



DICEMBRE 2021

## TE GREEN DEV 3 S.r.L.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO  
COLLEGATO ALLA RTN  
POTENZA NOMINALE 39,5 MW

COMUNE DI TROIA (FG)

Montagna

## PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Calcolo Producibilità

### Progettista

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

### Codice elaborato

2748\_4499\_TR\_PD\_R18\_Rev0\_Calcolo-Produtibilita



### Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_4499_TR_PD_R18_Rev0_Calcolo-Producibilita	07/2021	Prima emissione	CP	CP	L. Conti

### Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico competente in acustica ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Elena Comi	Esperto Ambientale	Ordine Nazionale dei Biologi n. 60746
Marco Corrù	Architetto	
Lia Buvoli	Biologa	
Massimo Busnelli	Geologo	
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico	Ordine degli Ingegneri di Cagliari n. 8788
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
Vincenzo Gionti	Ingegnere Ambientale	

## Impianto Agrivoltaico Collegato alla RTN 39,5 MW

Calcolo Producibilità



Lorenzo Griso	Geologo	
Nazzario d'Errico	Agronomo	Ordine professionale Degli Agronomi di Foggia n. 382
Marianna Denora	Studio Previsionale Impatto Acustico	Ordine degli Architetti della Provincia di Bari, Sez. A n. 2521
Giovanni Cis	Progetto di Connessione	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. 28287
Antonio Acito	Rilievo Topografico	
Antonio Bruscella	Archeologo	Elenco dei professionisti abilitati alla redazione del documento di valutazione archeologica n. 4124
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo – Indagini Geotecniche Geodue	Ordine dei Geologi della Regione Puglia n. 327



---

**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 TE GREEN DEV 3 S.r.L., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a Nord-Est del comune di Troia (FG) di potenza pari a 39,5 MW su un'area catastale di circa 48,11 ettari complessivi di cui 43,82 ha recintati.

TE GREEN DEV 3 S.r.L., è una società italiana con sede legale in Italia nella città di Bolzano (BZ). 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 presente documento costituisce la Relazione di calcolo della producibilità dell'impianto.

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



## 2. DATI CLIMATICI

Il database internazionale **PVGis** rende disponibili i dati meteorologici per il comune di Troia 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 nostro sito. Di seguito si riportano i bilanci e i risultati principali:

**Bilanci e risultati principali**

	<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>	47.6	27.61	8.92	57.7	54.3	2079	2049	0.899
<b>Febbraio</b>	84.8	35.09	8.10	107.6	102.7	3901	3856	0.907
<b>Marzo</b>	104.2	50.40	10.69	127.5	121.2	4541	4488	0.891
<b>Aprile</b>	148.6	67.33	14.39	180.8	172.6	6334	6263	0.877
<b>Maggio</b>	228.1	68.03	20.79	289.5	278.3	9805	9702	0.848
<b>Giugno</b>	204.8	76.06	24.58	253.6	243.2	8457	8365	0.835
<b>Luglio</b>	224.5	64.92	27.41	284.2	273.3	9403	9302	0.828
<b>Agosto</b>	203.4	62.02	26.61	259.6	249.3	8622	8532	0.832
<b>Settembre</b>	137.9	54.57	22.66	173.2	165.7	5888	5822	0.851
<b>Ottobre</b>	102.5	41.50	16.23	130.5	124.6	4580	4528	0.878
<b>Novembre</b>	62.7	29.85	10.21	79.3	75.1	2845	2808	0.896
<b>Dicembre</b>	63.9	23.22	9.38	85.3	81.1	3100	3064	0.909
<b>Anno</b>	1612.9	600.60	16.72	2028.9	1941.5	69556	68778	0.858

**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

*Figura 2.1: Bilanci e risultati principali*



### **3. RISULTATI**

Le simulazioni sono state effettuate prendendo in esame le varie sezioni d'impianto. I dati relativi le singole sezioni sono deducibili dagli allegati alla presente relazione.

Di seguito si riportano i dati relativi l'impianto complessivo.

L'energia immessa in rete risulta essere di **68.778 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.741 MWh/MWp)/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 **85,80 %**.

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Di Biase (FG) - PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Potenza di sistema: 39.51 MWc

Di Biase (FG) - Italy

**Autore**

Montana S.p.a. (Italy)



**PVsyst V7.2.4**

VCO, Simulato su  
22/07/21 17:14  
con v7.2.4

Montana S.p.a. (Italy)

**Sommario del progetto**

<b>Luogo geografico</b> Di Biase (FG) Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 41.40 °N Longitudine 15.45 °E Altitudine 154 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Di Biase PVGIS api TMY		

**Sommario del sistema**

<b>Sistema connesso in rete</b>  <b>Orientamento campo FV</b> Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °	<b>Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento</b>  <b>Ombre vicine</b> Ombre lineari	<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Numero di moduli 65850 unità Pnom totale 39.51 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 10 unità Pnom totale 31.25 MWac Rapporto Pnom 1.264	

**Sommario dei risultati**

Energia prodotta 68778 MWh/anno	Prod. Specif. 1741 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 85.80 %
---------------------------------	---------------------------------	------------------------------

**Indice dei contenuti**

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici speciali	9



## PVsyst V7.2.4

VCO, Simulato su  
22/07/21 17:14  
con v7.2.4

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 °

## Orizzonte

Orizzonte libero

## Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

## Strategia Backtracking

N. di eliostati 149 unità  
Campo (array) singolo

## Dimensioni

Distanza eliostati 8.30 m  
Larghezza collettori 4.36 m  
Fattore occupazione (GCR) 52.6 %  
Phi min / max +/- 60.0 °

## Angolo limite indetreggiamento

Limiti phi +/- 58.1 °

## Ombre vicine

Ombre lineari

## Modelli utilizzati

Trasposizione Perez  
Diffuso Importato  
Circumsolare separare

## Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

## Caratteristiche campo FV

## Modulo FV

Costruttore Trina Solar  
Modello TSM-600DE20  
(definizione customizzata dei parametri)Potenza nom. unit. 600 Wp  
Numero di moduli FV 65850 unità  
Nominale (STC) 39.51 MWc  
Moduli 2195 Stringhe x 30 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 36.16 MWc  
U mpp 933 V  
I mpp 38767 A

## Potenza PV totale

Nominale (STC) 39510 kWp  
Totale 65850 moduli  
Superficie modulo 186363 m<sup>2</sup>  
Superficie cella 174239 m<sup>2</sup>

## Inverter

Costruttore Sungrow  
Modello SG3125-HV-20  
(PVsyst database originale)Potenza nom. unit. 3125 kWac  
Numero di inverter 10 unità  
Potenza totale 31250 kWac  
Vollaggio di funzionamento 875-1300 V  
Potenza max. (=>25°C) 3593 kWac  
Rapporto Pnom (DC:AC) 1.26

## Potenza totale inverter

Potenza totale 31250 kWac  
N. di inverter 10 unità  
Rapporto Pnom 1.26

## Perdite campo

## Perdite per sporco campo

Fraz. perdite 2.0 %

## Perdita diodo di serie

Perdita di Tensione 0.7 V  
Fraz. perdite 0.1 % a STC

## Perdite per mismatch del modulo

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

## 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

## LID - Light Induced Degradation

Fraz. perdite 1.0 %

## Perdita disadattamento Stringhe

Fraz. perdite 0.1 %

## Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 0.40 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC

## Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite 0.0 %



**Perdite campo**

**Fattore di perdita IAM**

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

0°	40°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.998	0.992	0.983	0.961	0.933	0.853	0.000



**PVsyst V7.2.4**  
VC0, Simulato su  
22/07/21 17:14  
con v7.2.4

Progetto: Di Biase (FG) - PVGIS

Variante: Nuova variante di simulazione

---

Montana S.p.a. (Italy)

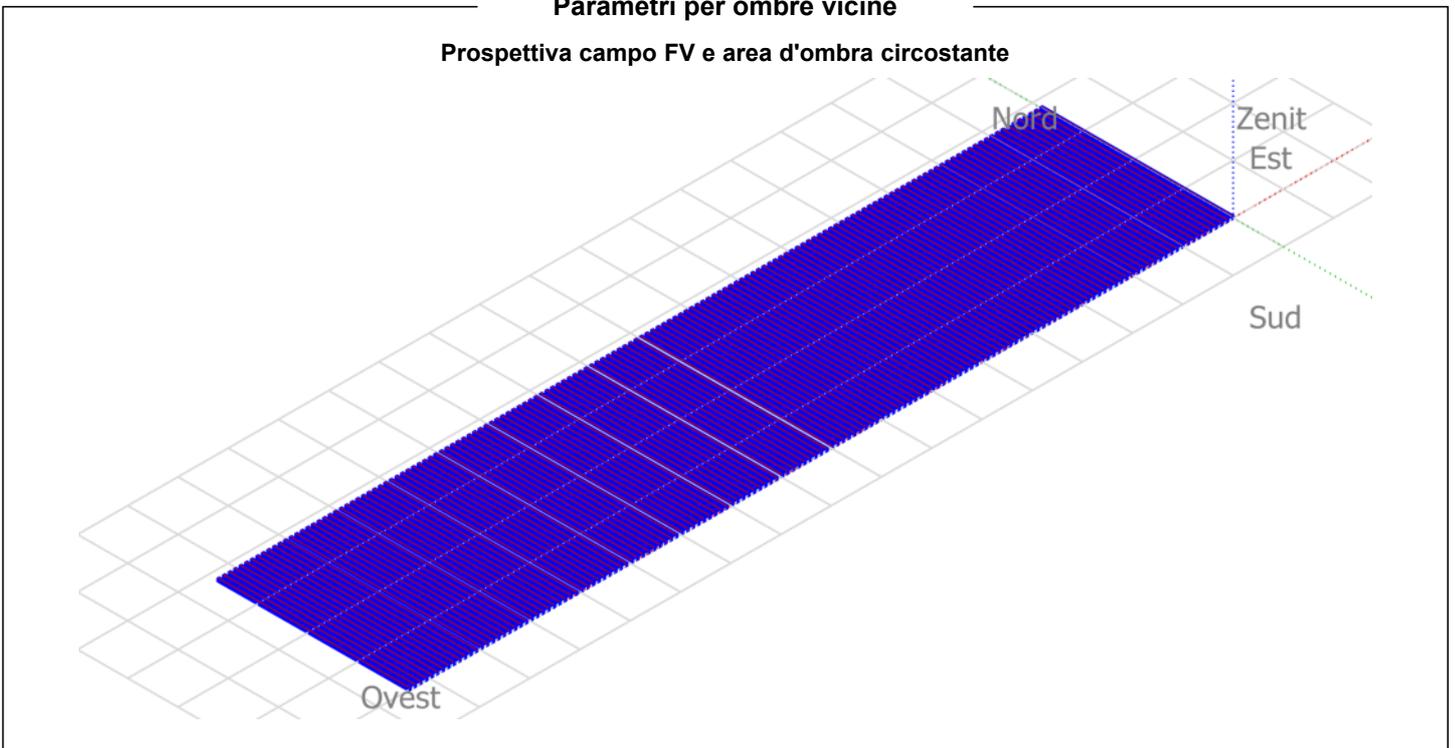
**Perdite sistema**

**Perdite ausiliarie**



### Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

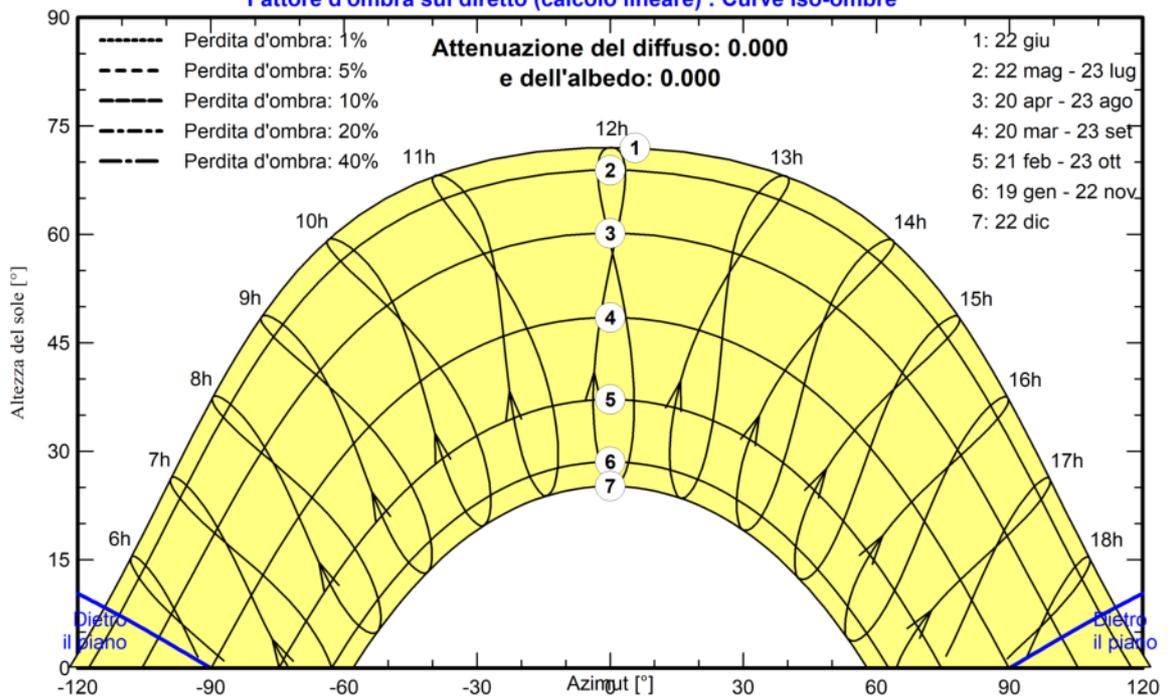


### Diagramma iso-ombre

Di Biase (FG) - PVGIS

Fattore d'ombra sul diretto (calcolo lineare) : Curve iso-ombre

Attenuazione del diffuso: 0.000  
e dell'albedo: 0.000



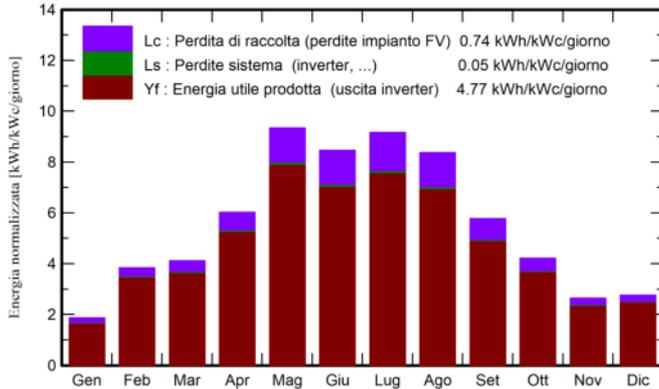


**Risultati principali**

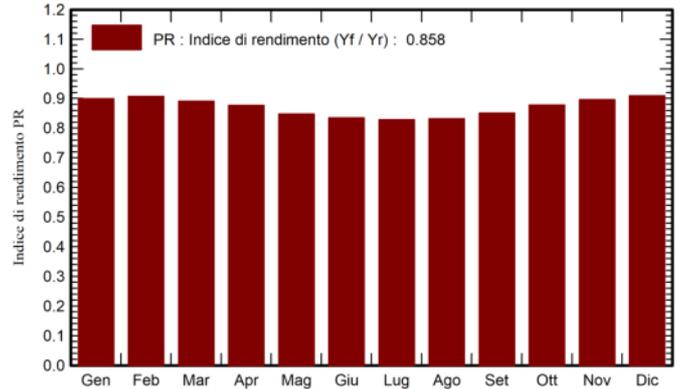
**Produzione sistema**

Energia prodotta **68778 MWh/anno** Prod. Specif. **1741 kWh/kWc/anno**  
Indice di rendimento PR **85.80 %**

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

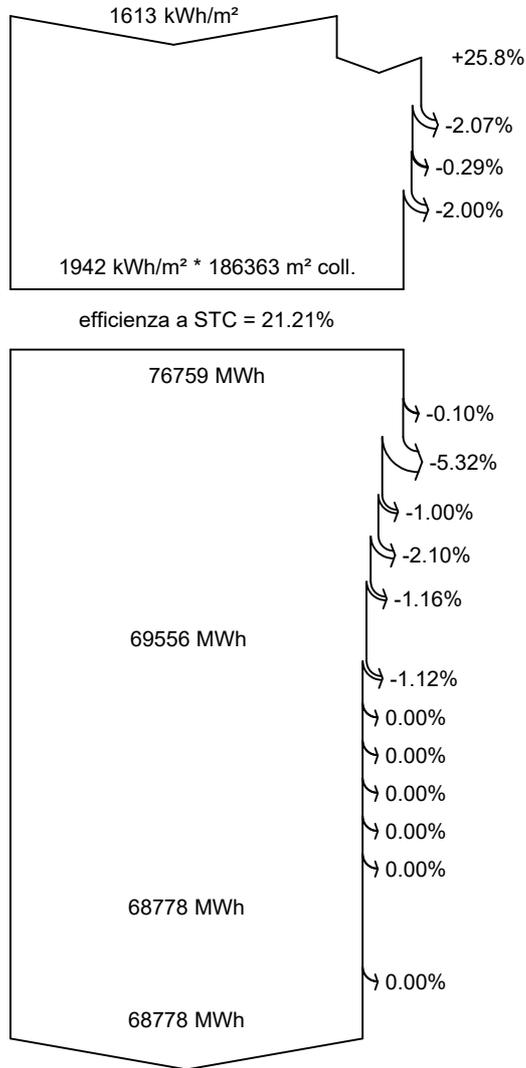
	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> MWh	<b>E_Grid</b> MWh	<b>PR</b> ratio
<b>Gennaio</b>	47.6	27.61	8.92	57.7	54.3	2079	2049	0.899
<b>Febbraio</b>	84.8	35.09	8.10	107.6	102.7	3901	3856	0.907
<b>Marzo</b>	104.2	50.40	10.69	127.5	121.2	4541	4488	0.891
<b>Aprile</b>	148.6	67.33	14.39	180.8	172.6	6334	6263	0.877
<b>Maggio</b>	228.1	68.03	20.79	289.5	278.3	9805	9702	0.848
<b>Giugno</b>	204.8	76.06	24.58	253.6	243.2	8457	8365	0.835
<b>Luglio</b>	224.5	64.92	27.41	284.2	273.3	9403	9302	0.828
<b>Agosto</b>	203.4	62.02	26.61	259.6	249.3	8622	8532	0.832
<b>Settembre</b>	137.9	54.57	22.66	173.2	165.7	5888	5822	0.851
<b>Ottobre</b>	102.5	41.50	16.23	130.5	124.6	4580	4528	0.878
<b>Novembre</b>	62.7	29.85	10.21	79.3	75.1	2845	2808	0.896
<b>Dicembre</b>	63.9	23.22	9.38	85.3	81.1	3100	3064	0.909
<b>Anno</b>	1612.9	600.60	16.72	2028.9	1941.5	69556	68778	0.858

**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**



**Irraggiamento orizzontale globale**

**Globale incidente piano coll.**

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

Perdite per sporco campo

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

**Energia nominale campo (effic. a STC)**

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

LID - "Light induced degradation"

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

**Energia apparente impianto a MPPT**

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

**Energia in uscita inverter**

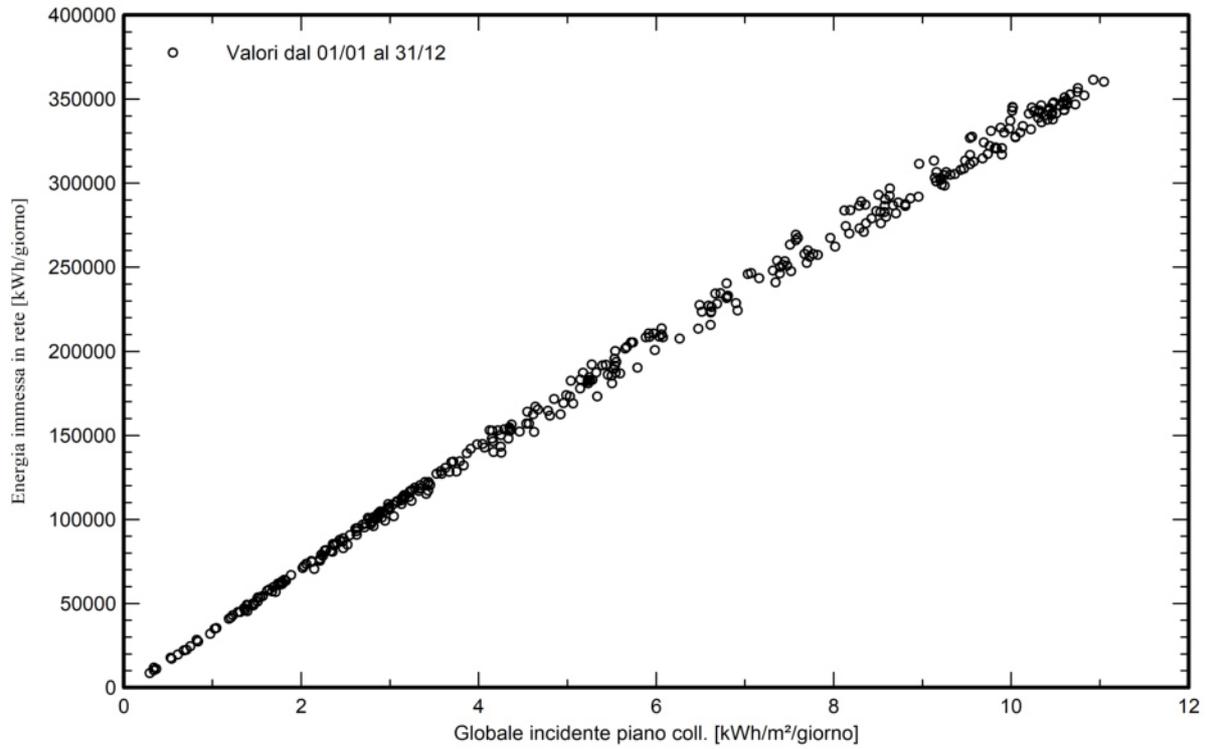
Ausiliari (ventilatori, altro...)

**Energia immessa in rete**



Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

