

# PARCO SOLARE FOTOVOLTAICO ED OPERE CONNESSE, COMUNE DI AQUILEIA - POTENZA IMPIANTO 75,832 MWp

## Relazione di calcolo producibilità impianto

<b>01/12/2023</b>	<b>00</b>	<b>Emissione per gli enti</b>	<b>Proima Srl</b>	<b>Pharos Srl- GDM</b>	<b>Pharos Srl- GDM</b>
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente  <b>Cod059_FV_BER_00084_00</b>		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale  Impianti Eco-Tecnologici			ID Documento Appaltatore  <b>RS_13.01</b>		

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Aquileia

Variante: r0B

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 75.83 MWc

Borgo Brunner - Italy



## PVsyst V7.4.4

VC4, Simulato su  
22/11/23 11:48  
con v7.4.4

PROIMA SRL (Italy)

## Sommarrio del progetto

<b>Luogo geografico</b> Borgo Brunner Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 45.76 °N Longitudine 13.34 °E Altitudine 10 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Borgo Brunner PVGIS api TMY		

## Sommarrio del sistema

<b>Sistema connesso in rete</b> <b>Orientamento campo FV</b> <b>Orientamento</b> Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Azim. asse med. -23 °	<b>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</b> <b>Algoritmo dell'inseguimento</b> Calcolo astronomico Backtracking attivato	<b>Ombre vicine</b> Ombre lineari : Veloce (tavola) Ombreggiamento diffuso automatico
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Nr. di moduli 109108 unità Pnom totale 75.83 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 20 unità Pnom totale 82.53 MWac Rapporto Pnom 0.919	
<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)		

## Sommarrio dei risultati

Energia prodotta 115.21 GWh/anno	Prod. Specif. 1519 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR 82.92 %
----------------------------------	---------------------------------	------------------------------

## Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	7
Risultati principali	8
Diagramma perdite	9
Grafici predefiniti	10
Schema unifilare	11



## PVsyst V7.4.4

VC4, Simulato su  
22/11/23 11:48  
con v7.4.4

PROIMA SRL (Italy)

## Parametri principali

## Sistema connesso in rete

## Orientamento campo FV

## Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S

Azim. asse med. -23 °

## Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

## Algoritmo dell'inseguimento

Calcolo astronomico

Backtracking attivato

## Campo con backtracking

N. di eliostati 28468 unità

## Dimensioni

Distanza eliostati 5.50 m

Larghezza collettori 2.23 m

Fattore occupazione (GCR) 40.5 %

Phi min / max -/+ 55.0 °

## Strategia backtracking

Phi limits for BT -/+ 65.9 °

Distanza tavole backtracking 5.50 m

Larghezza backtracking 2.38 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 5.50 m

ampiezza eliostati 2.23 m

GCR 40.5 %

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 Canadian Solar

Modello TOPBiHiKu7

(Definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 695 Wp

Numero di moduli FV 35140 unità

Nominale (STC) 24.42 MWc

## Campo #1 - Sottocampo #1

Numero di moduli FV 10668 unità

Nominale (STC) 7414 kWp

Moduli 381 stringa x 28 In serie

## In cond. di funz. (50°C)

Pmpp 6878 kWp

U mpp 1024 V

I mpp 6715 A

## Inverter

Costruttore SMA

Modello Sunny Central 4000 UP

(PVsyst database originale)

Potenza nom. unit. 4000 kWac

Numero di inverter 7 unità

Potenza totale 28000 kWac

Numero di inverter 2 unità

Potenza totale 8000 kWac

Voltaggio di funzionamento 880-1325 V

Rapporto Pnom (DC:AC) 0.93



## PVsyst V7.4.4

VC4, Simulato su  
22/11/23 11:48  
con v7.4.4

## Caratteristiche campo FV

**Campo #2 - Sottocampo #2**

Numero di moduli FV 14952 unità  
Nominale (STC) 10.39 MWc  
Moduli 534 stringa x 28 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 9640 kWp  
U mpp 1024 V  
I mpp 9412 A

Numero di inverter 3 unità  
Potenza totale 12000 kWac  
  
Voltaggio di funzionamento 880-1325 V  
Rapporto Pnom (DC:AC) 0.87

**Campo #4 - Sottocampo #4**

Numero di moduli FV 9520 unità  
Nominale (STC) 6616 kWp  
Moduli 340 stringa x 28 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 6138 kWp  
U mpp 1024 V  
I mpp 5992 A

Numero di inverter 2 unità  
Potenza totale 8000 kWac  
  
Voltaggio di funzionamento 880-1325 V  
Rapporto Pnom (DC:AC) 0.83

**Modulo FV**

Costruttore Canadian Solar  
Modello TOPBiHiKu7  
(Definizione customizzata dei parametri)  
Potenza nom. unit. 695 Wp  
Numero di moduli FV 65268 unità  
Nominale (STC) 45.36 MWc

**Inverter**

Costruttore SMA  
Modello Sunny Central 4400 UP  
(PVsyst database originale)  
Potenza nom. unit. 4400 kWac  
Numero di inverter 11 unità  
Potenza totale 48400 kWac

**Campo #3 - Sottocampo #3**

Numero di moduli FV 11648 unità  
Nominale (STC) 8095 kWp  
Moduli 416 stringa x 28 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 7510 kWp  
U mpp 1024 V  
I mpp 7332 A

Numero di inverter 2 unità  
Potenza totale 8800 kWac  
  
Voltaggio di funzionamento 962-1325 V  
Rapporto Pnom (DC:AC) 0.92

**Campo #6 - Sottocampo #6**

Numero di moduli FV 53620 unità  
Nominale (STC) 37.27 MWc  
Moduli 1915 stringa x 28 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 34.57 MWc  
U mpp 1024 V  
I mpp 33751 A

Numero di inverter 9 unità  
Potenza totale 39600 kWac  
  
Voltaggio di funzionamento 962-1325 V  
Rapporto Pnom (DC:AC) 0.94

**Campo #5 - Sottocampo #5**

**Modulo FV**  
Costruttore Canadian Solar  
Modello TOPBiHiKu7  
(Definizione customizzata dei parametri)  
Potenza nom. unit. 695 Wp  
Numero di moduli FV 8700 unità  
Nominale (STC) 6047 kWp  
Moduli 300 stringa x 29 In serie  
**In cond. di funz. (50°C)**  
Pmpp 5609 kWp  
U mpp 1061 V  
I mpp 5287 A

**Inverter**

Costruttore SMA  
Modello Sunny Central 3060 UP  
(PVsyst database originale)  
Potenza nom. unit. 3067 kWac  
Numero di inverter 2 unità  
Potenza totale 6134 kWac  
Voltaggio di funzionamento 1003-1325 V  
Rapporto Pnom (DC:AC) 0.99



**PVsyst V7.4.4**

VC4, Simulato su  
22/11/23 11:48  
con v7.4.4

**Caratteristiche campo FV**

Potenza PV totale		Potenza totale inverter	
Nominale (STC)	75830 kWp	Potenza totale	82534 kWac
Totale	109108 moduli	Numero di inverter	20 unità
Superficie modulo	338928 m <sup>2</sup>	Rapporto Pnom	0.92

**Perdite campo**

<b>Perdite per sporco campo</b>		<b>Fatt. di perdita termica</b>		<b>Perdita diodo di serie</b>				
Fraz. perdite	3.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento		Perdita di Tensione	0.7 V			
		Uc (cost)	29.0 W/m <sup>2</sup> K	Fraz. perdite	0.1 % a STC			
		Uv (vento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s					
<b>LID - Light Induced Degradation</b>		<b>Perdita di qualità moduli</b>		<b>Perdite per mismatch del modulo</b>				
Fraz. perdite	2.5 %	Fraz. perdite	0.8 %	Fraz. perdite	2.0 % a MPP			
<b>Perdita disadattamento Stringhe</b>								
Fraz. perdite	0.1 %							
<b>Fattore di perdita IAM</b>								
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel levigato, n = 1.526								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

**Perdite DC nel cablaggio**

Res. globale di cablaggio	0.24 m		
Fraz. perdite	1.5 % a STC		
<b>Campo #1 - Sottocampo #1</b>		<b>Campo #2 - Sottocampo #2</b>	
Res. globale campo	2.5 m	Res. globale campo	1.8 m
Fraz. perdite	1.5 % a STC	Fraz. perdite	1.5 % a STC
<b>Campo #3 - Sottocampo #3</b>		<b>Campo #4 - Sottocampo #4</b>	
Res. globale campo	2.3 m	Res. globale campo	2.8 m
Fraz. perdite	1.5 % a STC	Fraz. perdite	1.5 % a STC
<b>Campo #5 - Sottocampo #5</b>		<b>Campo #6 - Sottocampo #6</b>	
Res. globale campo	3.3 m	Res. globale campo	0.50 m
Fraz. perdite	1.5 % a STC	Fraz. perdite	1.5 % a STC

**Perdite sistema**

<b>Indisponibilità del sistema</b>		<b>Perdite ausiliarie</b>	
frazione di tempo	2.0 %	Proporzionali alla potenza	10.0 W/kW
	7.3 giorni, 3 periodi	0.0 kW dalla soglia di potenza	

**Perdite cablaggio AC**

<b>Linea uscita inv. sino al trasformatore MT</b>			
Tensione inverter	600 Vac tri		
Fraz. perdite	1.50 % a STC		
<b>Inverter: Sunny Central 4000 UP, Sunny Central 4400 UP</b>		<b>Inverter: Sunny Central 3060 UP</b>	
Sezione cavi (18 Inv.)	All 18 x 3 x 3000 mm <sup>2</sup>	Sezione cavi (2 Inv.)	All 2 x 3 x 2500 mm <sup>2</sup>
Lunghezza media dei cavi	152 m	Lunghezza media dei cavi	191 m



**Perdite cablaggio AC**

**Linea MV fino alla iniezione**

Voltaggio MV	30 kV
Media ciascun inverter	
Conduttori	All 3 x 95 mm <sup>2</sup>
Lunghezza	1450 m
Fraz. perdite	0.20 % a STC

**Perdite AC nei trasformatori**

**Trafo MV**

Media tensione	30 kV
<b>One transfo parameters</b>	
Potenza nominale a STC	3.73 MVA
Iron Loss ( Connessione 24/24)	3.73 kVA
Frazione di perdite a vuoto	0.10 % a STC
Perdite a carico	26.09 kVA
Frazione di perdite a carico	0.70 % a STC
Resistenza equivalente induttori	3 x 0.68 m

**Perdite di operazione in STC (sistema intero)**

Nb. identical MV transfos	20
Potenza nominale a STC	74.55 MVA
Perdite a vuoto (Connessione 24/24)	74.55 kVA
Perdite a carico	521.82 kVA



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

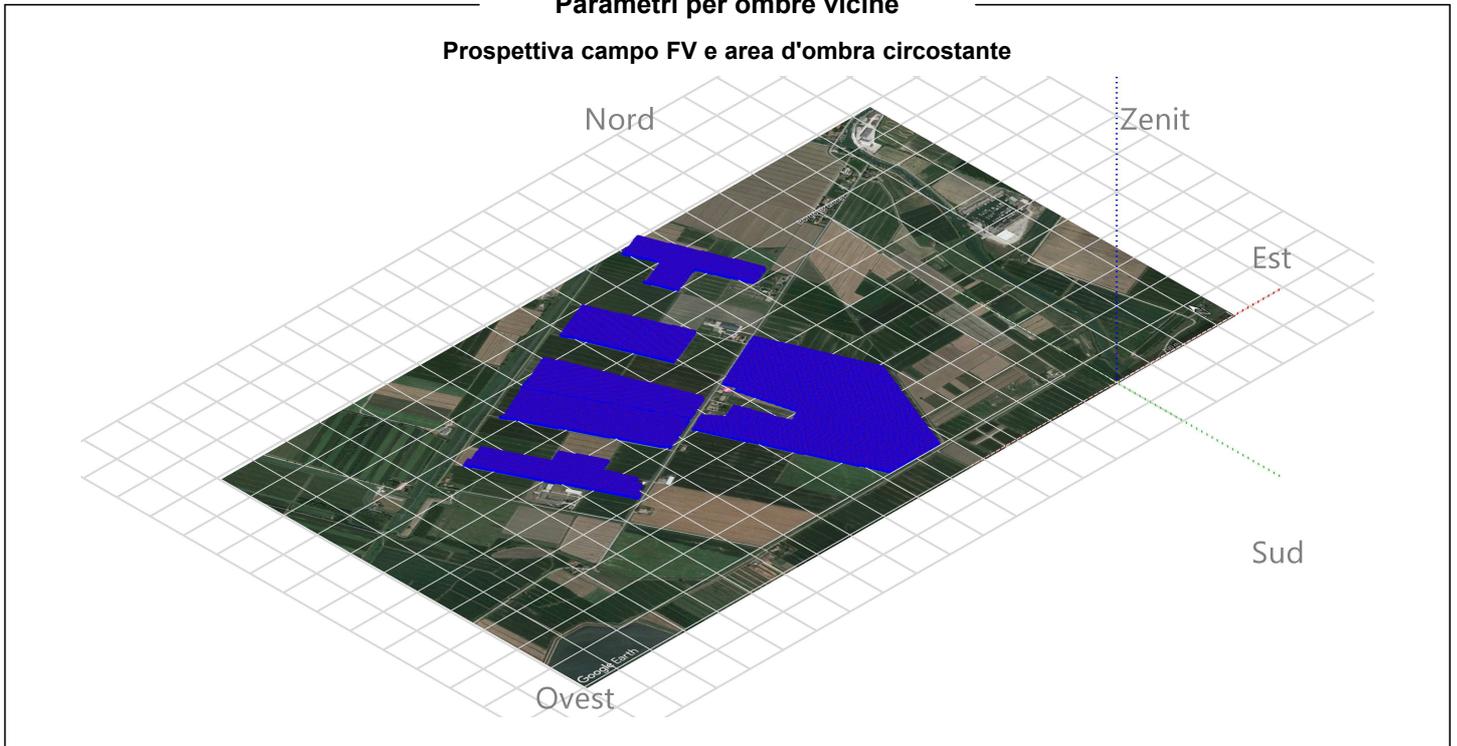
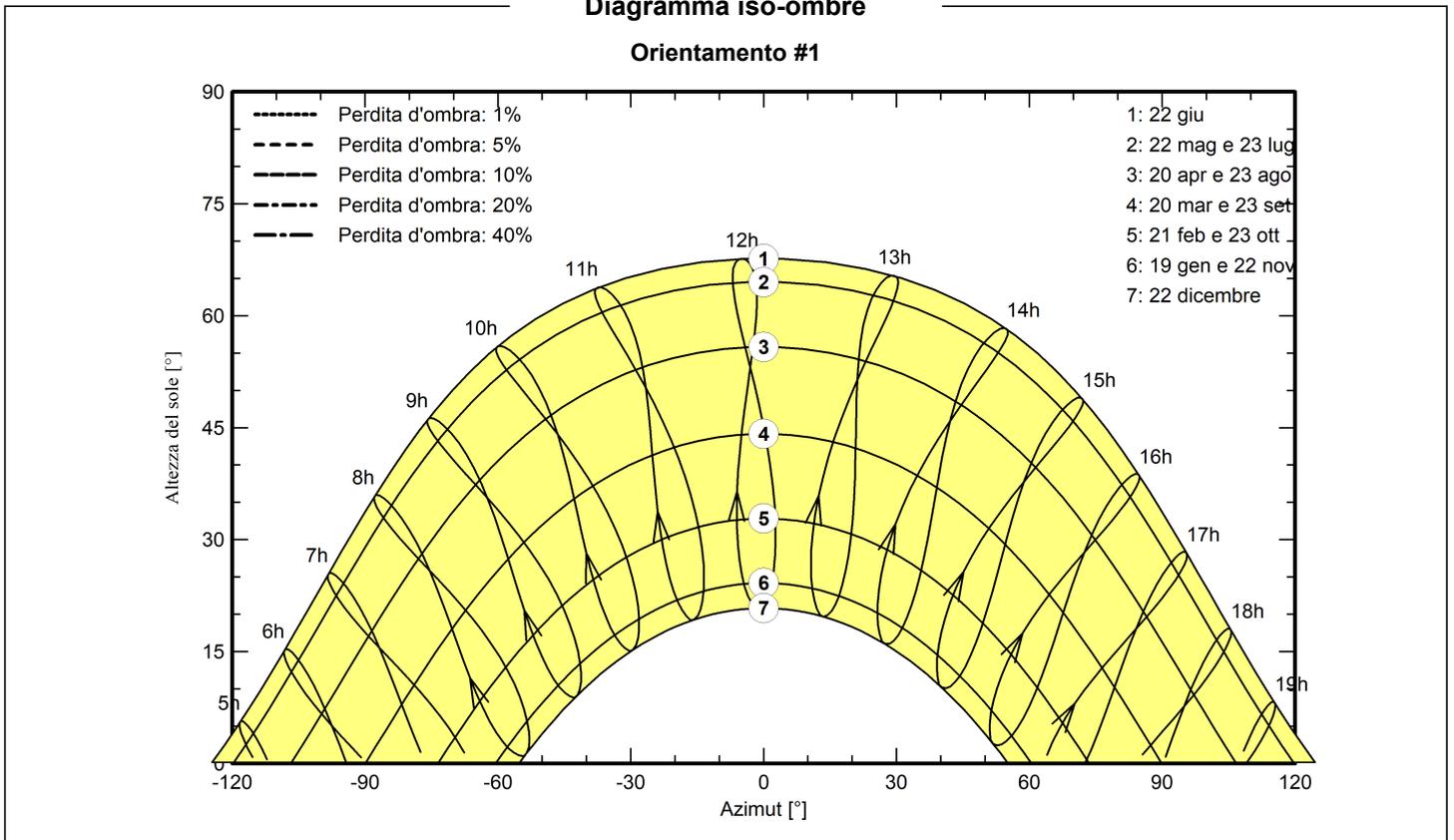


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1



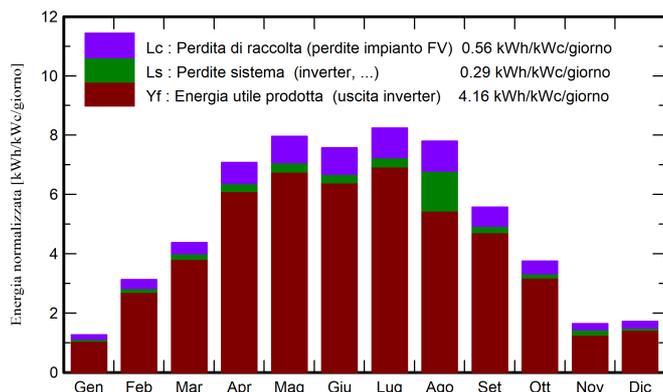


**Risultati principali**

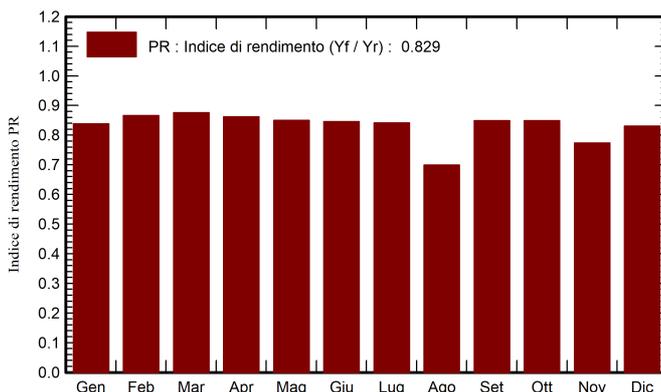
**Produzione sistema**

Energia prodotta 115.21 GWh/anno Prod. Specif. 1519 kWh/kWp/anno  
Indice rendimento PR 82.92 %

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

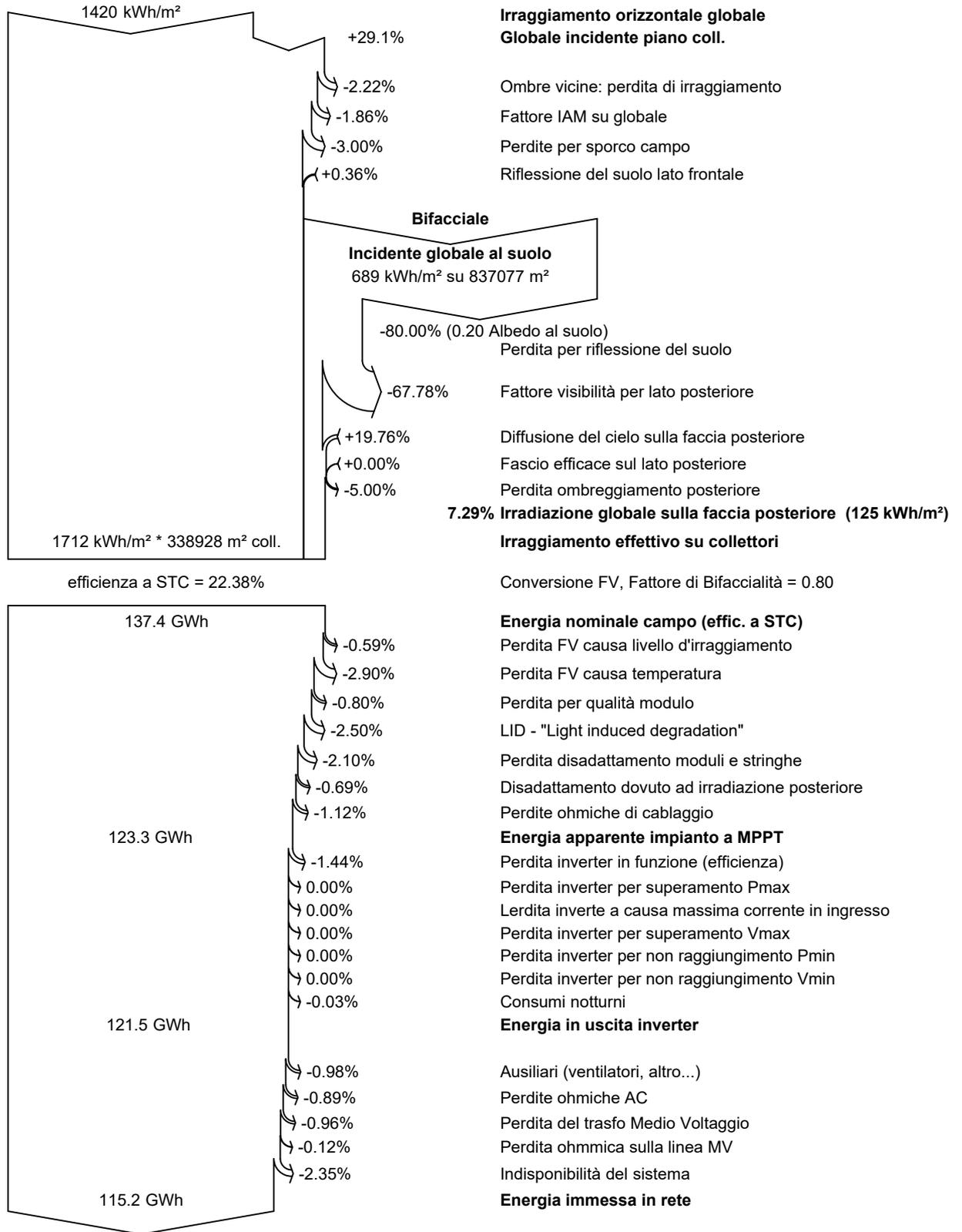
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	GWh	GWh	ratio
Gennaio	31.6	22.05	8.93	39.2	34.6	2.64	2.49	0.838
Febbraio	63.3	25.63	6.76	87.7	80.3	6.03	5.76	0.866
Marzo	104.6	45.79	8.55	135.7	126.2	9.42	9.01	0.875
Aprile	164.1	58.59	13.53	212.4	199.6	14.52	13.89	0.862
Maggio	194.9	68.38	19.49	246.8	232.9	16.63	15.90	0.850
Giugno	183.2	73.26	21.99	227.2	213.9	15.22	14.56	0.845
Luglio	203.1	73.57	23.18	255.6	241.1	17.03	16.30	0.841
Agosto	184.0	58.25	24.82	241.9	228.3	15.97	12.83	0.699
Settembre	127.7	48.05	19.29	167.0	156.4	11.23	10.75	0.849
Ottobre	86.6	38.38	17.40	116.5	107.3	7.83	7.50	0.849
Novembre	38.7	22.65	13.00	49.2	44.1	3.30	2.89	0.773
Dicembre	37.9	17.66	9.07	53.1	47.0	3.53	3.35	0.831
Anno	1419.6	552.26	15.56	1832.3	1711.7	123.34	115.21	0.829

**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



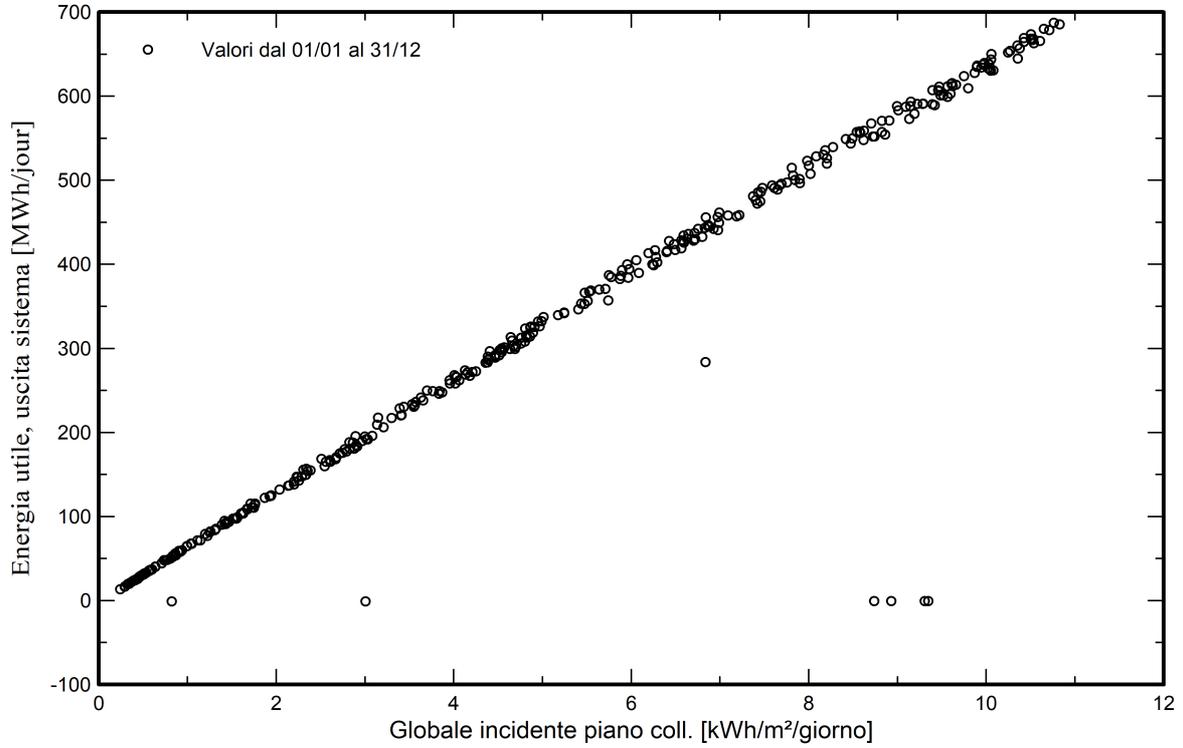
Diagramma perdite



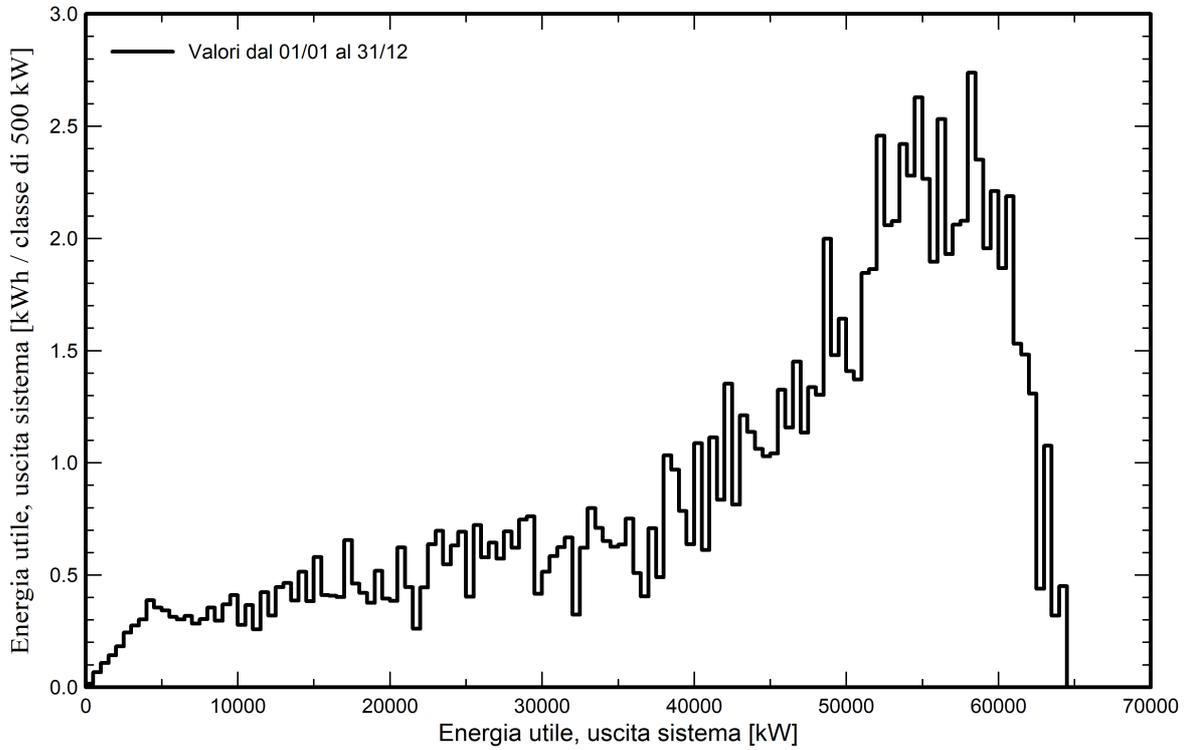


Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



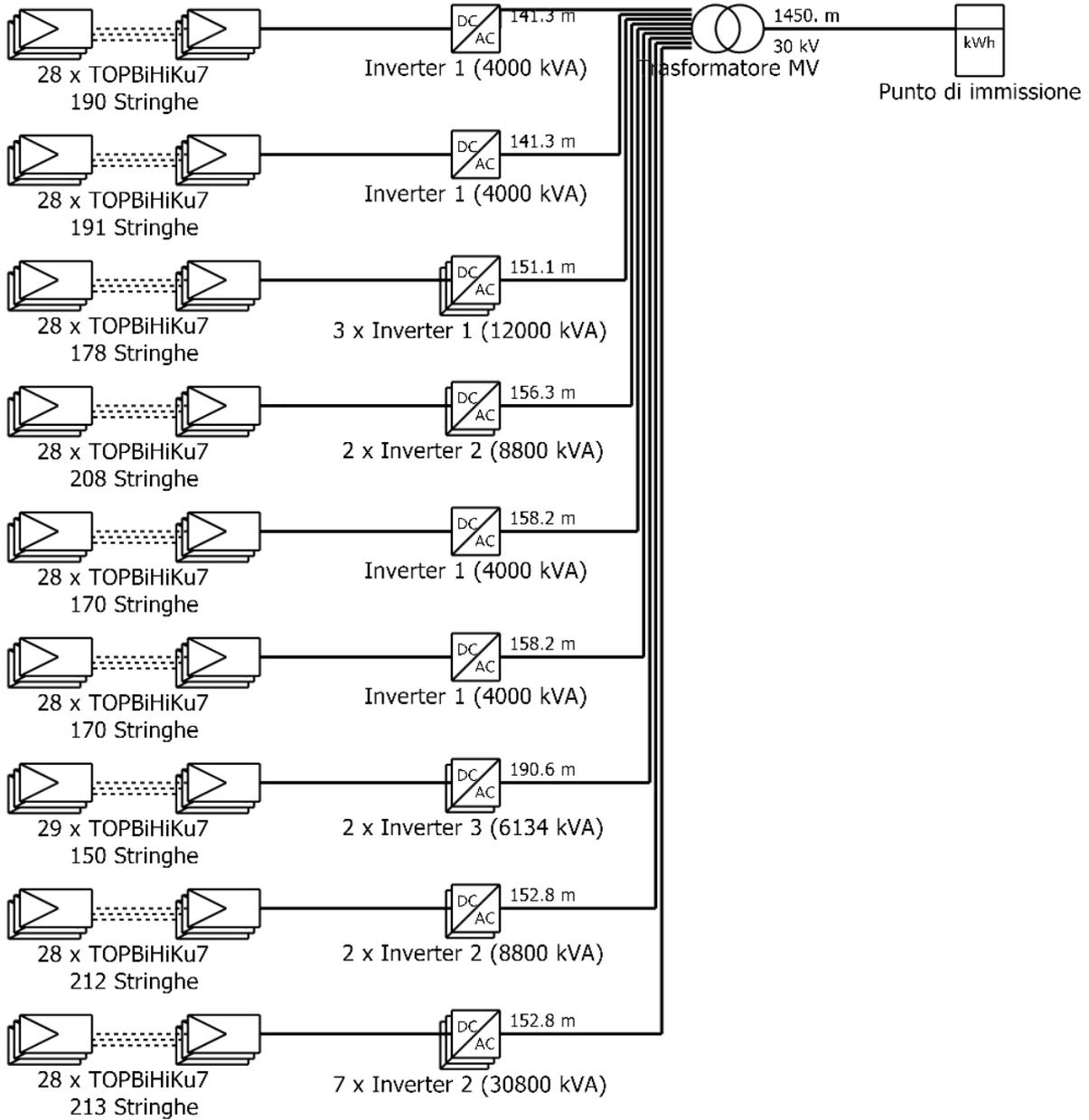
Distribuzione potenza in uscita sistema





# Schema unifilare

**PVsyst V7.4.4**  
VC4, Simulato su  
22/11/23 11:48  
con v7.4.4



Modulo FV	TOPBiHiKu7
Inverter 1	Sunny Central 4000 UP
Inverter 2	Sunny Central 4400 UP
Inverter 3	Sunny Central 3060 UP
Stringa 1	28 x TOPBiHiKu7
Stringa 2	29 x TOPBiHiKu7

Aquileia

PROIMA SRL (Italy  
)

VC4 : r0B

22/11/23