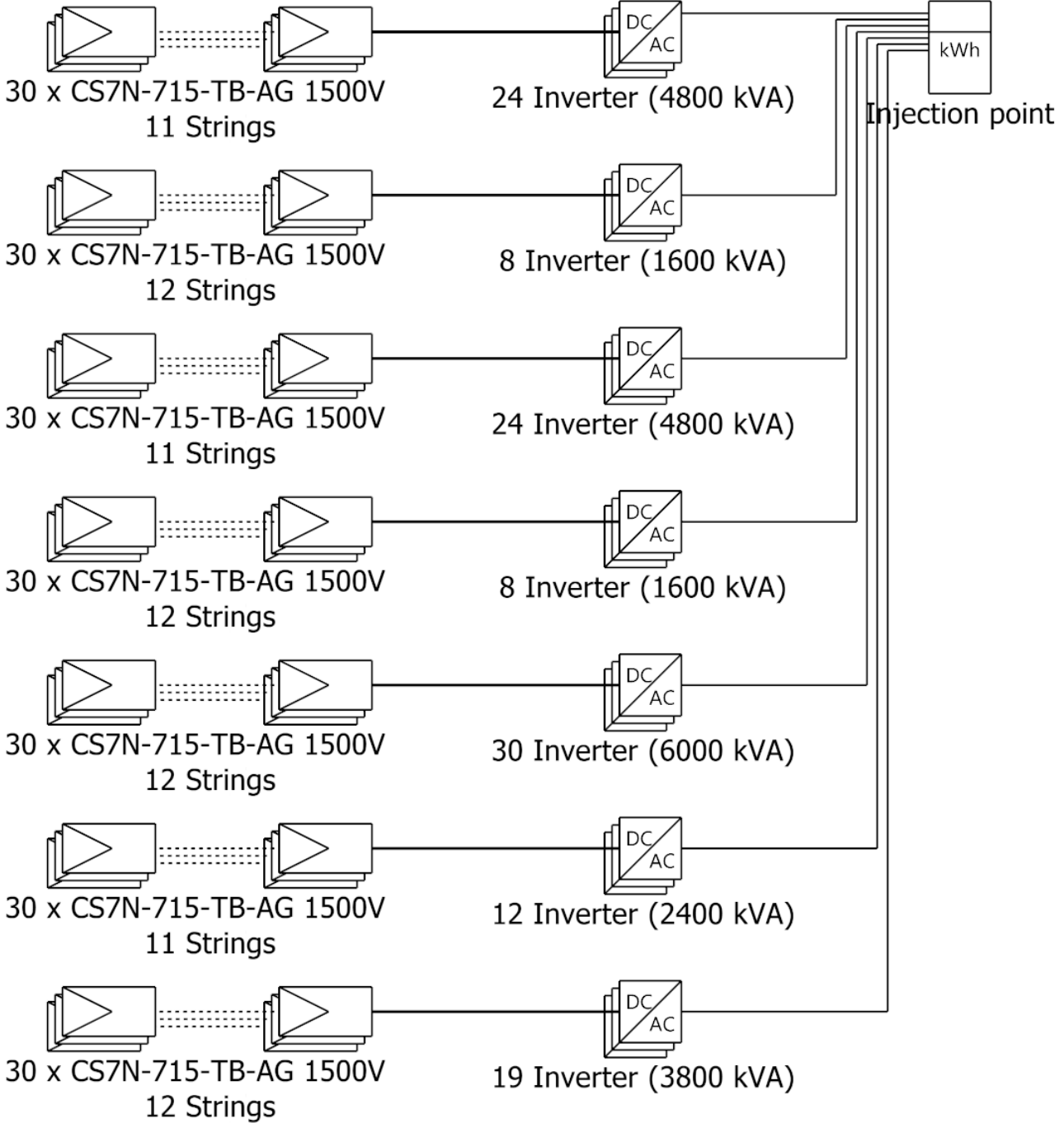




Single-line diagram

PVsyst V7.4.6

VC1, Simulation date:
10/05/24 15:55
with V7.4.6



PV module	CS7N-715-TB-AG 1500V
Inverter	SUN2000-215KTL-H3
String	30 x CS7N-715-TB-AG 1500V



Luna Solar

Studio MASC (Italy
)

VC1 : Luna Solar ultima versione

10/05/24