

NOVEMBRE 2023

## SOLAR CAPITAL 5 S.R.L.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
COLLEGATO ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 44 MW



COMUNE DI TORREMAGGIORE (FG)

Montagna

## PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

### Calcolo di producibilità

**Progettista**

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

**Codice elaborato**

2748\_5572\_TM\_VIA\_R18\_Rev0\_Calcolo Producibilità

## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_5572_TM_VIA_R18_Rev0_Calcolo Producibilità	11/2023	Prima emissione	G.d.L.	CP	L.Conti

## Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Daniele Crespi	Project Manager e Coordinamento SIA	
Corrado Pluchino	Project Manager	Ord. Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Giulia Peirano	Architetto	Ordine Arch. Milano n. 20208
Marco Corrà	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Elena Comi	Biologo	
Sergio Alifano	Architetto	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Luca Morelli	Ingegnere Ambientale	
Matteo Cuda	Naturista	
Graziella Cusmano	Architetto	
Raffaella Bertolini	Esperto Ambientale	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere strutturista	Ordine Ingegneri Siracusa n.2216

### 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)





Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue	Ordine Geologi Puglia n. 327
Nazzario D'Errico	Agronomo	Ordine Agronomi di Foggia n. 382
Felice Stoico	Archeologo	
Marianna Denora	Architetto - Acustica	Ordine Architetti Bari, Sez. A n. 2521

**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
2. DATI CLIMATICI .....	6
3. RISULTATI.....	7



## 1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo Solar Capital 5 S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a Sud-Ovest del comune di Foggia, nel territorio comunale di Torremaggiore di potenza pari a 44 MW su un'area catastale di circa 84,49 ettari complessivi di cui circa 60,39 ettari recintati.

Solar Capital 5 S.r.l. è una società italiana con sede legale in Italia nella città di Torremaggiore (FG). 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.

L'opera ha dei contenuti economico-sociali importanti e tutti i potenziali impatti sono stati mitigati. Il progetto sarà eseguito in regime "agrivoltaico" che produce energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che fornisca energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

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 consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno; pertanto, saranno poste ad una distanza tra loro di 9,50 metri per consentire la coltivazione e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento. Saranno utilizzate due tipologie di strutture, una da 52 moduli (Tipo 1) e l'altra da 26 moduli (Tipo 2).

I terreni non occupati dalle strutture dell'impianto continueranno ad essere adibiti ad uso agricolo ed è prevista una piantumazione e coltivazione di ulivi.

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 72,70% mentre la LAOR (percentuale di superficie ricoperta dai moduli) è pari al 38,77%.

Infine, l'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "San Severo 380 – Rotello 380".

Il presente documento costituisce la Relazione Descrittiva Generale del Progetto Definitivo redatto, insieme con i suoi allegati, nel rispetto delle Linee Guida "Disciplina del procedimento unico di autorizzazione alla realizzazione ed all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili" approvate con DGR 28 dicembre 2010, n. 3029.

Il presente documento costituisce la Relazione di calcolo della producibilità dell'impianto.

La simulazione prende in esame un anno tipo ed è stata effettuata tramite il programma per sistemi fotovoltaici PVSyst v.7.4.0.



## 2. DATI CLIMATICI

Il database internazionale PVGIS 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 in esame.

Di seguito si riportano i dati meteorologici assunti.

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> MWh	<b>E_Grid</b> MWh	<b>PR</b> ratio
<b>Gennaio</b>	66.3	26.65	8.94	84.5	77.8	3355	3304	0.888
<b>Febbraio</b>	72.1	32.88	7.01	90.1	84.3	3648	3591	0.906
<b>Marzo</b>	101.6	51.60	10.39	122.7	115.3	4908	4830	0.895
<b>Aprile</b>	163.9	62.24	14.22	204.6	194.9	8074	7947	0.883
<b>Maggio</b>	204.3	69.73	17.60	254.1	242.9	9891	9732	0.870
<b>Giugno</b>	219.4	71.13	22.84	271.8	260.2	10385	10212	0.854
<b>Luglio</b>	236.1	62.23	28.48	299.8	287.6	11211	11021	0.835
<b>Agosto</b>	202.5	63.92	27.39	253.8	243.1	9606	9449	0.846
<b>Settembre</b>	132.9	53.83	20.52	165.5	157.1	6413	6309	0.866
<b>Ottobre</b>	84.9	43.19	16.63	101.8	95.2	4012	3947	0.881
<b>Novembre</b>	55.1	29.44	13.86	67.4	62.2	2651	2604	0.878
<b>Dicembre</b>	49.2	23.93	8.50	61.1	55.8	2419	2378	0.885
<b>Anno</b>	1588.4	590.78	16.43	1977.3	1876.3	76574	75327	0.866

Figura 2.1: Dati meteorologici

### 3. RISULTATI

La figura di seguito riassume i principali risultati ottenuti.

#### Produzione sistema

Energia prodotta **75326.84 MWh/anno**

Prod. Specif.

**1712 kWh/kWp/anno**

Indice rendimento PR

**86.57 %**

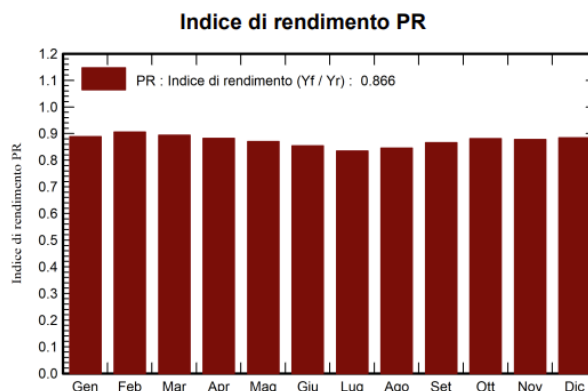
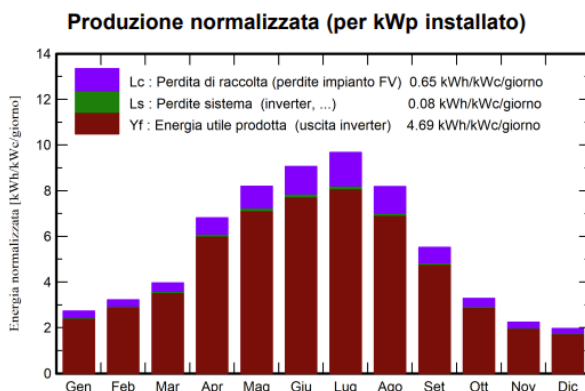


Figura 3.1: Risultati principali

L'energia immessa in rete risulta essere di **75.326,84 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.712 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 **86,57 %**.

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: 2748\_ De Meo

Variante: Layout 13.12.2023

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 44.01 MWc

De Meo - Italy

**Autore**

Montana S.p.a. (Italy)



**PVsyst V7.4.4**VC1, Simulato su  
13/12/23 10:08  
con v7.4.4

Montana S.p.a. (Italy)

**Sommario del progetto****Luogo geografico****De Meo**

Italia

**Ubicazione**

Latitudine	41.70 °N
Longitudine	15.21 °E
Altitudine	90 m
Fuso orario	UTC+1

**Parametri progetto**

Albedo 0.20

**Dati meteo**

De Meo

PVGIS api TMY

**Sommario del sistema****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

**Ombre vicine**

Ombre lineari : Veloce (tavola)

Ombreggiamento diffuso automatico

**Informazione sistema****Campo FV**

Nr. di moduli

63778 unità

Pnom totale

44.01 MWc

**Inverter**

Numero di unità

115 unità

Pnom totale

36.80 MWac

Rapporto Pnom

1.196

**Bisogni dell'utente**

Carico illimitato (rete)

**Sommario dei risultati**

Energia prodotta	75326.84 MWh/anno	Prod. Specif.	1712 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR	86.57 %
------------------	-------------------	---------------	-------------------	----------------------	---------

**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



## PVsyst V7.4.4

VC1, Simulato su  
13/12/23 10:08  
con v7.4.4

Montana S.p.a. (Italy)

## 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 1386 unità

## Dimensioni

Distanza eliostati 9.50 m  
Larghezza collettori 5.27 m  
Fattore occupazione (GCR) 55.5 %  
Phi min / max -/+ 55.0 °

## Strategia backtracking

Phi limits for BT -/+ 56.2 °  
Distanza tavole backtracking 9.50 m  
Larghezza backtracking 5.27 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 9.50 m  
ampiezza eliostati 5.27 m  
GCR 55.5 %  
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 CSI Solar  
Modello CS7N-690TB-AG 1500V  
(PVsyst database originale)  
Potenza nom. unit. 690 Wp  
Numero di moduli FV 63778 unità  
Nominale (STC) 44.01 MWc  
Moduli 2453 stringa x 26 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 40.71 MWc  
U mpp 947 V  
I mpp 42999 A

## Inverter

Costruttore Sungrow  
Modello SG350HX-20A-Preliminary  
(Definizione customizzata dei parametri)  
Potenza nom. unit. 320 kWac  
Numero di inverter 115 unità  
Potenza totale 36800 kWac  
Vollaggio di funzionamento 500-1500 V  
Potenza max. (=>30°C) 352 kWac  
Rapporto Pnom (DC:AC) 1.20  
Power sharing within this inverter

## Potenza PV totale

Nominale (STC) 44007 kWp  
Totale 63778 moduli  
Superficie modulo 198117 m<sup>2</sup>

## Potenza totale inverter

Potenza totale 36800 kWac  
Potenza max. 40480 kWac  
Numero di inverter 115 unità  
Rapporto Pnom 1.20



**Perdite campo**

**Perdite per sporco campo**

Fraz. perdite 2.0 %

**Fatt. di perdita termica**

Temperatura modulo secondo irraggiamento

Uc (cost) 29.0 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 diodo di serie**

Perdita di Tensione 0.7 V

Fraz. perdite 0.1 % a STC

**LID - Light Induced Degradation**

Fraz. perdite 2.0 %

**Perdita di qualità moduli**

Fraz. perdite -0.4 %

**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): Fresnel, antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290

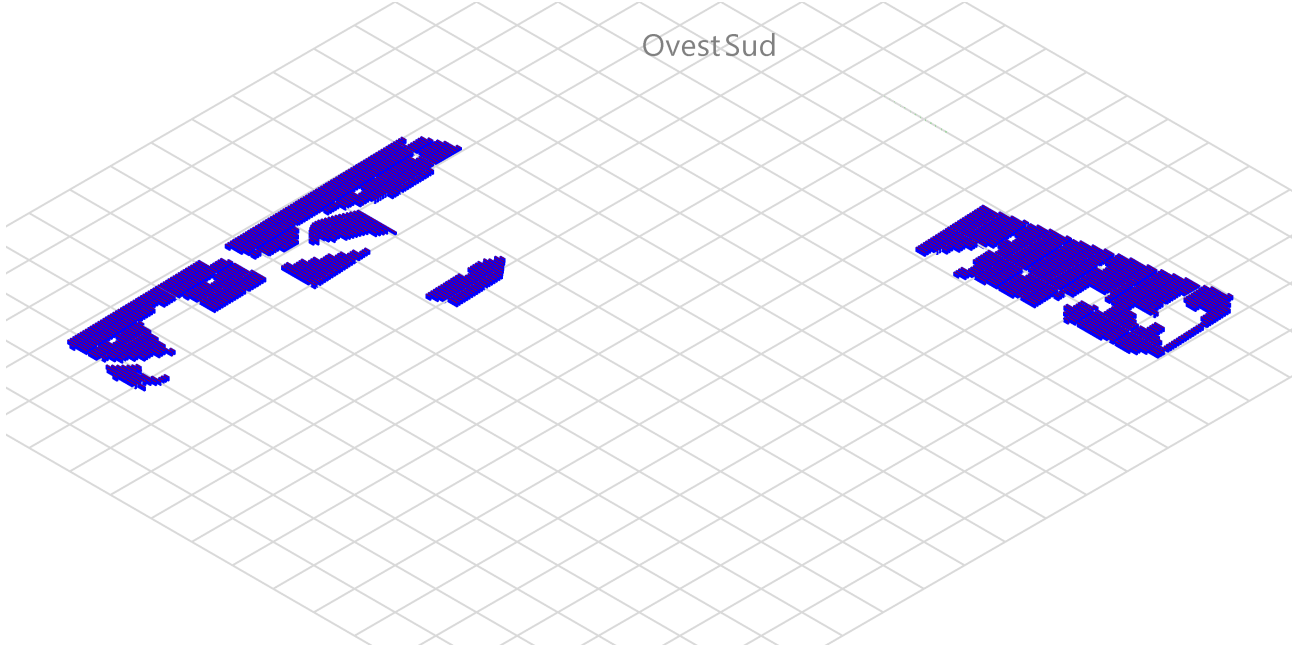
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



### Parametri per ombre vicine

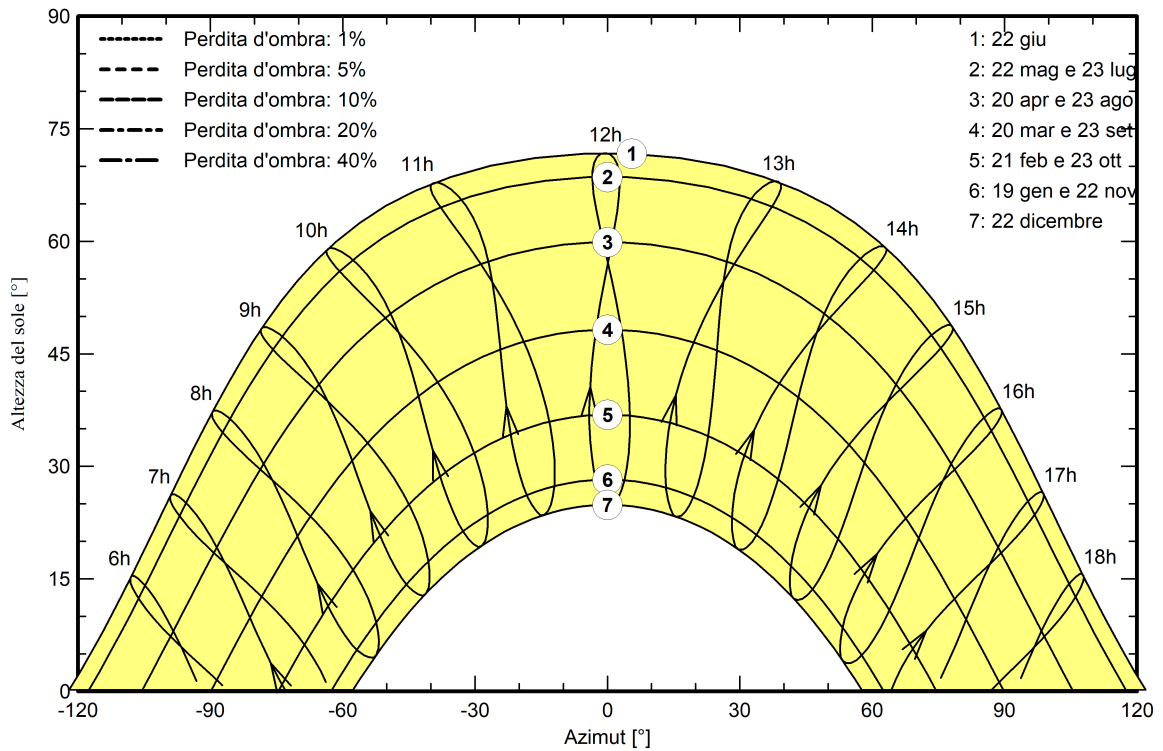
#### Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

OvestSud



### Diagramma iso-ombre

#### Orientamento #1





**Risultati principali**

**Produzione sistema**

Energia prodotta 75326.84 MWh/anno

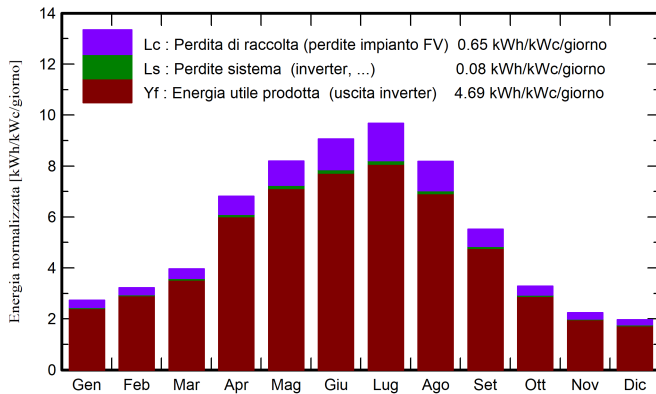
Prod. Specif.

1712 kWh/kWp/anno

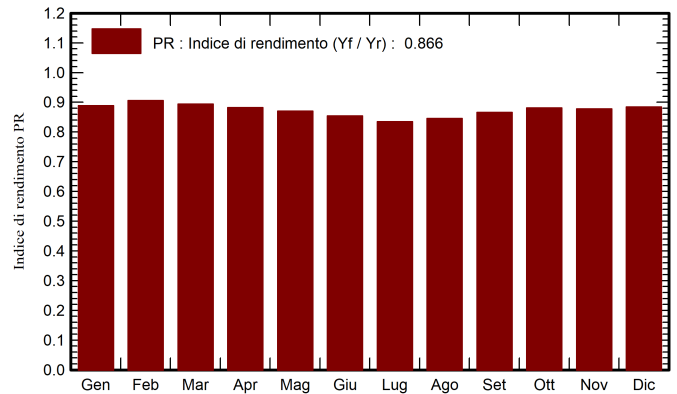
Indice rendimento PR

86.57 %

**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
<b>Gennaio</b>	66.3	26.65	8.94	84.5	77.8	3355	3304	0.888
<b>Febbraio</b>	72.1	32.88	7.01	90.1	84.3	3648	3591	0.906
<b>Marzo</b>	101.6	51.60	10.39	122.7	115.3	4908	4830	0.895
<b>Aprile</b>	163.9	62.24	14.22	204.6	194.9	8074	7947	0.883
<b>Maggio</b>	204.3	69.73	17.60	254.1	242.9	9891	9732	0.870
<b>Giugno</b>	219.4	71.13	22.84	271.8	260.2	10385	10212	0.854
<b>Luglio</b>	236.1	62.23	28.48	299.8	287.6	11211	11021	0.835
<b>Agosto</b>	202.5	63.92	27.39	253.8	243.1	9606	9449	0.846
<b>Settembre</b>	132.9	53.83	20.52	165.5	157.1	6413	6309	0.866
<b>Ottobre</b>	84.9	43.19	16.63	101.8	95.2	4012	3947	0.881
<b>Novembre</b>	55.1	29.44	13.86	67.4	62.2	2651	2604	0.878
<b>Dicembre</b>	49.2	23.93	8.50	61.1	55.8	2419	2378	0.885
<b>Anno</b>	1588.4	590.78	16.43	1977.3	1876.3	76574	75327	0.866

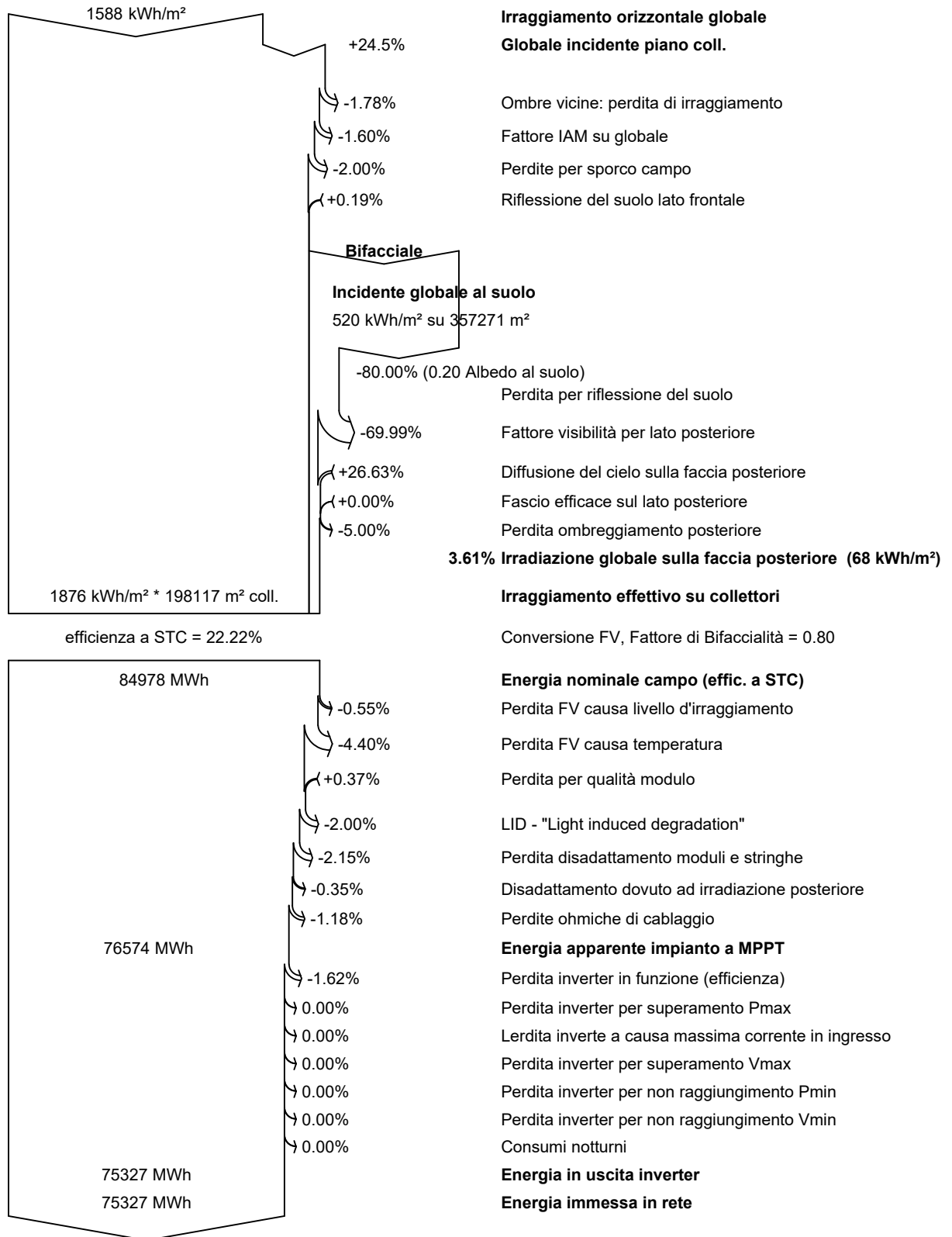
**Legenda**

- 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



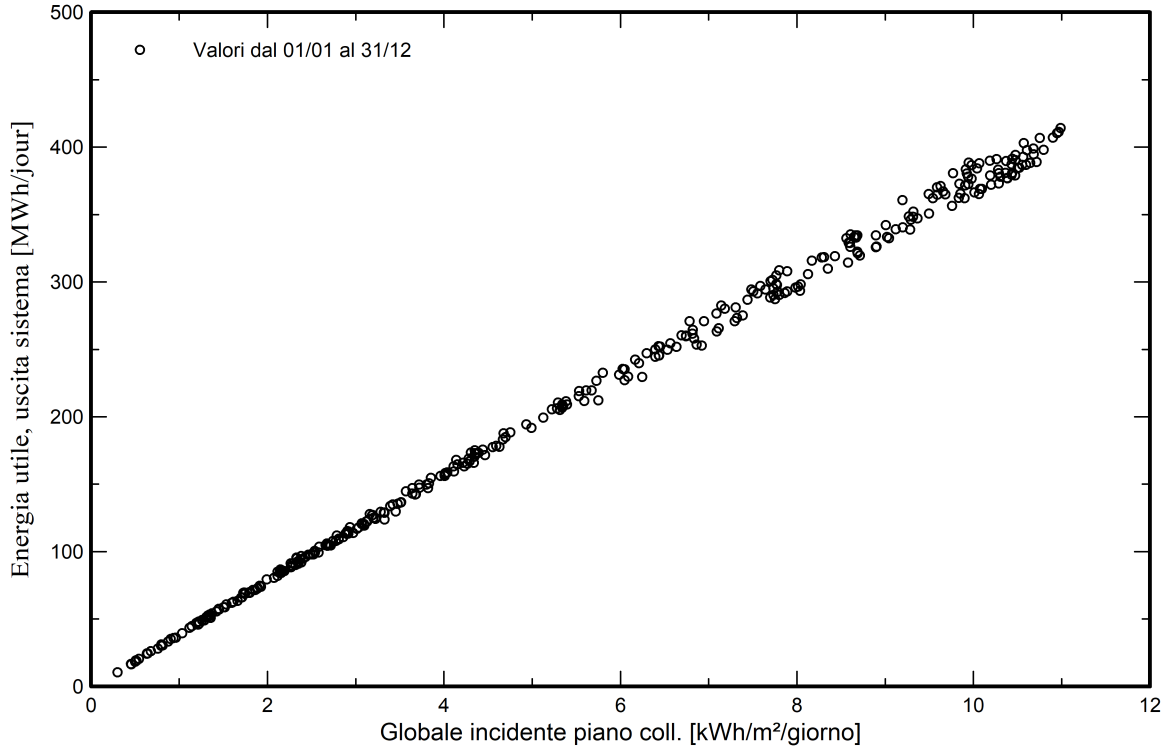
**Diagramma perdite**





Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

