

# VERDE 1 SRL

## REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc



Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy  
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Azienda con Sistema di Gestione Certificato  
UNI EN ISO 9001:2015  
UNI EN ISO 14001:2015  
UNI ISO 45001:2018

### Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

### Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO  
ing. Giulia CARELLA  
ing. Valentina SAMMARTINO  
ing. Tommaso MANCINI  
ing. Ilaria Maria PIERRI  
ing. Fabio MASTROSERIO  
arch. Angela LA RICCIA  
pianif. terr. Antonio SANTANDREA  
ing. Margherita DEBERNARDIS  
geol. Lucia SANTOPIETRO

### Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO	TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
<b>C06</b>	<b>PIANO DI DISMISSIONE</b>	<b>21094</b>	<b>D</b>		
		CODICE ELABORATO			
		<b>DC21094D-C06</b>			
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l. e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
<b>00</b>		-	-		
		NOME FILE	PAGINE		
		<b>DC21094D-C06.doc</b>	<b>12 + copertina</b>		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	08/10/21	Emissione	Carella	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					



## PREMESSA

In base ai dati storici riportati dal software PVGIS, l'irraggiamento globale incidente sul piano dei collettori è quella riportata nella seguente tabella.

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
76.5	83.4	153.6	168.9	258.5	272.2	310.6	263.3	176.8	116.3	82.8	82.6

**Tabella 1:** Dati di radiazione per la città di Larino su superficie inclinata (elaborazione su PVGIS). Radiazione globale annua sulla superficie inclinata: 2045.4 kWh/m<sup>2</sup>

Per determinare la producibilità del sistema fotovoltaico sul lato BT è indispensabile stimare le perdite del sistema in punti percentuali<sup>1</sup> fino al quadro generale BT di bassa tensione:

- perdite per scostamento delle condizioni di funzionamento dei moduli rispetto a quelle di targa: 8%;
- perdite per riflessione: 3%;
- perdite per mismatch tra le stringhe: 5%;
- perdite sui circuiti in corrente continua: 1%;
- perdite per inquinazione sui moduli: 1%;
- perdite sul sistema di conversione: 8%;

Un'ulteriore stima della producibilità è stata realizzata con un secondo metodo, ossia attraverso il software PVSyst, implementato dall'Università di Ginevra.

Quale risultato il software ha generato una previsione di producibilità pari a circa **1748 ore equivalenti annue (kWh/kWp)**. In coda alla presente relazione è allegato il report di output del programma.

L'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica per il quale è stato redatto il report di producibilità avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: 51,39 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 695 Wp;
- numero dei moduli: 73.950;
- potenza dell'inverter in c.a.: 200 kVA;
- numero degli inverter: 215
- lunghezza del cavo MT di collegamento con la sottostazione elettrica: circa 14 km;
- energia prodotta attesa all'anno 0: **89.848 MWh/anno**.

<sup>1</sup> Impianti solari fotovoltaici a norme CEI III ed. – Groppi, Zuccaro – Editoriale Delfino

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Larino4

Variante: Nuova variante di simulazione

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 51.40 MWc

Vizzarri - Italia

**Autore**

STUDIO TECNICO BFP SRL (Italia)



# Progetto: Larino4

Variante: Nuova variante di simulazione

## PVsyst V7.2.6

VC1, Simulato su  
20/10/21 15:55  
con v7.2.6

STUDIO TECNICO BFP SRL (Italia)

### Sommario del progetto

<b>Luogo geografico</b> <b>Vizzarri</b> Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 41.83 °N Longitudine 14.96 °E Altitudine 159 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Travagliani 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>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</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 73950 unità Pnom totale 51.40 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 215 unità Pnom totale 44.95 MWac Rapporto Pnom 1.143	

### Sommario dei risultati

Energia prodotta 89848 MWh/anno	Prod. Specif. 1748 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 85.47 %
---------------------------------	---------------------------------	------------------------------

### Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione orizzonte	8
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	9
Risultati principali	10
Diagramma perdite	11
Grafici speciali	12



**Parametri principali**

**Sistema connesso in rete**

**Orientamento campo FV**

**Orientamento**

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S

Asse dell'azimut 0 °

**Orizzonte**

Altezza media 1.7 °

**Sistema a moduli bifacciali**

Modello Calcolo 2D  
eliostati illimitati

**Geometria del modello bifacciale**

Distanza eliostrati 10.00 m

ampiezza eliostrati 4.92 m

GCR 49.2 %

Altezza dell'asse dal suolo 2.60 m

**Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)**

**Strategia Backtracking**

N. di eliostrati 851 unità

**Dimensioni**

Distanza eliostrati 10.0 m

Larghezza collettori 4.92 m

Fattore occupazione (GCR) 49.2 %

Phi min / max +/- 55.0 °

**Angolo limite indetreggiamento**

Limiti phi +/- 60.4 °

**Ombre vicine**

Ombre lineari

**Modelli utilizzati**

Trasposizione Perez

Diffuso Importato

Circumsolare separare

**Bisogni dell'utente**

Carico illimitato (rete)

**Definizioni per il modello bifacciale**

Albedo dal suolo 0.20

Fattore di Bifaccialità 80 %

Ombreg. posteriore 5.0 %

Perd. Mismatch post. 10.0 %

Trasparenza del modul FV 0.0 %

**Caratteristiche campo FV**

**Modulo FV**

Costruttore Jollywood

Modello JW-HD132N-695(Full Frame 210)

(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 695 Wp

Numero di moduli FV 46500 unità

Nominale (STC) 32.32 MWc

**Campo #1 - Campo A**

Numero di moduli FV 9660 unità

Nominale (STC) 6714 kWc

Moduli 322 Stringhe x 30 In serie

**In cond. di funz. (50°C)**

Pmpp 6187 kWc

U mpp 1090 V

I mpp 5678 A

**Campo #2 - Campo B**

Numero di moduli FV 36840 unità

Nominale (STC) 25.60 MWc

Moduli 1228 Stringhe x 30 In serie

**In cond. di funz. (50°C)**

Pmpp 23.60 MWc

U mpp 1090 V

I mpp 21652 A

**Inverter**

Costruttore Sungrow

Modello SG250HX

(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 200 kWac

Numero di inverter 134 unità

Potenza totale 26800 kWac

Numero di inverter 28 units

Potenza totale 5600 kWac

Voltaggio di funzionamento 600-1500 V

Potenza max. (=>30°C) 250 kWac

Rapporto Pnom (DC:AC) 1.20

Numero di inverter 106 units

Potenza totale 21200 kWac

Voltaggio di funzionamento 600-1500 V

Potenza max. (=>30°C) 250 kWac

Rapporto Pnom (DC:AC) 1.21



## Caratteristiche campo FV

**Modulo FV**

Costruttore	Jolywood
Modello	JW-HD132N-695(Full Frame 210)
(definizione customizzata dei parametri)	
Potenza nom. unit.	695 Wp
Numero di moduli FV	26550 unità
Nominale (STC)	18.45 MWc

**Campo #3 - Campo C**

Numero di moduli FV	2220 unità
Nominale (STC)	1543 kWc
Moduli	74 Stringhe x 30 In serie

**In cond. di funz. (50°C)**

Pmpp	1422 kWc
U mpp	1090 V
I mpp	1305 A

**Campo #4 - Campo D**

Numero di moduli FV	5310 unità
Nominale (STC)	3690 kWc
Moduli	177 Stringhe x 30 In serie

**In cond. di funz. (50°C)**

Pmpp	3401 kWc
U mpp	1090 V
I mpp	3121 A

**Campo #5 - Campo E**

Numero di moduli FV	3780 unità
Nominale (STC)	2627 kWc
Moduli	126 Stringhe x 30 In serie

**In cond. di funz. (50°C)**

Pmpp	2421 kWc
U mpp	1090 V
I mpp	2222 A

**Campo #6 - Campo F**

Numero di moduli FV	15240 unità
Nominale (STC)	10.59 MWc
Moduli	508 Stringhe x 30 In serie

**In cond. di funz. (50°C)**

Pmpp	9761 kWc
U mpp	1090 V
I mpp	8957 A

**Campo #7 - Campo G****Modulo FV**

Costruttore	Jolywood
Modello	JW-HD132N-695(Full Frame 210)
(definizione customizzata dei parametri)	

Potenza nom. unit.	695 Wp
Numero di moduli FV	900 unità
Nominale (STC)	626 kWc
Moduli	30 Stringhe x 30 In serie

**In cond. di funz. (50°C)**

Pmpp	576 kWc
U mpp	1090 V
I mpp	529 A

**Inverter**

Costruttore	Sungrow
Modello	SG250HX
(definizione customizzata dei parametri)	
Potenza nom. unit.	225 kWac
Numero di inverter	78 unità
Potenza totale	17550 kWac

Numero di inverter	7 units
Potenza totale	1575 kWac

Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
Rapporto Pnom (DC:AC)	0.98

Numero di inverter	16 units
Potenza totale	3600 kWac

Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
Rapporto Pnom (DC:AC)	1.03

Numero di inverter	11 units
Potenza totale	2475 kWac

Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
Rapporto Pnom (DC:AC)	1.06

Numero di inverter	44 units
Potenza totale	9900 kWac

Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
Rapporto Pnom (DC:AC)	1.07

**Inverter**

Costruttore	Sungrow
Modello	SG250HX
(definizione customizzata dei parametri)	

Potenza nom. unit.	200 kWac
Numero di inverter	3 units
Potenza totale	600 kWac
Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Rapporto Pnom (DC:AC)	1.04



## Progetto: Larino4

Variante: Nuova variante di simulazione

STUDIO TECNICO BFP SRL (Italia)

### PVsyst V7.2.6

VC1, Simulato su

20/10/21 15:55

con v7.2.6

### Caratteristiche campo FV

<b>Potenza PV totale</b>		<b>Potenza totale inverter</b>	
Nominale (STC)	51395 kWp	Potenza totale	44950 kWac
Totale	73950 moduli	N. di inverter	215 unità
Superficie modulo	229715 m <sup>2</sup>	Rapporto Pnom	1.14
Superficie cella	224317 m <sup>2</sup>		



**Perdite campo**

**Perdite per sporco campo**

Fraz. perdite 1.5 %

**Fatt. di perdita termica**

Temperatura modulo secondo irraggiamento

Uc (cost) 29.0 W/m²K

Uv (vento) 0.0 W/m²K/m/s

**LID - Light Induced Degradation**

Fraz. perdite 2.0 %

**Perdita di qualità moduli**

Fraz. perdite -0.8 %

**Perdite per mismatch del modulo**

Fraz. perdite 1.1 % a MPP

**Perdita disadattamento Stringhe**

Fraz. perdite 0.1 %

**Fattore di perdita IAM**

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

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.990	0.990	0.970	0.960	0.930	0.850	0.000

**Perdite DC nel cablaggio**

Res. globale di cablaggio 0.41 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #1 - Campo A**

Res. globale campo 3.1 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #2 - Campo B**

Res. globale campo 0.82 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #3 - Campo C**

Res. globale campo 14 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #4 - Campo D**

Res. globale campo 5.7 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #5 - Campo E**

Res. globale campo 8.0 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #6 - Campo F**

Res. globale campo 2.0 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #7 - Campo G**

Res. globale campo 34 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Perdite sistema**

**indisponibilità del sistema**

frazione di tempo 1.0 %  
3.7 giorni,  
3 periodi

**Perdite ausiliarie**

Proporzionali alla potenza 2.5 W/kW  
0.0 kW dalla soglia di potenza

**Perdite cablaggio AC**

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

Tensione inverter 800 Vac tri

Fraz. perdite 0.63 % a STC

**Inverter: SG250HX**

Sezione cavi (215 Inv.) All 215 x 3 x 185 mm²

Lunghezza media dei cavi 100 m

**Linea MV fino alla iniezione**

Voltaggio MV 30 kV

Media ciascun inverter

Conduttori All 3 x 185 mm²

Lunghezza 14800 m

Fraz. perdite 0.75 % a STC



**Perdite AC nei trasformatori**

**Trafo MV**

Tensione rete 30 kV

**Perdite di operazione in STC**

Potenza nominale a STC 50659 kVA

Perdita ferro (Connessione 24/24) 2.67 kW/Inv.

Fraz. perdite 0.10 % a STC

Resistenza equivalente induttori 3 x 2.40 mΩ/inv.

Fraz. perdite 1.00 % a STC



**Definizione orizzonte**

Horizon from PVGIS website API, Lat=41°49'52', Long=14°57'20', Alt=159m

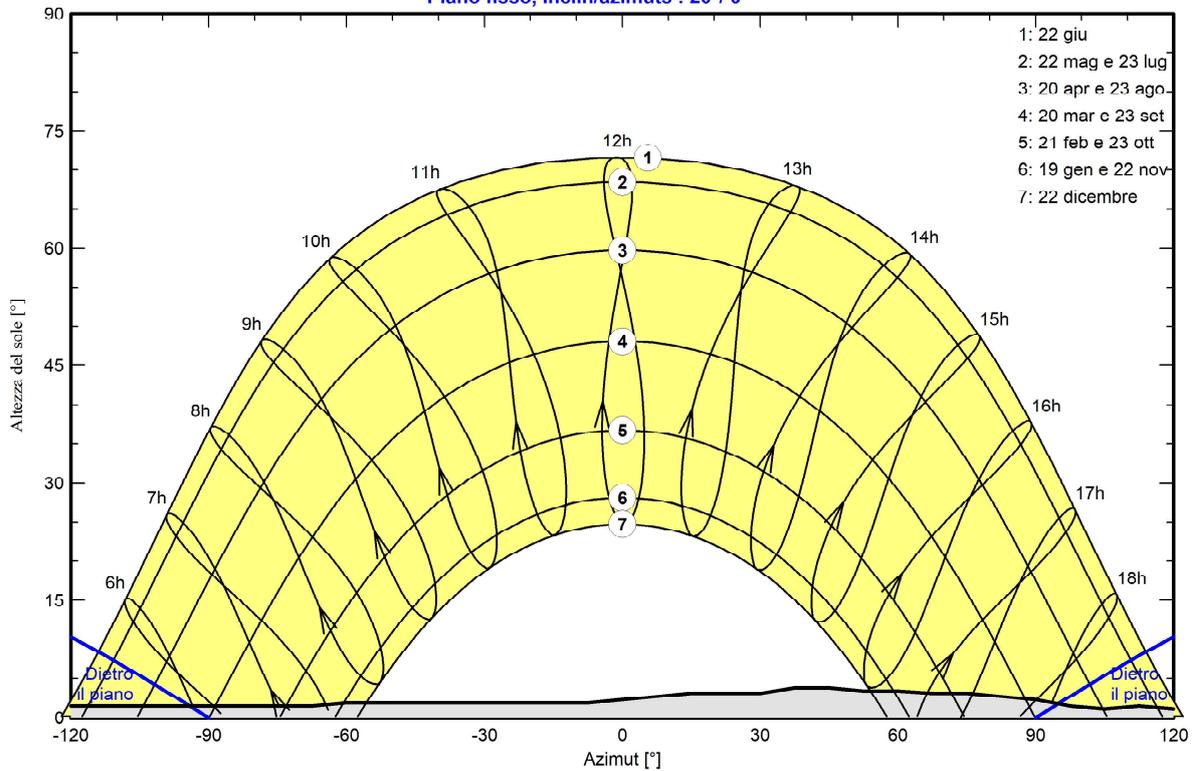
Altezza media	1.7 °	Fattore su albedo	0.89
Fattore su diffuso	0.98	Frazione albedo	100 %

**Profilo dell'orizzonte**

Azimut [°]	-180	-150	-143	-68	-60	-8	0	8	15	30
Altezza [°]	0.0	0.0	1.5	1.5	1.9	1.9	2.3	2.7	3.1	3.1
Azimut [°]	38	45	53	60	68	75	83	90	98	105
Altezza [°]	3.8	3.8	3.4	3.4	3.1	3.1	2.7	2.3	1.5	1.1
Azimut [°]	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180
Altezza [°]	1.5	1.1	1.1	0.4	0.0	0.4	1.1	0.8	0.0	0.0

**Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)**

Piano fisso, Inclclin/azimuts : 20°/ 0°





Parametri per ombre vicine

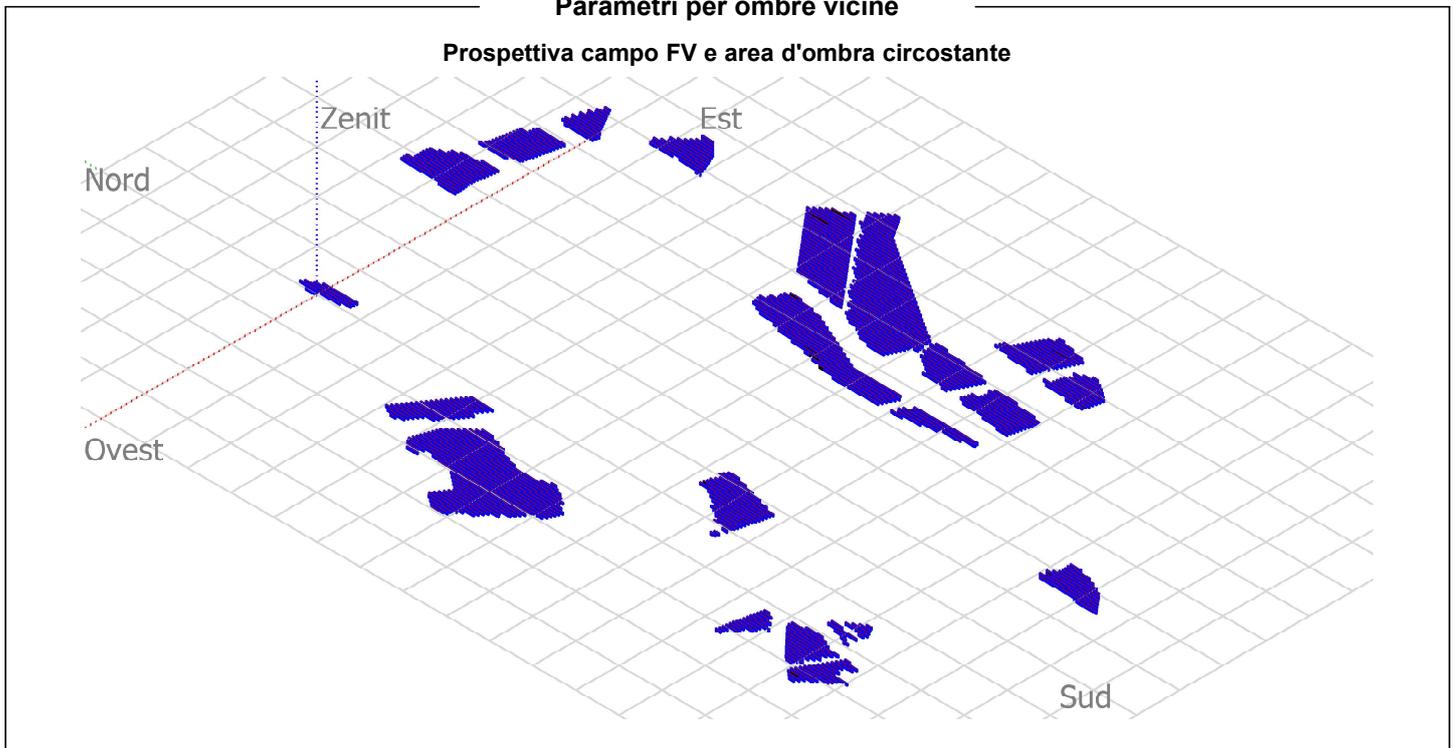
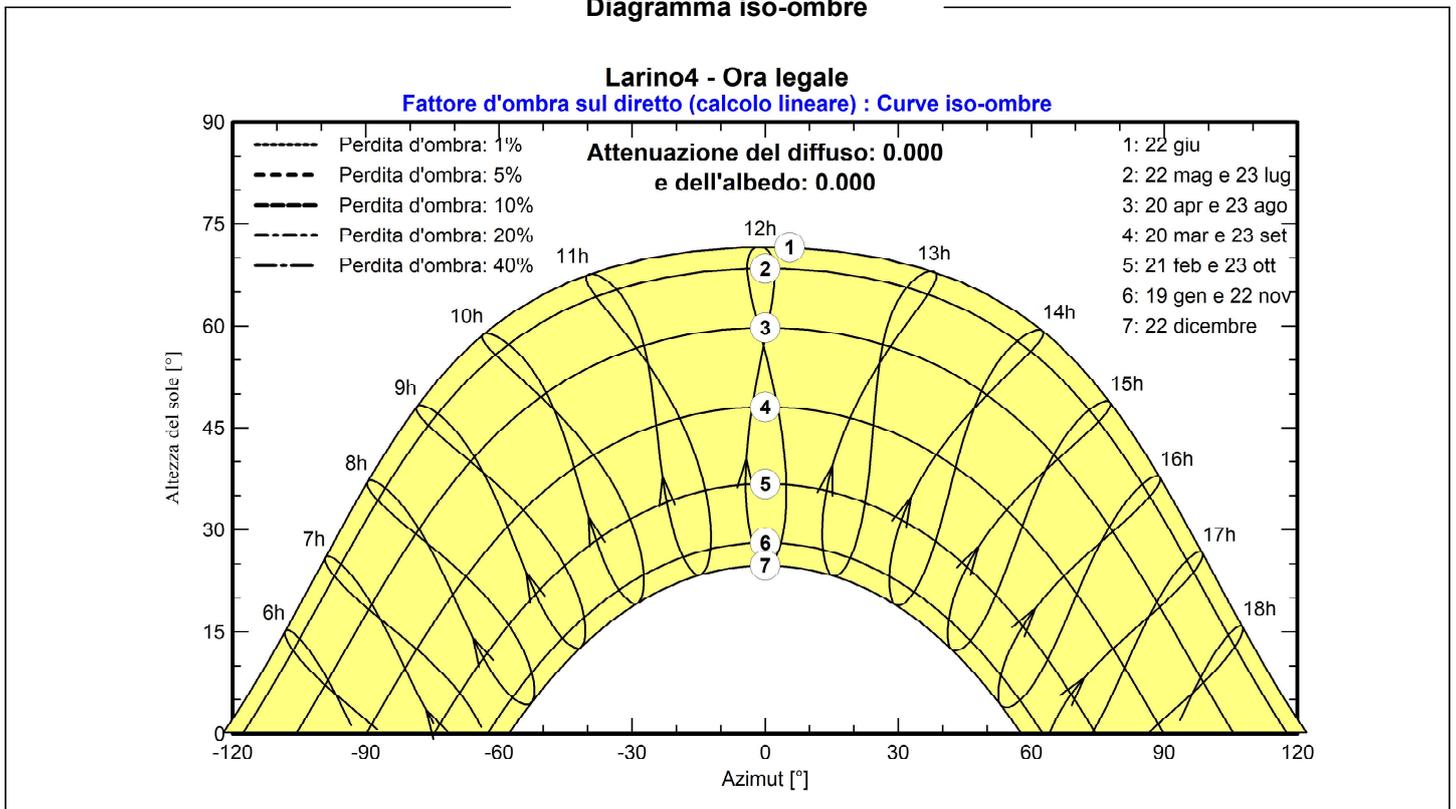


Diagramma iso-ombre



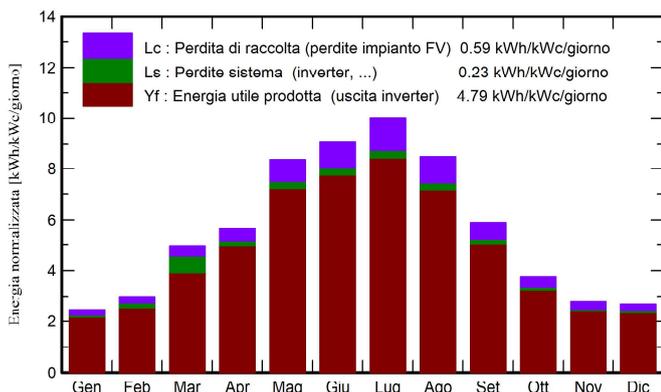


**Risultati principali**

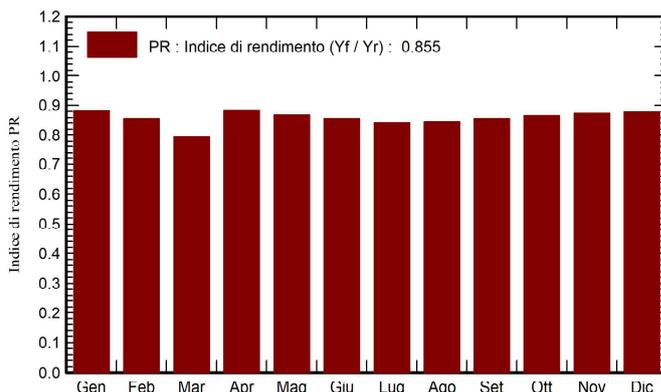
**Produzione sistema**

Energia prodotta 89848 MWh/anno Prod. Specif. 1748 kWh/kWc/anno  
Indice di rendimento PR 85.47 %

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

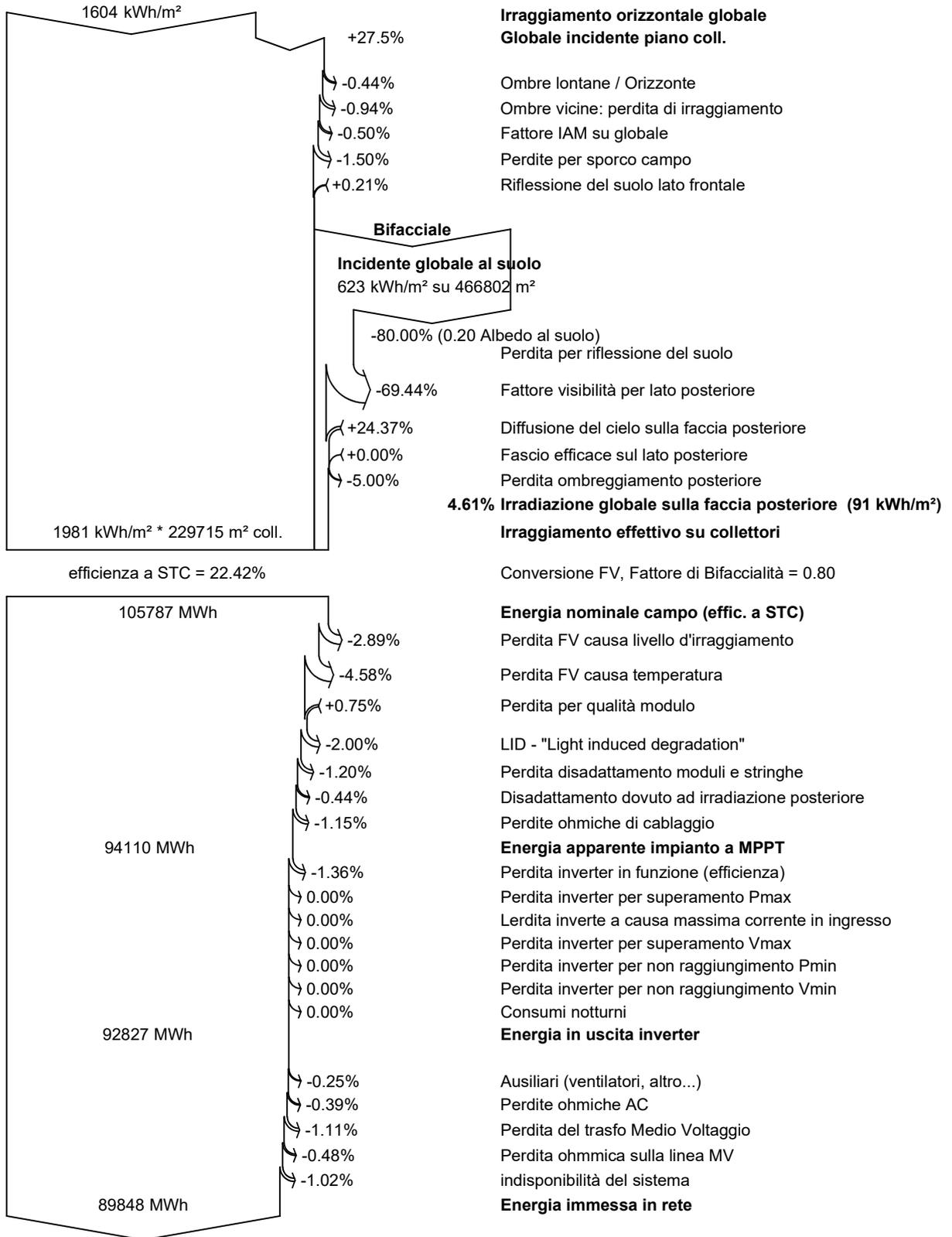
	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	59.4	27.91	8.41	76.5	73.2	3596	3470	0.882
Febbraio	66.8	33.53	9.96	83.4	80.0	3936	3669	0.856
Marzo	122.5	55.97	10.11	153.6	148.3	7303	6268	0.794
Aprile	137.2	67.85	14.05	168.9	163.3	7949	7672	0.884
Maggio	203.5	78.88	18.64	258.5	251.1	11955	11528	0.868
Giugno	215.3	73.32	22.47	272.2	264.8	12431	11977	0.856
Luglio	240.1	63.23	26.41	310.6	302.7	13920	13405	0.840
Agosto	203.6	63.95	25.33	263.3	256.3	11882	11457	0.847
Settembre	139.0	57.71	22.07	176.8	171.2	8056	7778	0.856
Ottobre	91.5	40.77	16.22	116.3	112.1	5365	5176	0.866
Novembre	63.5	26.89	10.71	82.8	79.2	3856	3717	0.874
Dicembre	61.8	24.44	9.57	82.6	79.2	3861	3729	0.878
Anno	1604.4	614.45	16.20	2045.4	1981.3	94110	89848	0.855

**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



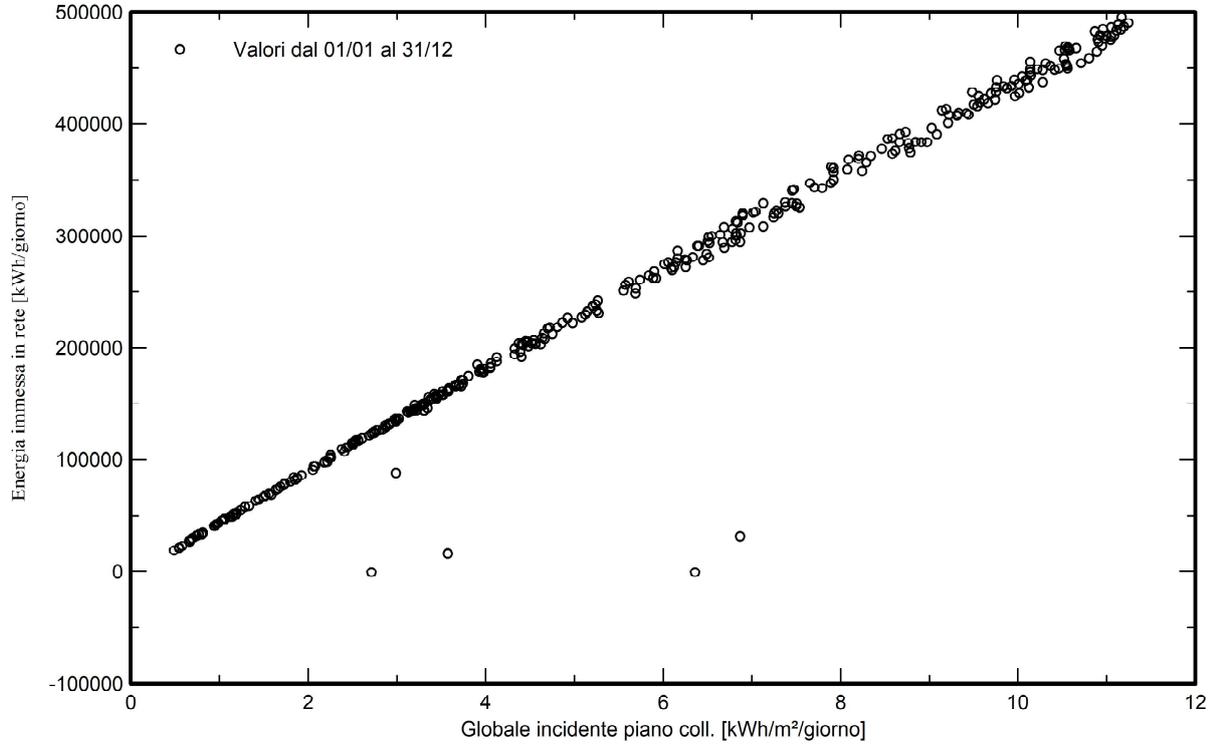
**Diagramma perdite**





Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

