

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		
C06	PIANO DI DISMISSIONE	21094	D		
		CODICE ELABORATO			
		DC21094D-C06			
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		
00		-	-		
		NOME FILE	PAGINE		
		DC21094D-C06.doc	12 + copertina		
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/m²

Per determinare la producibilità del sistema fotovoltaico sul lato BT è indispensabile stimare le perdite del sistema in punti percentuali¹ 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**.

¹ 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

Luogo geografico Vizzarri Italia	Ubicazione Latitudine 41.83 °N Longitudine 14.96 °E Altitudine 159 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Travagliani PVGIS api TMY		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking) Ombre vicine Ombre lineari	Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 73950 unità Pnom totale 51.40 MWc	Inverter 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		Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)			
Orientamento campo FV		Strategia Backtracking		Modelli utilizzati	
Orientamento		N. di eliostati	851 unità	Trasposizione	Perez
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S		Dimensioni		Diffuso	Importato
Asse dell'azimut 0 °		Distanza eliostati	10.0 m	Circumsolare	separare
		Larghezza collettori	4.92 m		
		Fattore occupazione (GCR)	49.2 %		
		Phi min / max	-/+ 55.0 °		
		Angolo limite indetreggiamento			
		Limiti phi	+/- 60.4 °		
Orizzonte		Ombre vicine		Bisogni dell'utente	
Altezza media 1.7 °		Ombre lineari		Carico illimitato (rete)	
Sistema a moduli bifacciali					
Modello	Calcolo 2D				
	eliostati illimitati				
Geometria del modello bifacciale		Definizioni per il modello bifacciale			
Distanza eliostati	10.00 m	Albedo dal suolo	0.20		
ampiezza eliostati	4.92 m	Fattore di Bifaccialità	80 %		
GCR	49.2 %	Ombreg. posteriore	5.0 %		
Altezza dell'asse dal suolo	2.60 m	Perd. Mismatch post.	10.0 %		
		Trasparenza del modul FV	0.0 %		

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	Jollywood	Costruttore	Sungrow
Modello	JW-HD132N-695(Full Frame 210)	Modello	SG250HX
(definizione customizzata dei parametri)		(definizione customizzata dei parametri)	
Potenza nom. unit.	695 Wp	Potenza nom. unit.	200 kWac
Numero di moduli FV	46500 unità	Numero di inverter	134 unità
Nominale (STC)	32.32 MWc	Potenza totale	26800 kWac
Campo #1 - Campo A		Campo #1 - Campo A	
Numero di moduli FV	9660 unità	Numero di inverter	28 units
Nominale (STC)	6714 kWc	Potenza totale	5600 kWac
Moduli	322 Stringhe x 30 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		In cond. di funz. (50°C)	
Pmpp	6187 kWc	Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
U mpp	1090 V	Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
I mpp	5678 A	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.20
Campo #2 - Campo B		Campo #2 - Campo B	
Numero di moduli FV	36840 unità	Numero di inverter	106 units
Nominale (STC)	25.60 MWc	Potenza totale	21200 kWac
Moduli	1228 Stringhe x 30 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		In cond. di funz. (50°C)	
Pmpp	23.60 MWc	Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
U mpp	1090 V	Potenza max. (=>30°C)	250 kWac
I mpp	21652 A	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

Potenza PV totale

Nominale (STC)	51395 kWp
Totale	73950 moduli
Superficie modulo	229715 m ²
Superficie cella	224317 m ²

Potenza totale inverter

Potenza totale	44950 kWac
N. di inverter	215 unità
Rapporto Pnom	1.14



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

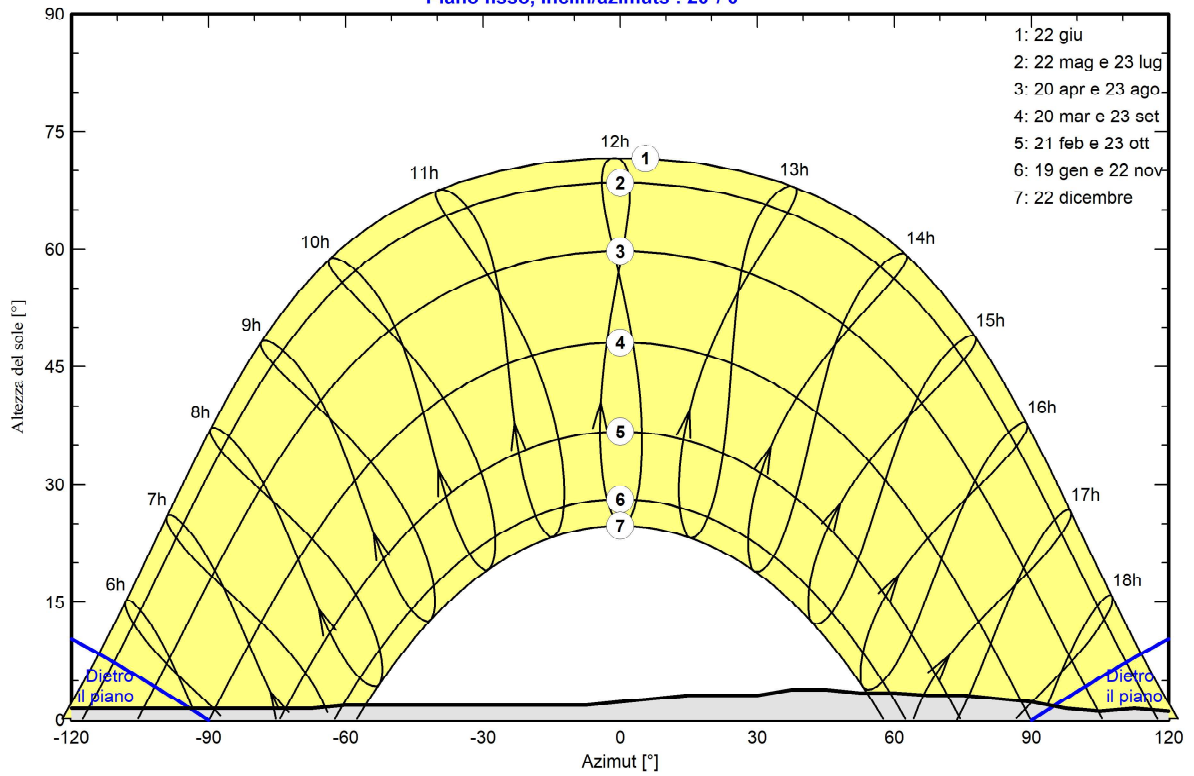
Altezza media	1.7 °	Fattore su albedo	0.89
Fattore su diffuso	0.98	Frazione albedo	100 %

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, Incl./azimut : 20°/ 0°





Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

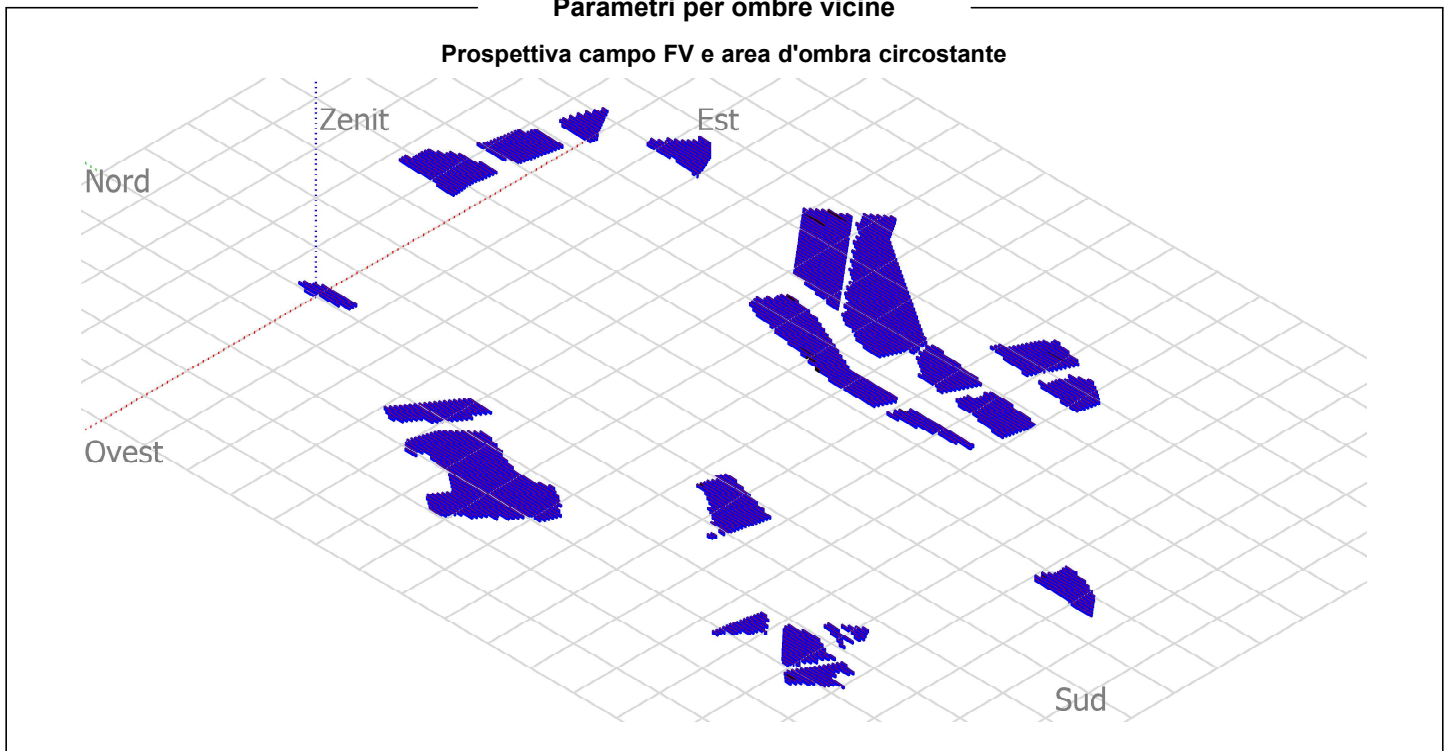
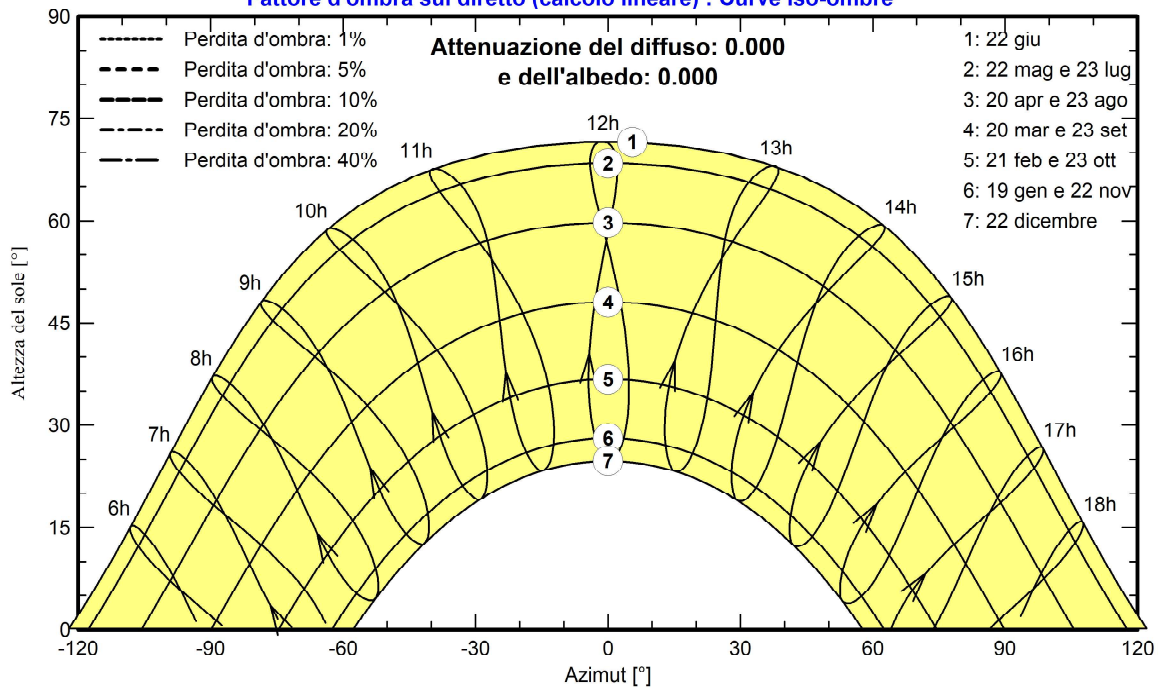


Diagramma iso-ombre

Larino4 - Ora legale

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



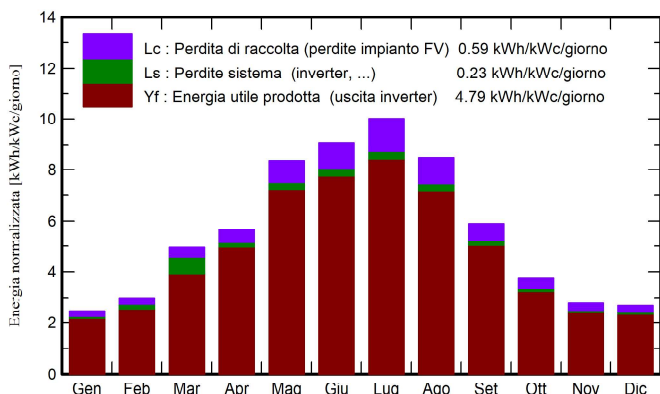


Risultati principali

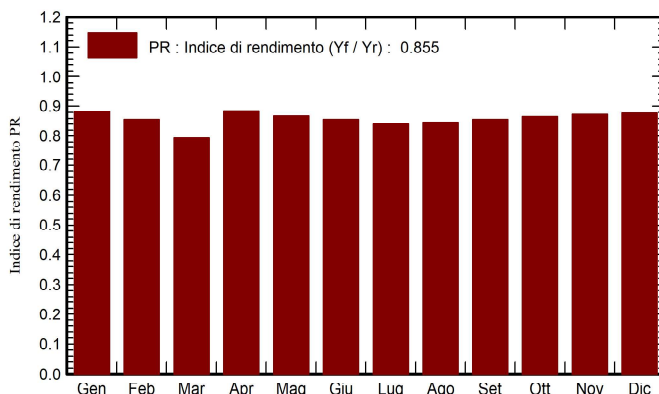
Produzione sistema

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

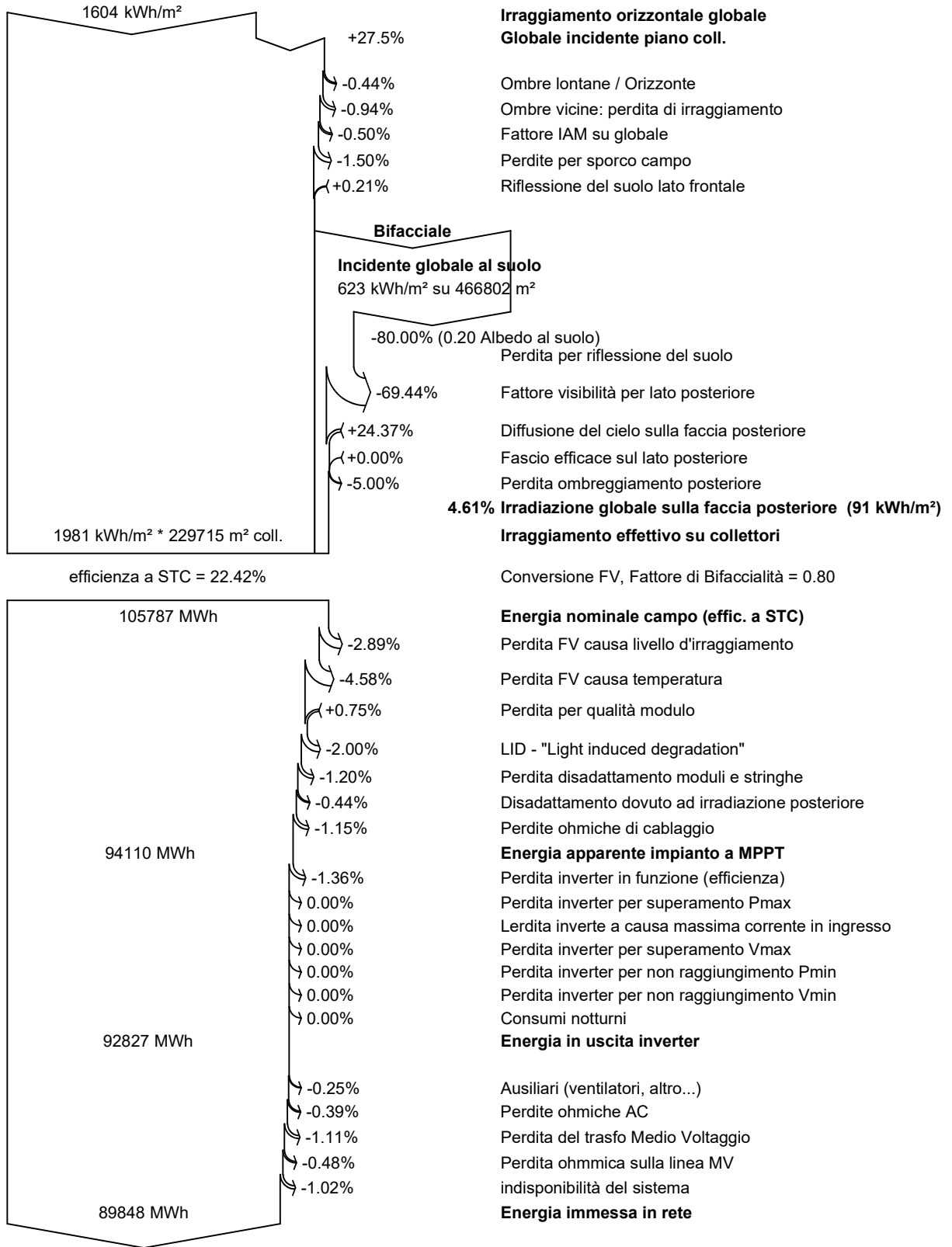
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	59.4	27.91	8.41	76.5	73.2	3596	3470	0.882
Febbraio	66.8	33.53	9.96	83.4	80.0	3936	3669	0.856
Marzo	122.5	55.97	10.11	153.6	148.3	7303	6268	0.794
Aprile	137.2	67.85	14.05	168.9	163.3	7949	7672	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



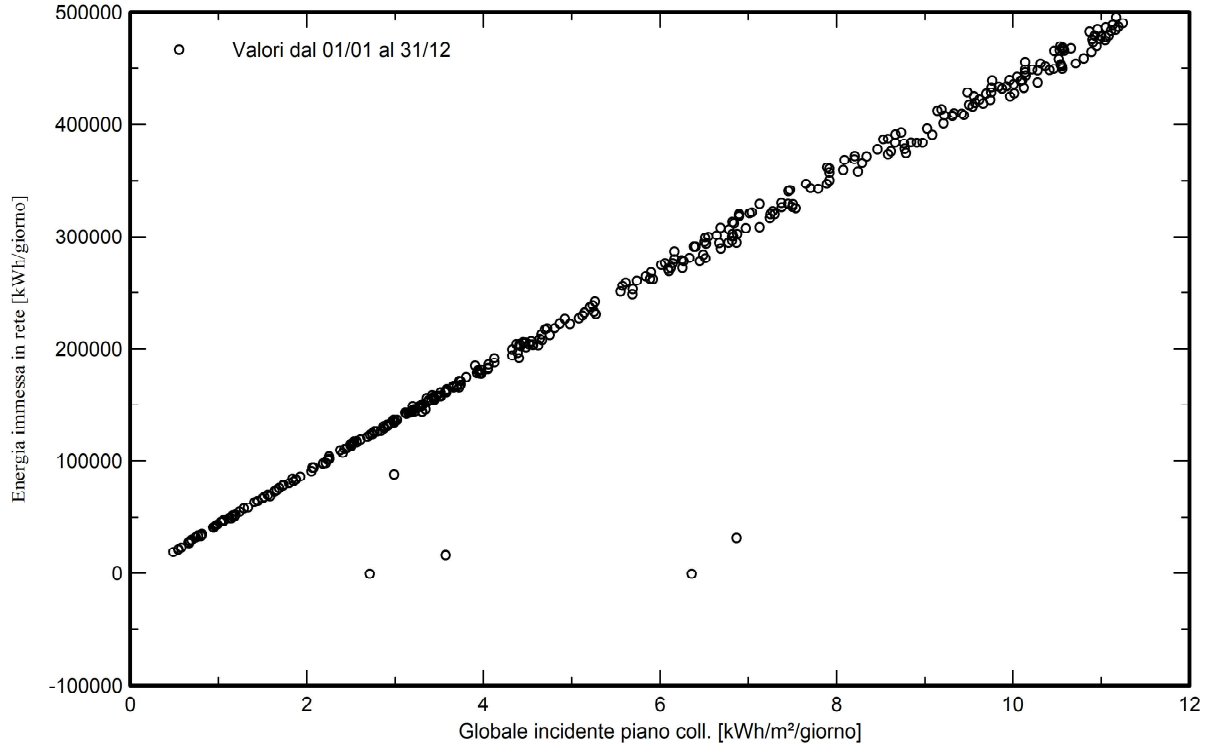
Diagramma perdite





Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

