



MARZO 2024

**ECENERGY SOLAR PARK 1 S.r.l.**  
**IMPIANTO AGRIVOLTAICO COLLEGATO ALLA RTN**  
**POTENZA NOMINALE 51,86 MW**

**COMUNE DI ZERFALIU (OR)**

**Montagna**

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO**

**Calcolo producibilità**

**Progettista**

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

**Coordinamento**

Corrado Pluchino

Paola Scaccabarozzi

Marco Corrà

**Codice elaborato**

*3016\_5461\_SV\_VIA\_R18\_Rev0\_Calcolo Producibilità*



## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
3016_5461_SV_VIA_R18_Rev0_Calcolo Producibilità	03/2024	Prima emissione	GdL	PSc	L.Conti

## Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Progettista	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Paola Scaccabarozzi	Project Manager	
Marco Corrà	Coordinamento ambientale -Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Luca Morelli	Ingegnere Ambientale	
Raffaella Bertolini	Naturalista	
Graziella Cusmano	Architetto	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere strutturista	
Daniele Moncecchi	Ingegnere Ambientale	Ordine Ing. Sondrio A986

### Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)





<b>Nome e cognome</b>	<b>Ruolo nel gruppo di lavoro</b>	<b>N° ordine</b>
Elisa Reposo	Ingegnere Ambientale	
Michele Dessì	Ingegnere Elettrico	
Stefano Corrà	Ingegnere Strutturista	
Giancarlo Carboni	Studio di Geologia Tecnica e Ambientale	
Leonardo Cuscito	Perito Agrario laureato	Periti Agrari della provincia di Bari, n° 1371
Eliana Santoro	Agronomo	
Emanuela Gaia Forni	Dott.ssa Scienze e Tecnologie Agrarie	
Chiara Caltagirone		
Federico Miscali	Tecnico competente in Acustica	iscritto al n. 145 dell'elenco regionale della Sardegna dei tecnici competenti in acustica e al n. 4017 dell'elenco nazionale ENTECA
Michele Barca	Tecnico competente in Acustica	Dott. Ing. Michele Barca iscritto al n. 337 dell'elenco regionale della Sardegna dei tecnici competenti in acustica e al n. 4180 dell'elenco nazionale ENTECA.
Stefano di Stefano	Archeologo di I Fascia	n. 4421 elenco MIC Archeologo I fascia abilitato redazione VPIA
Alessandro de Leo	Archeologo	

**Montana S.p.A.**

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)





## INDICE

1. PREMESSA .....	5
1.1 DATI GENERALI DI PROGETTO .....	6
2. DATI CLIMATICI .....	7
3. RISULTATI .....	8

## ALLEGATO

ALLEGATO 01 Report PVsyst



## 1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo Econergy Solar Park 1 S.r.l., di un impianto solare agrivoltaico in alcuni terreni a nord-est del territorio comunale di Zerfaliu (OR) di potenza pari a 51,86 MW su un'area catastale di circa 76,37 ettari complessivi di cui circa 65,95 ha recintati. Il presente documento costituisce il **Calcolo producibilità** del progetto in esame.

Econergy Solar Park 1 S.r.l è una società italiana con sede legale in Italia nella città di Milano (MI). Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Il progetto in esame è in linea con quanto previsto dal: "Pacchetto per l'energia pulita (Clean Energy Package)" presentato dalla Commissione europea nel novembre 2016 contenente gli obiettivi al 2030 in materia di emissioni di gas serra, fonti rinnovabili ed efficienza energetica e da quanto previsto dal Decreto 10 novembre 2017 di approvazione della Strategia energetica nazionale emanato dal Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

La tecnologia impiantistica prevede l'installazione di moduli fotovoltaici bifacciali che saranno installati su strutture mobili (tracker) di tipo monoassiale mediante palo infisso nel terreno.

Le strutture saranno posizionate in maniera da conferire in modo funzionale un carattere agrivoltaico all'impianto. I pali di sostegno delle strutture tracker sono posizionati distanti tra loro di 10,50 metri, compresa l'interfila in cui è collocata la viabilità di campo, la cui ampiezza è pari a 3,50 metri. Tali distanze sono state applicate per garantire la corretta integrazione fra pratiche agricole ed installazioni fotovoltaiche. Sarà utilizzata una tipologia di strutture, in configurazione 2P (two-in-portrait), composte rispettivamente da 12 (tipo 1) e 24 (tipo 2) moduli.

I terreni non occupati dalle strutture dell'impianto continueranno ad essere adibiti ad uso agricolo ed è previsto un avvicendamento colturale di graminacee e leguminose destinate all'attività zootecnica.

Il progetto rispetta i requisiti riportati all'interno delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" in quanto la superficie minima per l'attività agricola è pari al 78,3% mentre la LAOR (percentuale di superficie ricoperta dai moduli) è pari al 37,2%.

La corrente elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici sarà convertita e trasformata tramite l'installazione di inverter di stringa e di 14 Cabine di Campo. Infine, l'impianto fotovoltaico sarà allacciato, con soluzione in cavo interrato di lunghezza pari a circa 7,1 km, con tensione pari a 36 kV alla rete di Distribuzione tramite la realizzazione di una nuova Stazione Elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entra-esce alla linea 220 kV "Codrongianos-Oristano".

## 1.1 DATI GENERALI DI PROGETTO

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

*Tabella 1.1: Dati di progetto*

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	ECONERGY SOLAR PARK 1 S.r.l.
Luogo di installazione:	ZERFALIU (OR)
Denominazione impianto:	SANTA VITTORIA
Potenza di picco (MW <sub>p</sub> ):	51,86 MW <sub>p</sub>
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da viabilità esistente per lo più costituita da strade bianche ben praticabili. La morfologia è piuttosto regolare.
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker fissate a terra su pali.
Moduli per struttura:	n. 24 Tipo 1 (12x2) n. 12 Tipo 2 (6x2)
Inclinazione piano dei moduli:	+55°/- 55°
Azimut di installazione:	0°
Sezioni sito:	n. 8 denominate A, B, C, D, E ,F ,G ,H
Cabine di Campo:	n. 14 distribuite all'interno delle sezioni dell'impianto agrivoltaico
Inverter:	n. 145 Sungrow SG350HX-20A-Preliminary
Cabine di Smistamento:	n. 1 interna alla sezione A, posizionata lungo la recinzione
Cabine di Connessione:	n. 1 esterna all'impianto, posizionata in prossimità della nuova SE
Rete di collegamento:	36 kV
Coordinate (Cabina di Smistamento):	Latitudine 39.97387° N; Longitudine 8.70885° E



## 2. DATI CLIMATICI

Il database internazionale PVGIS Api TMY rende disponibili i dati meteorologici e l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito di progetto.

È stata fatta un'unica simulazione per tutte le sezioni dell'impianto con strutture mobili di tipo tracker.

Di seguito si riportano i bilanci e i risultati principali:

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	61.0	30.25	9.31	76.5	73.7	3864	3747	0.944
Febbraio	71.2	37.26	5.77	88.3	85.3	4487	4356	0.951
Marzo	128.7	50.73	10.56	164.7	159.5	8046	7804	0.914
Aprile	162.2	58.87	13.98	205.1	199.1	9798	9497	0.893
Maggio	161.0	72.74	16.40	196.5	190.4	9340	9050	0.888
Giugno	235.3	65.30	22.97	299.8	291.8	13672	13239	0.851
Luglio	249.0	61.57	23.85	325.2	316.4	14744	14275	0.846
Agosto	187.0	58.47	23.76	241.4	234.4	11090	10741	0.858
Settembre	157.7	51.67	20.09	207.0	201.1	9717	9424	0.878
Ottobre	109.3	44.61	15.93	142.4	137.8	6899	6699	0.907
Novembre	59.1	32.42	11.65	73.0	70.2	3658	3548	0.938
Dicembre	56.1	26.48	9.87	72.9	70.1	3663	3552	0.939
Anno	1637.7	590.38	15.41	2092.7	2029.8	98978	95930	0.884

Figura 2.1: Dati Climatici con Irraggiamento per impianto con strutture mobili



### 3. RISULTATI

Di seguito si riportano i risultati relativi alla produzione dell'impianto:

L'energia prodotta dall'area di progetto con strutture tracker risulta essere di circa **95.930,38 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.850 kWh/kWp/anno**. In base ai parametri impostati per le relative perdite d'impianto, i componenti scelti (moduli e inverter) e alle condizioni meteorologiche del sito in esame risulta un indice di rendimento (performance ratio PR) del **88,39 %**.

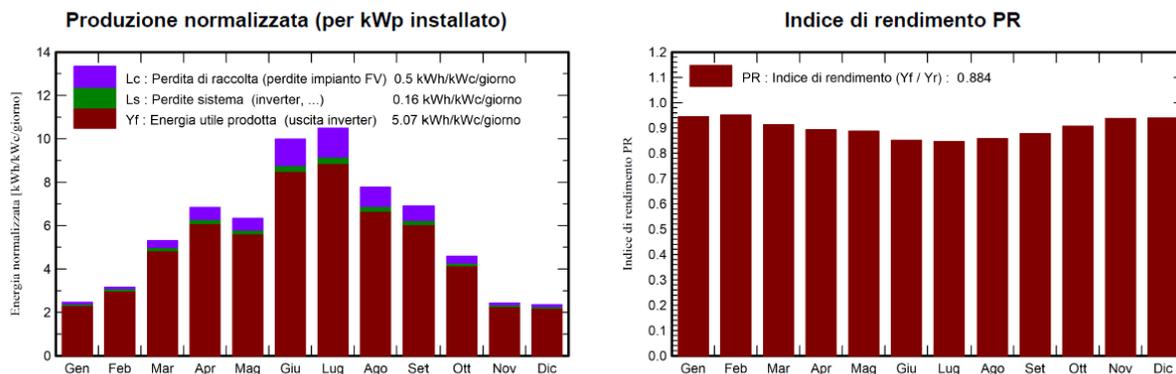


Figura 3.1: Dati di produzione dell'impianto

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Santa Vittoria

Variante: variante di simulazione P10.5

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 51.86 MWc

Santa vittoria - Italia

**Autore**

Montana S.p.a. (Italy)



# Progetto: Santa Vittoria

Variante: variante di simulazione P10.5

Montana S.p.a. (Italy)

## PVsyst V7.4.5

VC4, Simulato su  
15/12/23 11:44  
con v7.4.5

### Sommario del progetto

<b>Luogo geografico</b> Santa vittoria Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 39.98 °N Longitudine 8.72 °E Altitudine 41 m Fuso orario UTC	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> santa vittoria PVGIS api TMY		

### Sommario del sistema

<b>Sistema connesso in rete</b>	<b>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</b>		
<b>Orientamento campo FV</b> <b>Orientamento</b> Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °	<b>Algoritmo dell'inseguimento</b> Calcolo astronomico Backtracking attivato	<b>Ombre vicine</b> Ombre lineari : Veloce (tavola) Ombreggiamento diffuso Automatico	
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Nr. di moduli Pnom totale	82320 unità 51.86 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità Pnom totale Rapporto Pnom	145 unità 46.40 MWac 1.118
<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)			

### Sommario dei risultati

Energia prodotta	95930.38 MWh/anno	Prod. Specif.	1850 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR	88.39 %
------------------	-------------------	---------------	-------------------	----------------------	---------

### Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	5
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici predefiniti	8



# Progetto: Santa Vittoria

Variante: variante di simulazione P10.5

Montana S.p.a. (Italy)

## PVsyst V7.4.5

VC4, Simulato su  
15/12/23 11:44  
con v7.4.5

### Parametri principali

#### Sistema connesso in rete

#### Orientamento campo FV

##### Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S  
Asse dell'azimut 0 °

#### Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

##### Algoritmo dell'inseguimento

Calcolo astronomico  
Backtracking attivato

##### Campo con backtracking

N. di eliostati 3536 unità

##### Dimensioni

Distanza eliostati 10.5 m  
Larghezza collettori 4.95 m  
Fattore occupazione (GCR) 47.1 %  
Phi min / max -/+ 55.0 °

##### Strategia backtracking

Phi limits for BT -/+ 61.8 °  
Distanza tavole backtracking 10.5 m  
Larghezza backtracking 4.95 m  
Modo Automatico

#### Modelli utilizzati

Trasposizione Perez  
Diffuso Importato  
Circumsolare separare

#### Orizzonte

Orizzonte libero

#### Ombre vicine

Ombre lineari : Veloce (tavola)  
Ombreggiamento diffuso Automatico

#### Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

#### Sistema bifacciale

Modello Calcolo 2D  
eliostati illimitati

#### Geometria del modello bifacciale

Distanza eliostati 10.50 m  
ampiezza eliostati 4.95 m  
GCR 47.1 %  
Altezza dell'asse dal suolo 2.10 m

#### Definizioni per il modello bifacciale

Albedo dal suolo 0.20  
Fattore di Bifaccialità 80 %  
Ombreg. posteriore 5.0 %  
Perd. Mismatch post. 10.0 %  
Frazione trasparente della tettoia 0.0 %

### Caratteristiche campo FV

#### Modulo FV

Costruttore Astronergy  
Modello CHSM78N(DG)/F-BH-630  
(Definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 630 Wp  
Numero di moduli FV 82320 unità  
Nominale (STC) 51.86 MWc  
Moduli 3430 stringa x 24 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 48.08 MWc  
U mpp 1032 V  
I mpp 46569 A

#### Potenza PV totale

Nominale (STC) 51862 kWp  
Totale 82320 moduli  
Superficie modulo 230110 m²

#### Inverter

Costruttore Sungrow  
Modello SG350HX-20A-Preliminary  
(Definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 320 kWac  
Numero di inverter 145 unità  
Potenza totale 46400 kWac  
Vollaggio di funzionamento 500-1500 V  
Potenza max. (=>30°C) 352 kWac  
Rapporto Pnom (DC:AC) 1.12  
Power sharing within this inverter

#### Potenza totale inverter

Potenza totale 46400 kWac  
Potenza max. 51040 kWac  
Numero di inverter 145 unità  
Rapporto Pnom 1.12



**PVsyst V7.4.5**

VC4, Simulato su  
15/12/23 11:44  
con v7.4.5

**Perdite campo**

**Perdite per sporco campo**

Fraz. perdite 2.0 %

**Fatt. di perdita termica**

Temperatura modulo secondo irraggiamento  
Uc (cost) 20.0 W/m<sup>2</sup>K  
Uv (vento) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

**Perdite DC nel cablaggio**

Res. globale campo 0.36 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Perdita di qualità moduli**

Fraz. perdite -0.8 %

**Perdite per mismatch del modulo**

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

**Perdita disadattamento Stringhe**

Fraz. perdite 0.2 %

**Fattore di perdita IAM**

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

0°	20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°
1.000	1.000	1.000	0.997	0.992	0.979	0.947	0.861	0.628

**Perdite cablaggio AC**

**Linea uscita inv. sino al trasformatore MT**

Tensione inverter 800 Vac tri  
Fraz. perdite 0.86 % a STC

**Inverter: SG350HX-20A-Preliminary**

Sezione cavi (145 Inv.) Rame 145 x 3 x 120 mm<sup>2</sup>  
Lunghezza media dei cavi 100 m

**Linea MV fino alla iniezione**

Voltaggio MV 20 kV  
Conduttori Rame 3 x 1000 mm<sup>2</sup>  
Lunghezza 100 m  
Fraz. perdite 0.02 % a STC

**Perdite AC nei trasformatori**

**Trafo MV**

Media tensione 20 kV

**Transformer parameters**

Potenza nominale a STC 51.10 MVA  
Iron Loss ( Connessione 24/24) 46.28 kVA  
Frazione di perdite a vuoto 0.09 % a STC  
Perdite a carico 562.86 kVA  
Frazione di perdite a carico 1.10 % a STC  
Resistenza equivalente induttori 3 x 0.14 mΩ



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

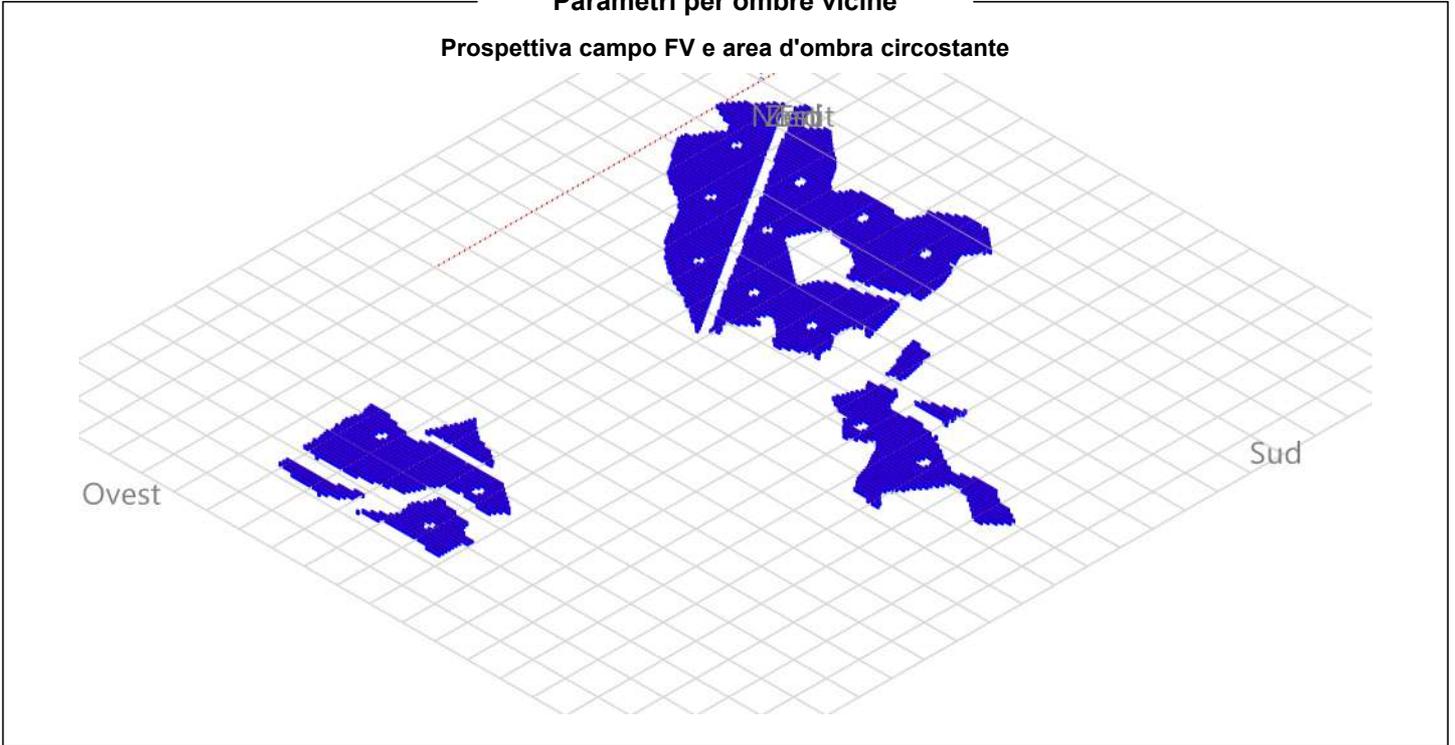
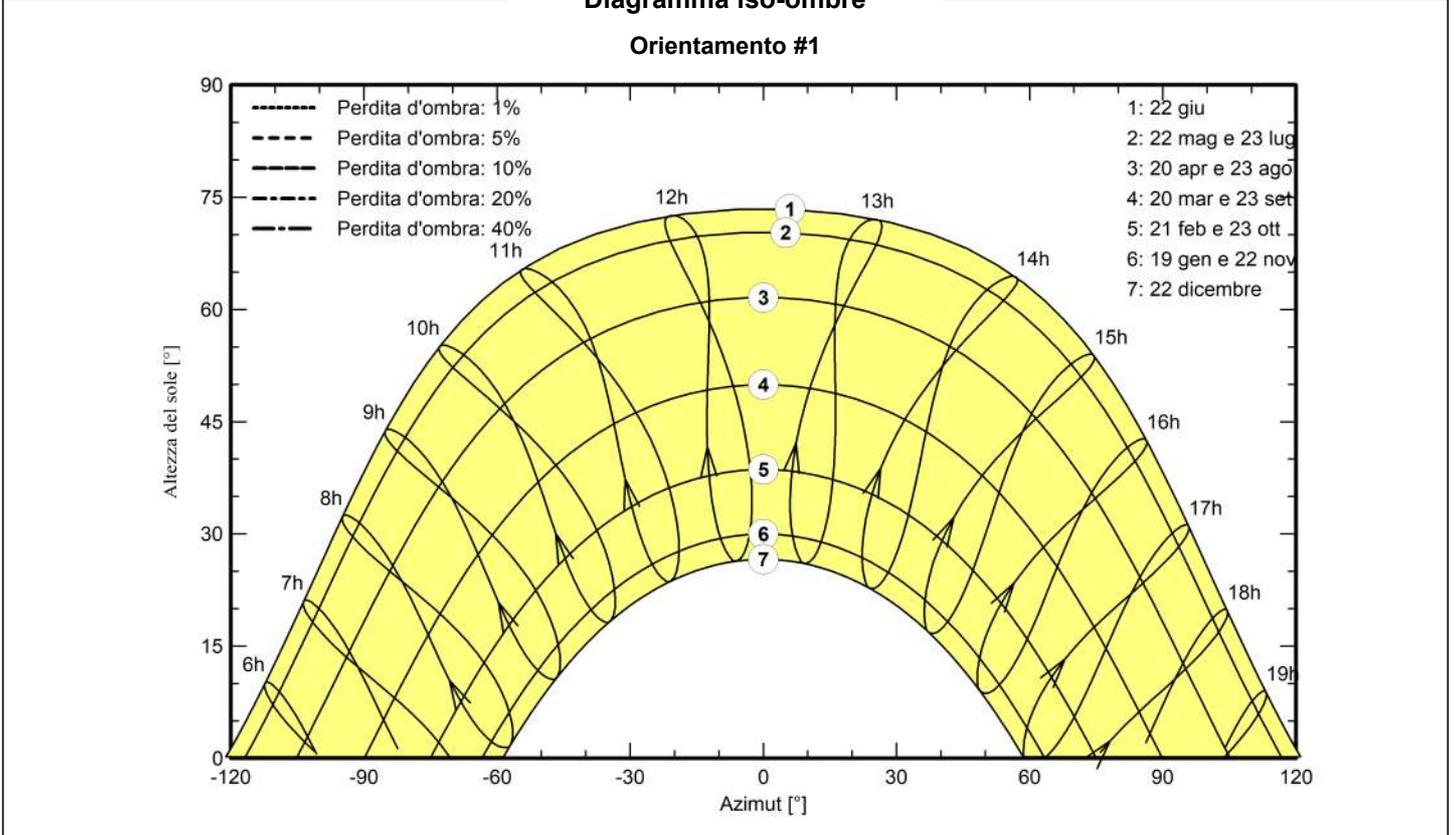


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1





# Progetto: Santa Vittoria

Variante: variante di simulazione P10.5

PVsyst V7.4.5  
VC4, Simulato su  
15/12/23 11:44  
con v7.4.5

Montana S.p.a. (Italy)

## Risultati principali

### Produzione sistema

Energia prodotta 95930.38 MWh/anno

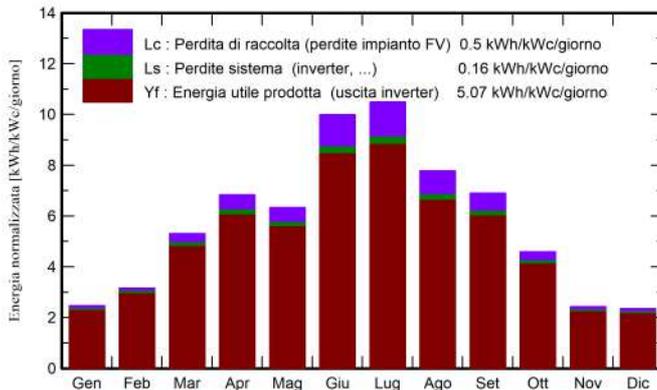
Prod. Specif.

1850 kWh/kWp/anno

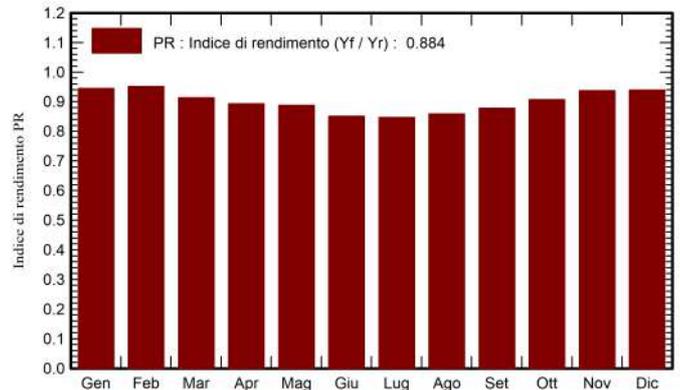
Indice rendimento PR

88.39 %

### Produzione normalizzata (per kWp installato)



### Indice di rendimento PR



## Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	61.0	30.25	9.31	76.5	73.7	3864	3747	0.944
Febbraio	71.2	37.26	5.77	88.3	85.3	4487	4356	0.951
Marzo	128.7	50.73	10.56	164.7	159.5	8046	7804	0.914
Aprile	162.2	58.87	13.98	205.1	199.1	9798	9497	0.893
Maggio	161.0	72.74	16.40	196.5	190.4	9340	9050	0.888
Giugno	235.3	65.30	22.97	299.8	291.8	13672	13239	0.851
Luglio	249.0	61.57	23.85	325.2	316.4	14744	14275	0.846
Agosto	187.0	58.47	23.76	241.4	234.4	11090	10741	0.858
Settembre	157.7	51.67	20.09	207.0	201.1	9717	9424	0.878
Ottobre	109.3	44.61	15.93	142.4	137.8	6899	6699	0.907
Novembre	59.1	32.42	11.65	73.0	70.2	3658	3548	0.938
Dicembre	56.1	26.48	9.87	72.9	70.1	3663	3552	0.939
Anno	1637.7	590.38	15.41	2092.7	2029.8	98978	95930	0.884

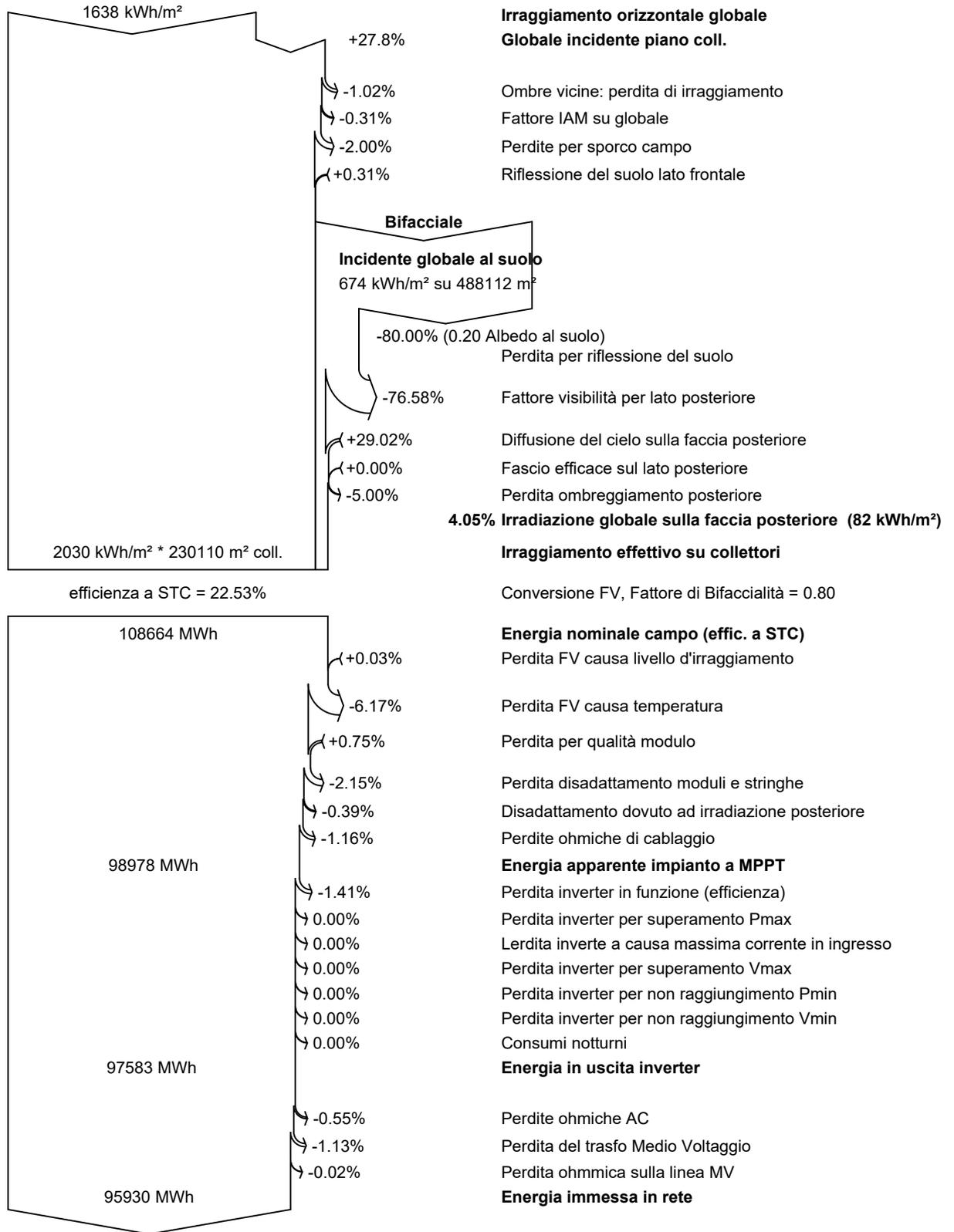
### Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale  
 DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.  
 T\_Amb Temperatura ambiente  
 GlobInc Globale incidente piano coll.  
 GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo  
 E\_Grid Energia immessa in rete  
 PR Indice di rendimento



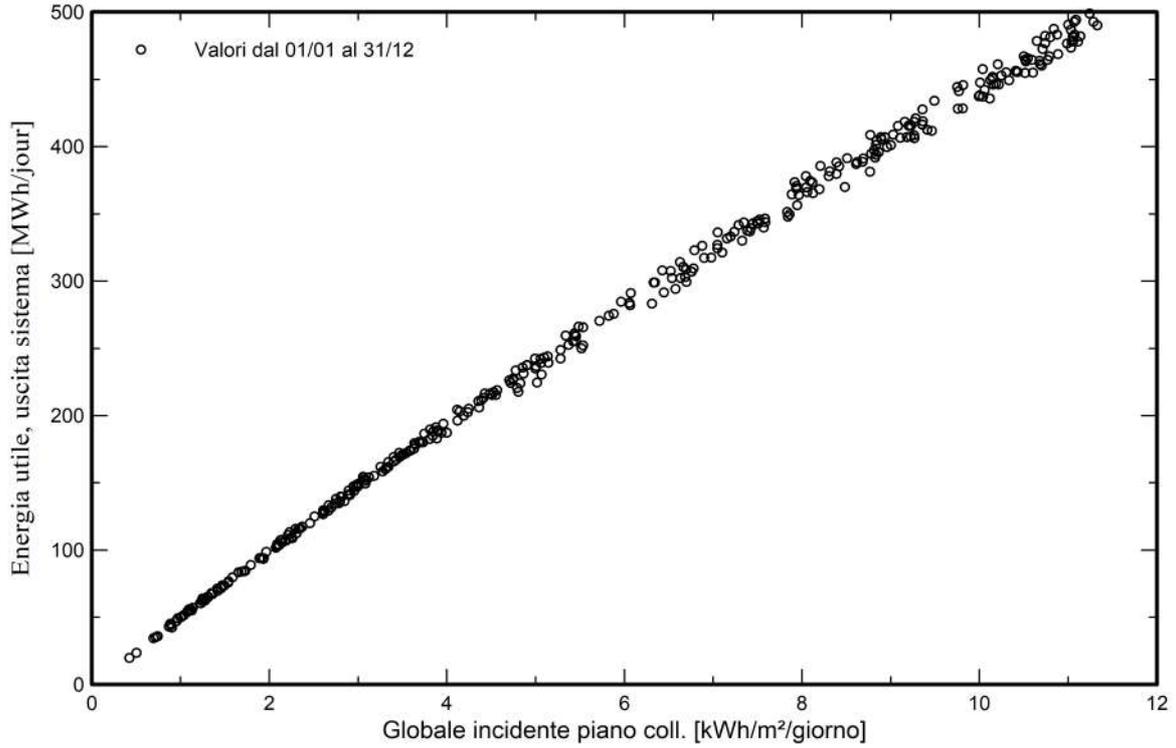
**Diagramma perdite**





Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

