



NOVEMBRE 2023

SOLAR CAPITAL 4 S.R.L.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO

COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 39,40 MW

COMUNE DI FOGGIA E SAN SEVERO (FG)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Calcolo producibilità

Progettista

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

Codice elaborato

2748_5573_FG-SS_VIA_R18_Rev0_Calcolo Producibilità

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_5573_FG-SS_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
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue	Ordine Geologi Puglia n. 327



Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Nazzario D'Errico	Agronomo	Ordine Agronomi di Foggia n. 382
Felice Stoico	Archeologo	
Marianna Denora	Architetto - Acustica	Ordine Architetti Bari, Sez. A n. 2521



1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo Solar Capital 4 S.r.l. , di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a Nord-Ovest del comune di Foggia, nei territori comunali di Foggia e San Severo di potenza pari a 39,40 MW su un'area catastale di circa 60 ettari complessivi di cui circa 52,11 ettari recintati.

Solar Capital 4 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 tre tipologie di strutture, una da 52 moduli (Tipo 1), una 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 70,92% mentre la LAOR (percentuale di superficie ricoperta dai moduli) è pari al 38,65%.

Infine, l'impianto fotovoltaico sarà collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) a 380/150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea 380 kV “Foggia – San Severo”.

2. DATI GENERALI DI PROGETTO

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

Tabella 2.1: Dati di progetto.

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	SOLAR CAPITAL 4 S.R.L.
Luogo di installazione:	FOGGIA E SAN SAVERO (FG)
Denominazione impianto:	PISANTE
Potenza di picco (MW _p):	39,40MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. 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
Inclinazione piano dei moduli:	+55° - 55°
Azimut di installazione:	0°
Cabine di Campo:	n. 10 cabine distribuite in campo
Cabine di Connessione:	n. 1 cabina interna ai campi FV
Rete di collegamento:	36 kV
Coordinate impianto: (punto di connessione)	Latitudine 4603487°N; Longitudine 54166°E

3. 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 considerando tutte le sezioni di impianto; in tutte le sezioni è presente un'unica tipologia di struttura ovvero mobile di tipo tracker.

Di seguito si riportano i bilanci e i risultati principali:

Bilanci e risultati principali

	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
Gennaio	72.3	23.61	9.22	94.7	87.9	3298	3250	0.871
Febbraio	77.3	32.49	7.50	96.3	90.9	3420	3368	0.887
Marzo	117.2	47.62	10.29	145.8	138.8	5122	5043	0.878
Aprile	153.9	66.92	15.08	186.4	178.3	6439	6337	0.863
Maggio	201.7	70.77	19.33	250.1	240.2	8504	8367	0.849
Giugno	235.8	64.34	27.37	297.7	288.9	9833	9669	0.824
Luglio	232.0	68.09	27.43	293.2	282.1	9700	9541	0.826
Agosto	184.8	66.41	25.09	227.3	218.2	7611	7487	0.836
Settembre	138.1	52.47	21.00	174.1	166.3	5927	5832	0.850
Ottobre	98.6	42.29	16.18	121.9	115.5	4204	4138	0.861
Novembre	61.4	31.55	13.75	75.5	70.3	2592	2549	0.857
Dicembre	50.2	23.00	8.85	63.2	58.2	2188	2152	0.864
Anno	1623.4	589.57	16.81	2026.2	1933.7	68838	67731	0.848

Figura 3.1 - Dati Climatici con Irraggiamento per impianto con strutture mobili



4. 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 **67.730,66 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.719 kWh/kWc/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 **84,95%**.

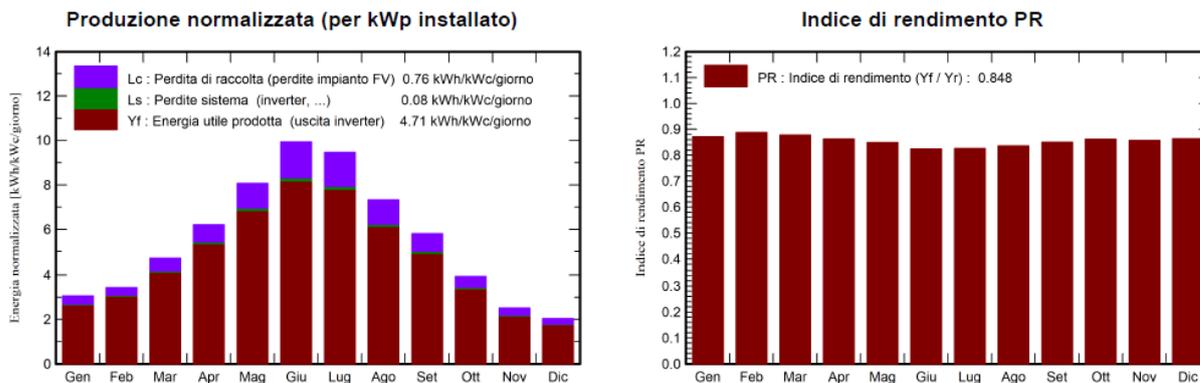


Figura 4.1 - Sintesi dei risultati ottenuti dalla simulazione con PVSYST

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: 2748_Pisante

Variante: Layout 29.08.2023

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 39.40 MWc

Pisante - Italy

Autore

Montana S.p.a. (Italy)

**PVsyst V7.4.0**VCO, Simulato su
29/08/23 16:00
con v7.4.0**Sommario del progetto****Luogo geografico**Pisante
Italia**Ubicazione**

Latitudine	41.59 °N
Longitudine	15.50 °E
Altitudine	44 m
Fuso orario	UTC+1

Parametri progetto

Albedo 0.20

Dati meteoPisante
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
Ombreggiamento diffuso automatico**Informazione sistema****Campo FV**

Nr. di moduli	57096 unità
Pnom totale	39.40 MWc

Inverter

Numero di unità	100 unità
Pnom totale	32.00 MWac
Rapporto Pnom	1.231

Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

Sommario dei risultati

Energia prodotta	67730.66 MWh/anno	Prod. Specif.	1719 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR	84.85 %
------------------	-------------------	---------------	-------------------	----------------------	---------

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 V7.4.0

VCO, Simulato su
29/08/23 16:00
con v7.4.0

Montana S.p.a. (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV	Algoritmo dell'inseguimento	Campo con backtracking
Orientamento	Calcolo astronomico	N. di eliostati 1206 unità
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S	Backtracking attivato	Dimensioni
Asse dell'azimut 0 °		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
Modelli utilizzati		
Trasposizione Perez		
Diffuso Importato		
Circumsolare separare		
Orizzonte	Ombre vicine	Bisogni dell'utente
Orizzonte libero	Ombre lineari	Carico illimitato (rete)
	Ombreggiamento diffuso automatico	

Caratteristiche campo FV

Modulo FV	Inverter
Costruttore CSI Solar	Costruttore Sungrow
Modello CS7N-690TB-AG 1500V	Modello SG350HX-20A-Preliminary
(PVsyst database originale)	(Definizione customizzata dei parametri)
Potenza nom. unit. 690 Wp	Potenza nom. unit. 320 kWac
Numero di moduli FV 57096 unità	Numero di inverter 100 unità
Nominale (STC) 39.40 MWc	Potenza totale 32000 kWac
Moduli 2196 Stringhe x 26 In serie	Voltaggio di funzionamento 500-1500 V
In cond. di funz. (50°C)	Potenza max. (=>30°C) 352 kWac
Pmpp 36.44 MWc	Rapporto Pnom (DC:AC) 1.23
U mpp 947 V	Power sharing within this inverter
I mpp 38494 A	
Potenza PV totale	Potenza totale inverter
Nominale (STC) 39396 kWp	Potenza totale 32000 kWac
Totale 57096 moduli	Potenza max. 35200 kWac
Superficie modulo 177360 m²	Numero di inverter 100 unità
	Rapporto Pnom 1.23

Perdite campo

Perdite per sporco campo	Fatt. di perdita termica	Perdite DC nel cablaggio
Fraz. perdite 2.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento	Res. globale campo 0.40 mΩ
	Uc (cost) 29.0 W/m²K	Fraz. perdite 1.5 % a STC
	Uv (vento) 0.0 W/m²K/m/s	
Perdita diodo di serie	LID - Light Induced Degradation	Perdita di qualità moduli
Perdita di Tensione 0.7 V	Fraz. perdite 2.0 %	Fraz. perdite -0.4 %
Fraz. perdite 0.1 % a STC		
Perdite per mismatch del modulo	Perdita disadattamento Stringhe	
Fraz. perdite 2.0 % a MPP	Fraz. perdite 0.2 %	



PVsyst V7.4.0
VC0, Simulato su
29/08/23 16:00
con v7.4.0

Progetto: 2748_Pisante

Variante: Layout 29.08.2023

Montana S.p.a. (Italy)

Perdite campo

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 PV e area d'ombra circostante

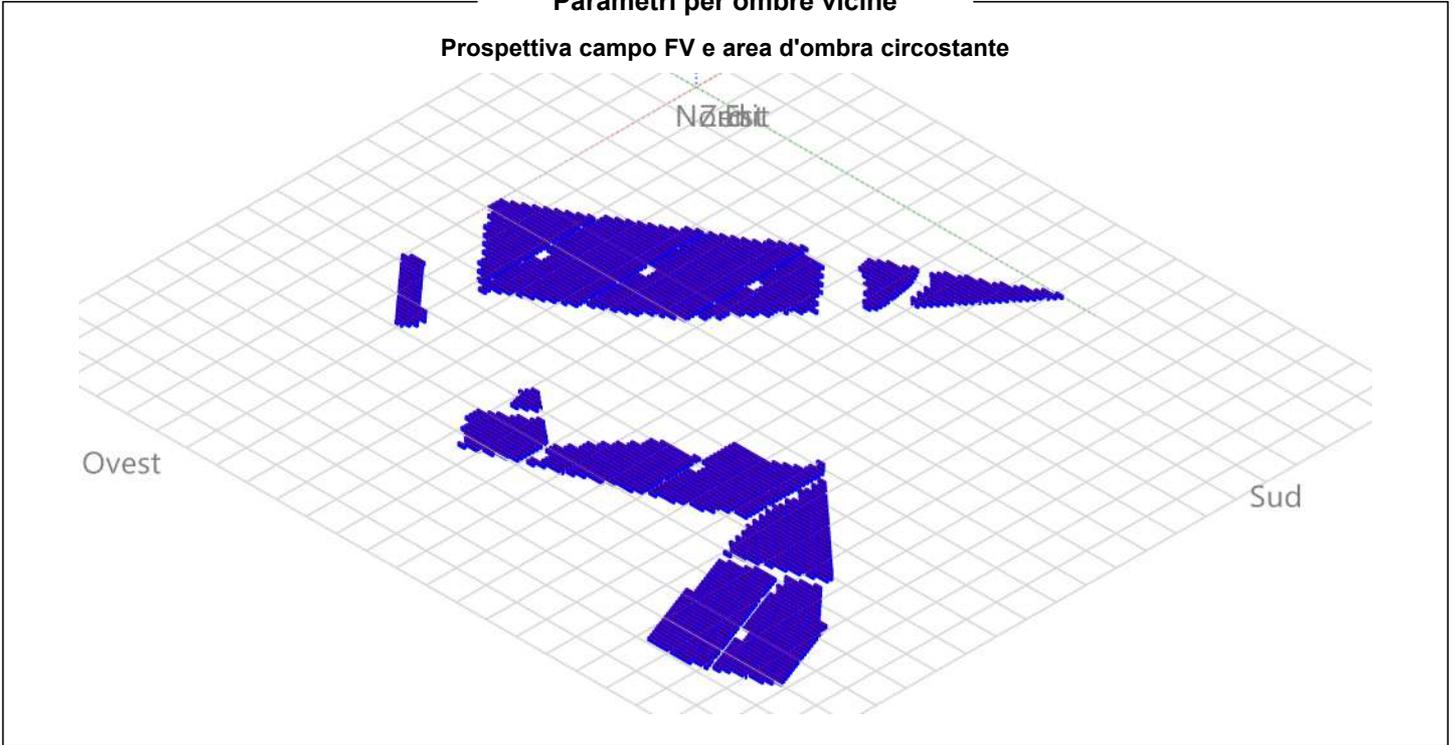
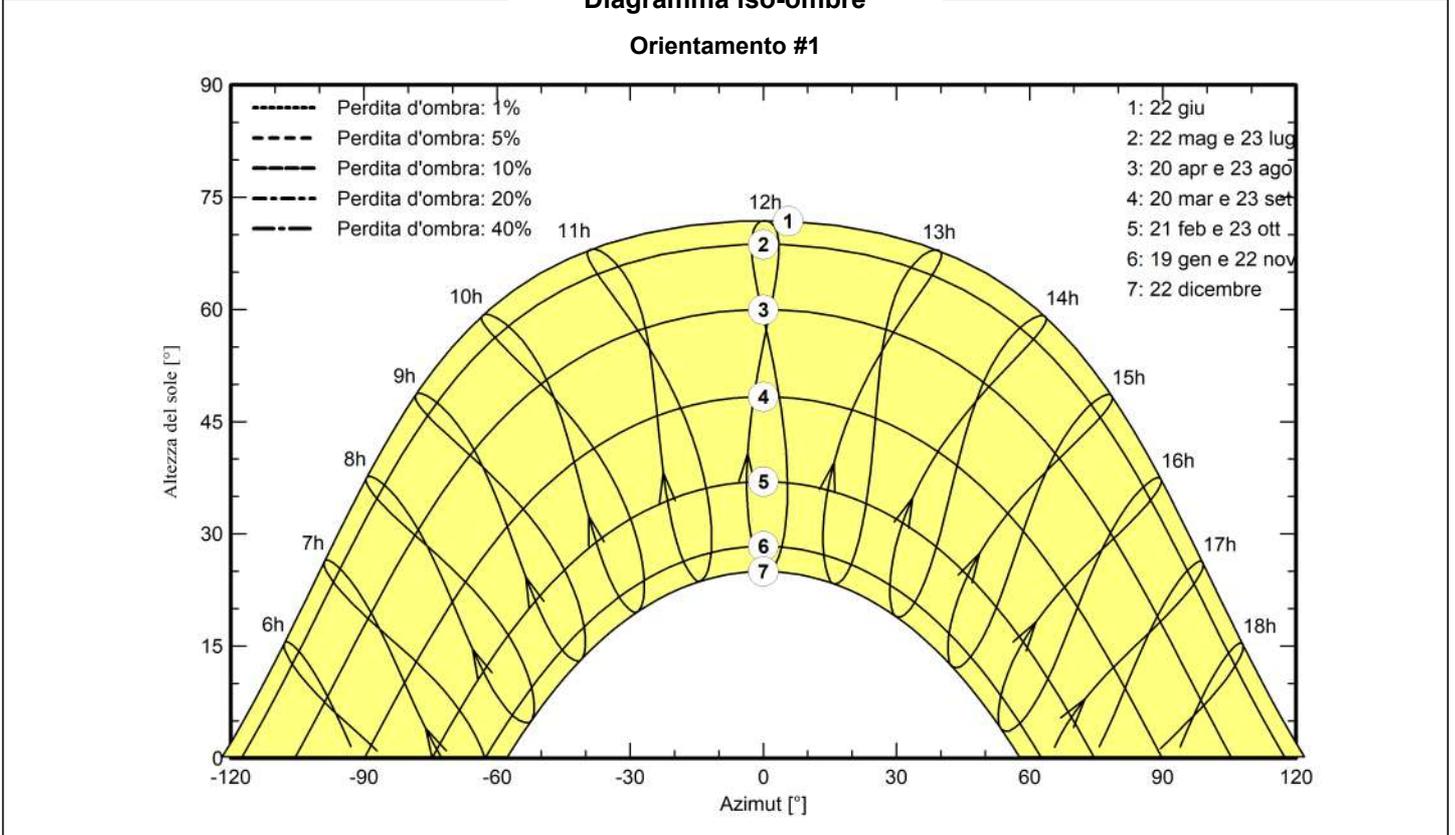


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1





PVsyst V7.4.0

VC0, Simulato su
29/08/23 16:00
con v7.4.0

Montana S.p.a. (Italy)

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta 67730.66 MWh/anno

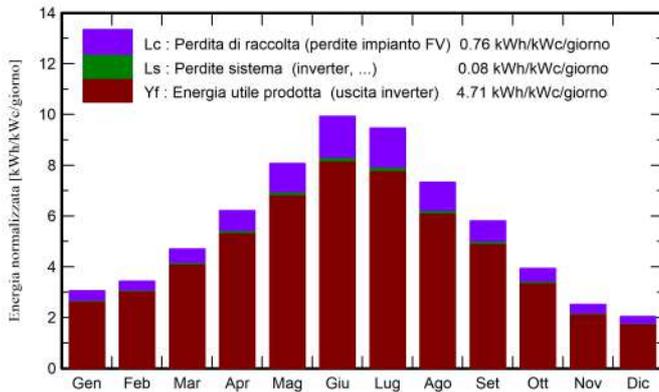
Prod. Specif.

1719 kWh/kWp/anno

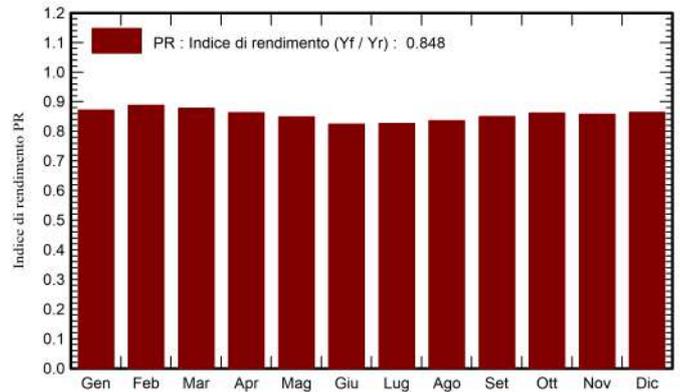
Indice rendimento PR

84.85 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	ratio
Gennaio	72.3	23.61	9.22	94.7	87.9	3298	3250	0.871
Febbraio	77.3	32.49	7.50	96.3	90.9	3420	3368	0.887
Marzo	117.2	47.62	10.29	145.8	138.8	5122	5043	0.878
Aprile	153.9	66.92	15.08	186.4	178.3	6439	6337	0.863
Maggio	201.7	70.77	19.33	250.1	240.2	8504	8367	0.849
Giugno	235.8	64.34	27.37	297.7	286.9	9833	9669	0.824
Luglio	232.0	68.09	27.43	293.2	282.1	9700	9541	0.826
Agosto	184.8	66.41	25.09	227.3	218.2	7611	7487	0.836
Settembre	138.1	52.47	21.00	174.1	166.3	5927	5832	0.850
Ottobre	98.6	42.29	16.18	121.9	115.5	4204	4138	0.861
Novembre	61.4	31.55	13.75	75.5	70.3	2592	2549	0.857
Dicembre	50.2	23.00	8.85	63.2	58.2	2188	2152	0.864
Anno	1623.4	589.57	16.81	2026.2	1933.7	68838	67731	0.848

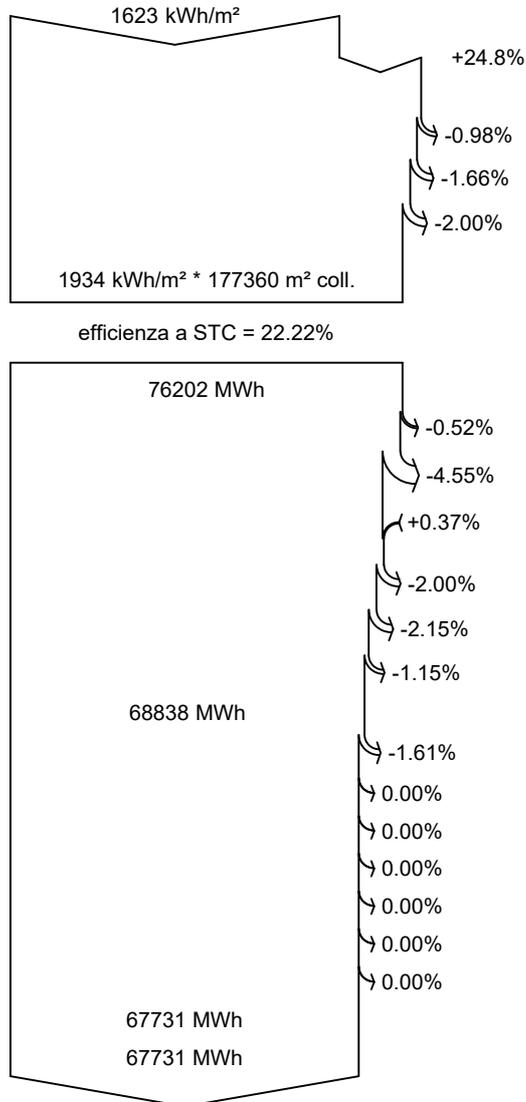
Legenda

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

Perdita per qualità modulo

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

Consumi notturni

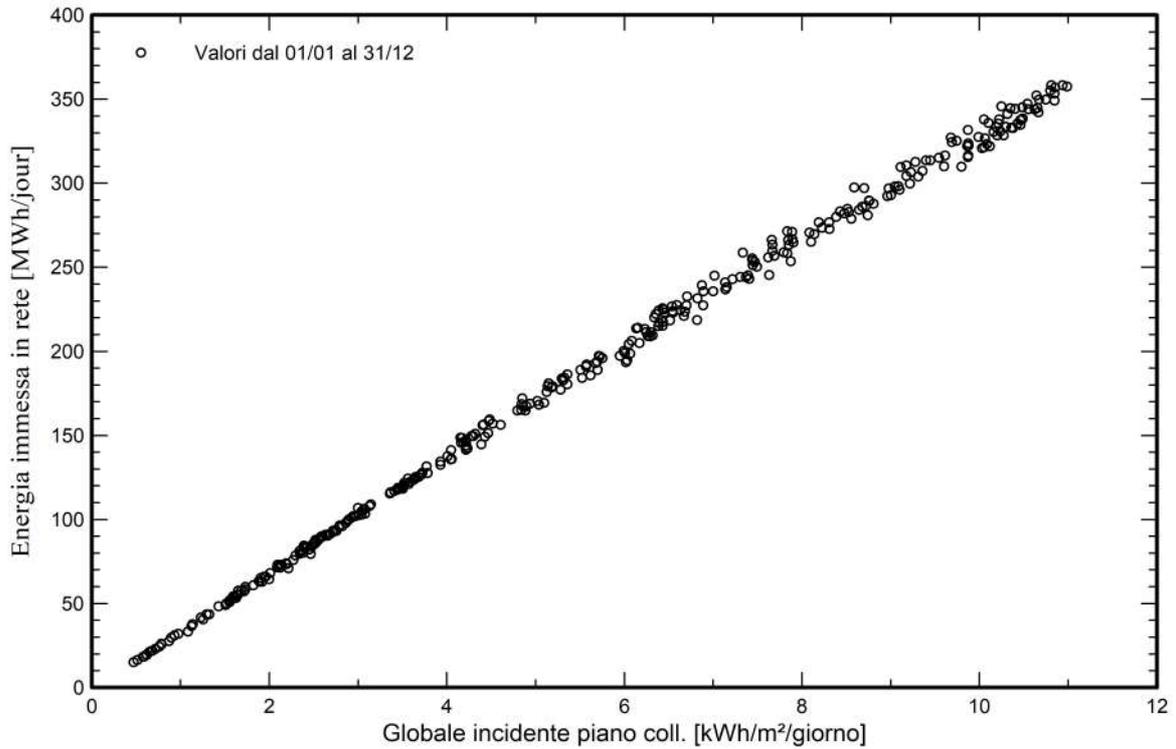
Energia in uscita inverter

Energia immessa in rete



Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

