



OTTOBRE 2022

FLYNIS PV 6 S.r.L.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 35,42 MW

LOCALITÀ SPARAGNOGNA

COMUNE DI REGALBUTO (EN)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO

Calcolo Producibilità

Progettisti (o coordinamento)

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

Codice elaborato

2983_5211_RE_VIA_R18_Rev0_Calcolo Producibilità

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2983_5211_RE_VIA_R18_Rev0_Calcolo Producibilità	10/2022	Prima emissione	AFa	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
Corrado Pluchino	Project Manager	Ordine Ing. Milano A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Marco Corrà	Coordinamento SIA	
Giulia Peirano	Architetto	Ordine Arch. Milano n. 20208
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Enzo Baldi	Ingegnere Idraulico	
Michela Zurlo	Ingegnere Civile	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Matteo Cuda	Naturalista	
Andrea Fanelli	Perito Elettrotecnico	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Leonardo Cuscito	Perito Agrario laureato	Periti Agrari della provincia di Bari, n° 1371
Eliana Santoro	Agronomo	
Emanuela Gaia Forni	Dott.ssa Scienze e Tecnologie Agrarie	
Edoardo Bronzini	Agronomo	
Salvatore Palillo	Geologo	Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, n°2243
Luigi Casalino	Indagini geotecniche	Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia, n°2244
Filippo Ianni	Relazione Archeologica	Elenco degli operatori abilitati alla redazione del documento di valutazione archeologica nel progetto preliminare di opera pubblica, n. 7; Archeologo di I fascia, n. 1219.

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA	5
2. STRUTTURE TRACKER.....	6
2.1 DATI CLIMATICI	6
2.2 RISULTATI	6
3. STRUTTURE FISSE.....	8
3.1 DATI CLIMATICI	8
3.2 RISULTATI	8



1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo FLYNIS PV 6 S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a Sud del territorio comunale di Regalbuto (EN) di potenza pari a 35,42 MW su un'area catastale di circa 93,55 ettari complessivi di cui circa 63,52 ha recintati.

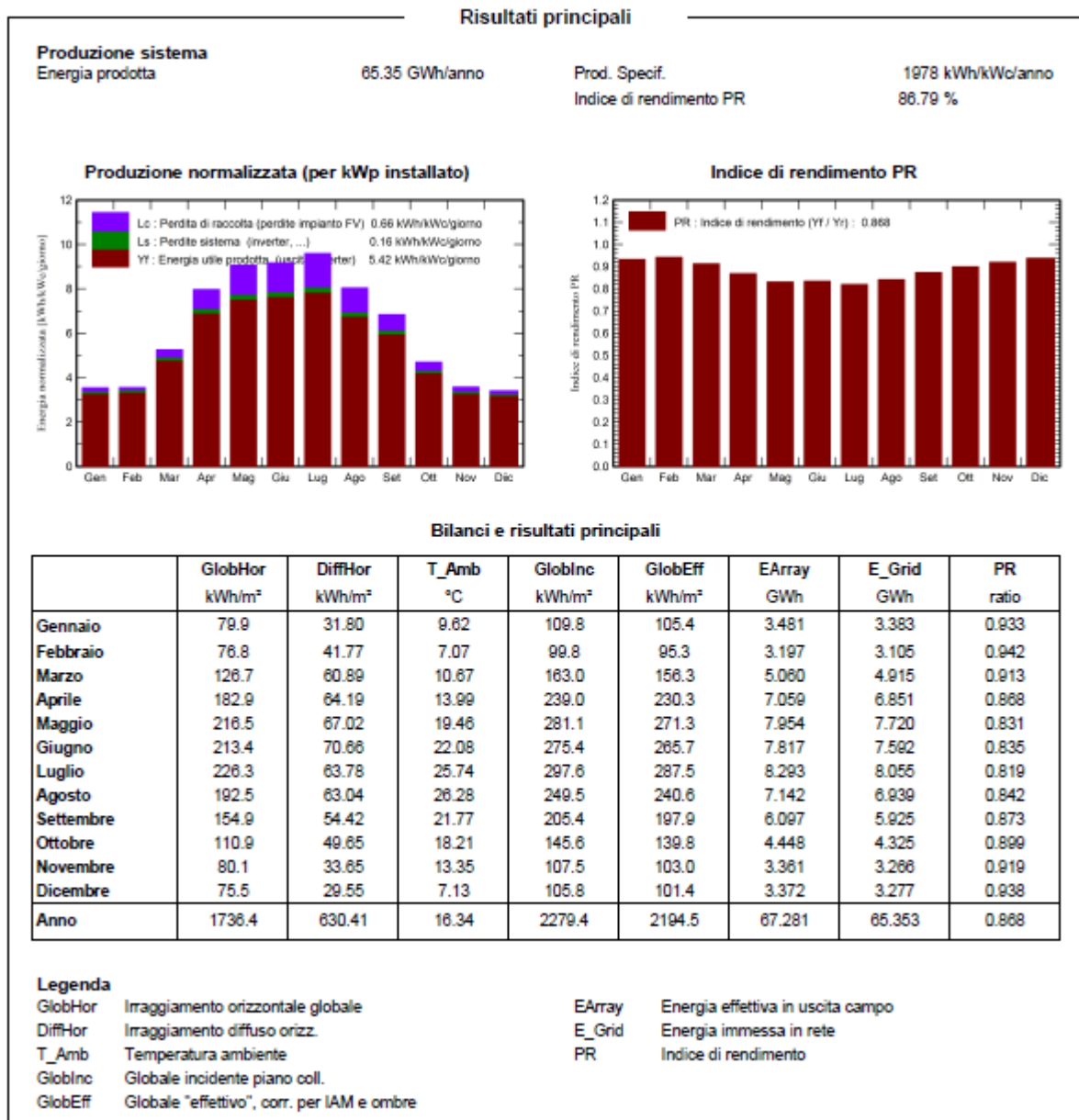
Il presente documento costituisce la Relazione di calcolo della producibilità dell'impianto.

La simulazione prende in esame un anno tipo ed è stata effettuata tramite il programma per sistemi fotovoltaici PVsyst v.7.2.16.

2. STRUTTURE TRACKER

2.1 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 nostro sito. Di seguito si riportano i bilanci e i risultati principali:



2.2 RISULTATI

L'energia prodotta risulta essere di **65,35 GWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.978 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 **86,79%**.

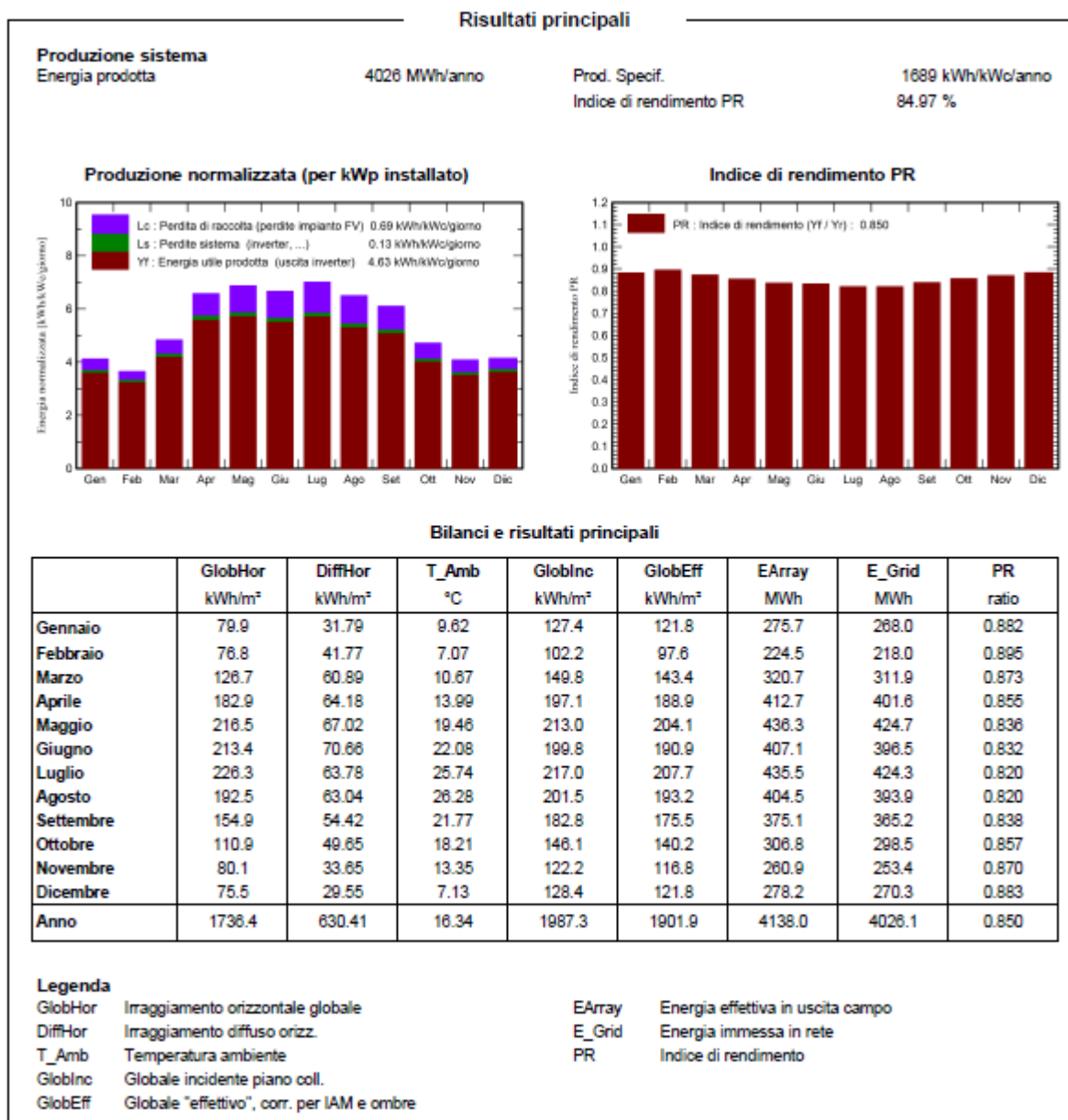
Si riporta in allegato l'output completo fornito dal programma di calcolo.



3. STRUTTURE FISSE

3.1 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 nostro sito. Di seguito si riportano i bilanci e i risultati principali:



3.2 RISULTATI

L'energia prodotta risulta essere di **4.026 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.689 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 **84,97%**.

Si riporta in allegato l'output completo fornito dal programma di calcolo.

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: Regalbuto

Variante: Nuova variante di simulazione

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Potenza di sistema: 33.03 MWc

Regalbuto - Italy

Autore

Montana S.p.a. (Italy)



Progetto: Regalbuto

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

PVsyst V7.2.19

VC5, Simulato su
05/10/22 19:22
con v7.2.19

Sommario del progetto

Luogo geografico Regalbuto Italia	Ubicazione Latitudine 37.58 °N Longitudine 14.64 °E Altitudine 180 m Fuso orario UTC	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Regalbuto 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 °	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento Algoritmo dell'inseguimento Calcolo astronomico Backtracking attivato	Ombre vicine Ombre lineari
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 50820 unità Pnom totale 33.03 MWc	Inverter Numero di unità 10 unità Pnom totale 26.60 MWac Rapporto Pnom 1.242	
Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)		

Sommario dei risultati

Energia prodotta 65.35 GWh/anno	Prod. Specif. 1978 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 86.79 %
---------------------------------	---------------------------------	------------------------------

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 speciali	8



PVsyst V7.2.19

VC5, Simulato su
05/10/22 19:22
con v7.2.19

Parametri principali

Sistema connesso in rete

Orientamento campo FV

Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S

Asse dell'azimut 0 °

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Algoritmo dell'inseguimento

Calcolo astronomico

Backtracking attivato

Campo con backtracking

N. di eliostati 175 unità

Campo (array) singolo

Dimensioni

Distanza eliostati 6.50 m

Larghezza collettori 2.38 m

Fattore occupazione (GCR) 36.7 %

Phi min / max +/- 55.0 °

Strategia Backtracking

Limiti phi +/- 68.4 °

Distanza tavole backtracking 6.50 m

Larghezza backtracking 2.38 m

Modelli utilizzati

Trasposizione Perez

Diffuso Importato

Circumsolare separare

Orizzonte

Orizzonte libero

Ombre vicine

Ombre lineari

Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

Sistema bifacciale

Modello Calcolo 2D
eliostati illimitati

Geometria del modello bifacciale

Distanza eliostati 6.50 m

ampiezza eliostati 2.38 m

GCR 36.7 %

Altezza dell'asse dal suolo 1.77 m

Definizioni per il modello bifacciale

Albedo dal suolo 0.20

Fattore di Bifaccialità 70 %

Ombreg. posteriore 5.0 %

Perd. Mismatch post. 10.0 %

Frazione trasparente della tettoia 0.0 %

Caratteristiche campo FV

Modulo FV

Costruttore Canadian Solar Inc.

Modello CS7N-650MB-AG 1500V

(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 650 Wp

Numero di moduli FV 50820 unità

Nominale (STC) 33.03 MWc

Moduli 1815 Stringhe x 28 In serie

In cond. di funz. (50°C)

Pmpp 30.34 MWc

U mpp 949 V

I mpp 31968 A

Potenza PV totale

Nominale (STC) 33033 kWp

Totale 50820 moduli

Superficie modulo 157865 m²

Inverter

Costruttore SMA

Modello Sunny Central 2660 UP (Preliminary)

(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 2660 kWac

Numero di inverter 10 unità

Potenza totale 26600 kWac

Voltaggio di funzionamento 880-1325 V

Rapporto Pnom (DC:AC) 1.24

Potenza totale inverter

Potenza totale 26600 kWac

Numero di inverter 10 unità

Rapporto Pnom 1.24



PVsyst V7.2.19

VC5, Simulato su
05/10/22 19:22
con v7.2.19

Perdite campo

Perdite per sporco campo

Fraz. perdite 2.0 %

Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento

Uc (cost) 29.0 W/m²K

Uv (vento) 0.0 W/m²K/m/s

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 0.49 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

LID - Light Induced Degradation

Fraz. perdite 2.0 %

Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite -0.4 %

Perdite per mismatch del modulo

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

Perdita disadattamento Stringhe

Fraz. perdite 0.1 %

Fattore di perdita IAM

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

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

Perdite cablaggio AC

Linea uscita inv. sino al trasformatore MT

Tensione inverter 600 Vac tri

Fraz. perdite 0.00 % a STC

Inverter: Sunny Central 2660 UP (Preliminary)

Sezione cavi (10 Inv.) Rame 10 x 3 x 2000 mm²

Lunghezza media dei cavi 0 m

Perdite AC nei trasformatori

Trafo MV

Tensione rete 20 kV

Perdite di operazione in STC

Potenza nominale a STC 32273 kVA

Perdita ferro (Connessione 24/24) 31.30 kW

Fraz. perdite 0.10 % a STC

Resistenza equivalente induttori 3 x 0.12 mΩ

Fraz. perdite 1.03 % a STC



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

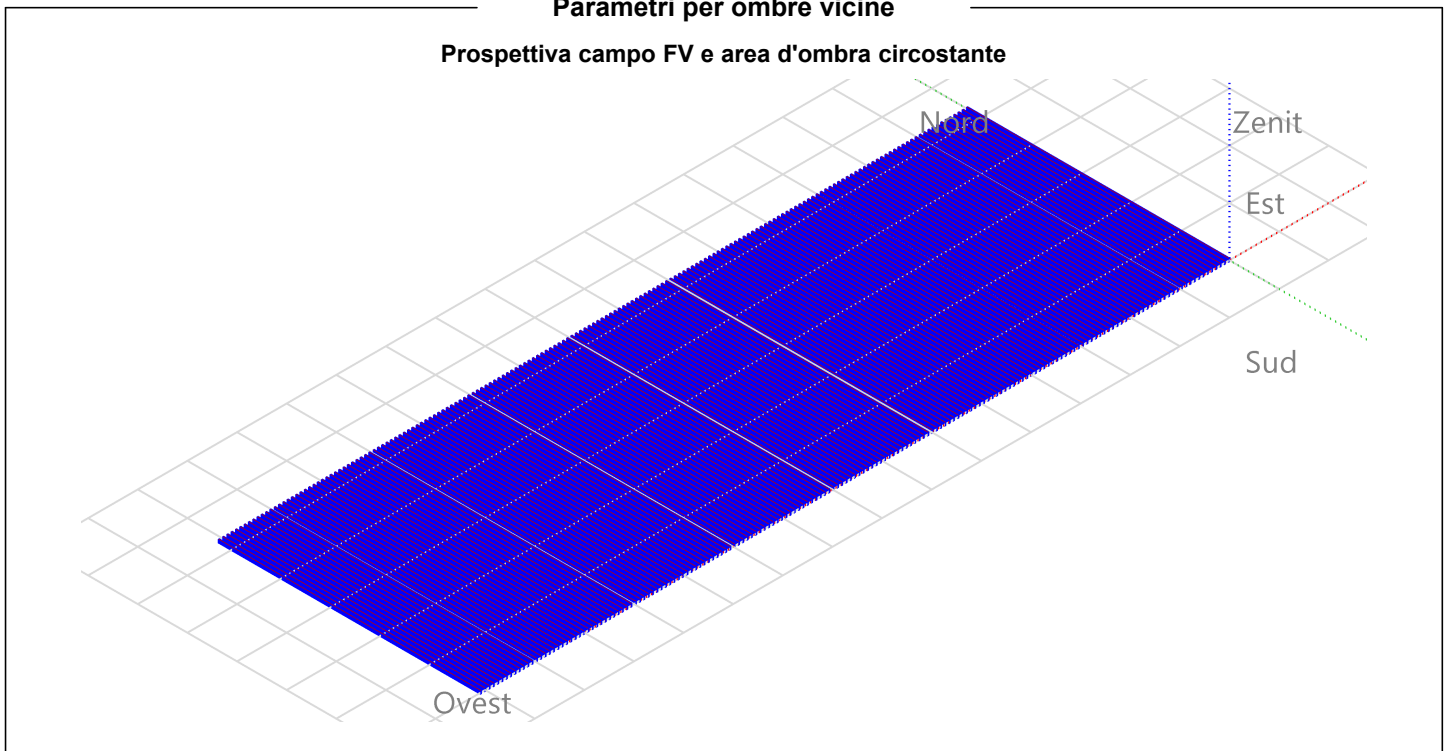
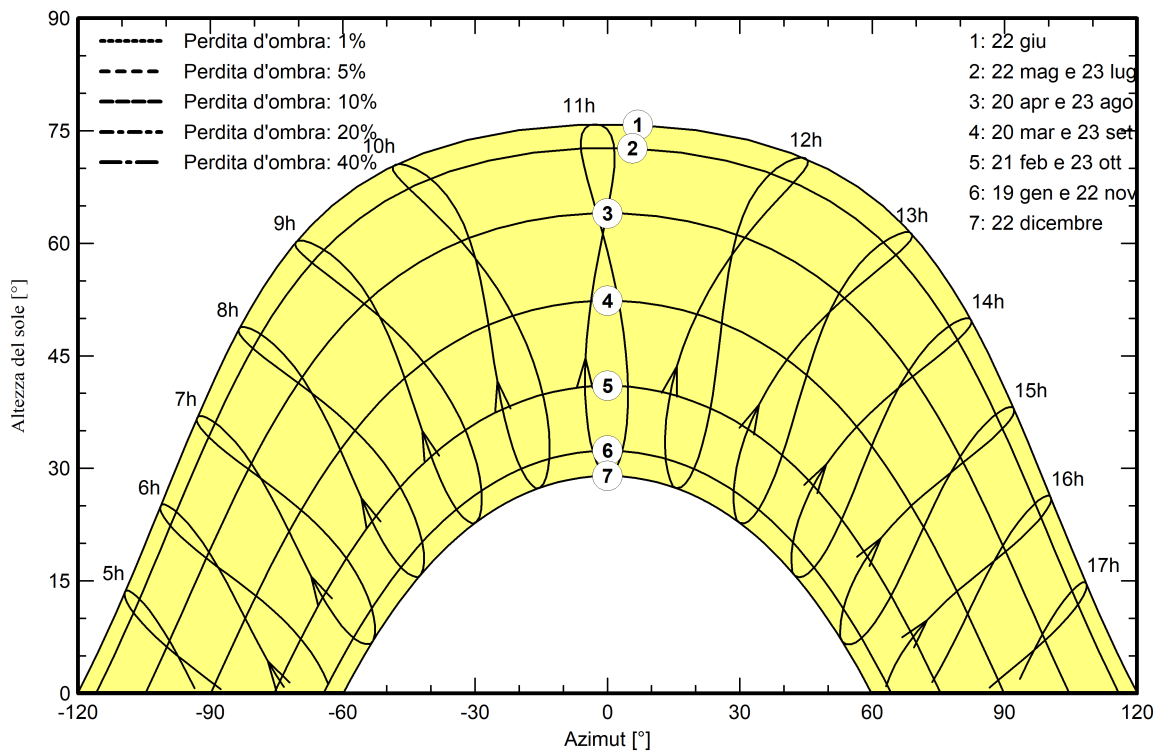


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1





Progetto: Regalbuto

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.19

VC5, Simulato su
05/10/22 19:22
con v7.2.19

Montana S.p.a. (Italy)

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta

65.35 GWh/anno

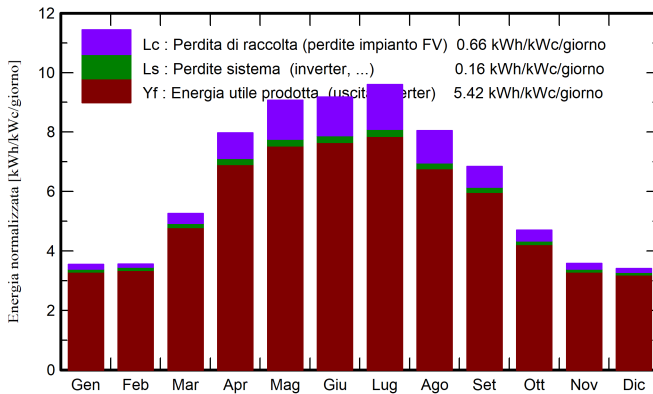
Prod. Specif.

1978 kWh/kWc/anno

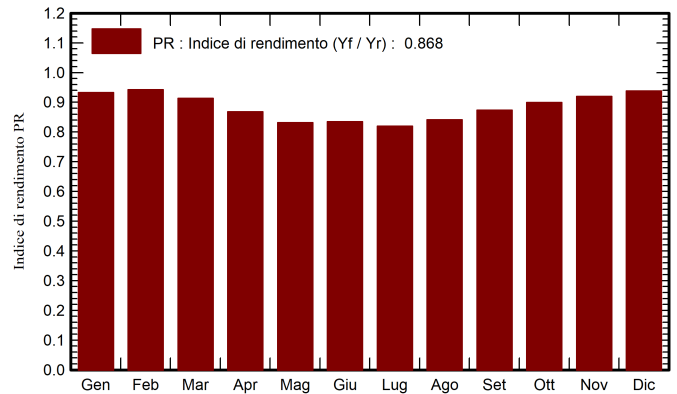
Indice di rendimento PR

86.79 %

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	GWh	GWh	ratio
Gennaio	79.9	31.80	9.62	109.8	105.4	3.481	3.383	0.933
Febbraio	76.8	41.77	7.07	99.8	95.3	3.197	3.105	0.942
Marzo	126.7	60.89	10.67	163.0	156.3	5.060	4.915	0.913
Aprile	182.9	64.19	13.99	239.0	230.3	7.059	6.851	0.868
Maggio	216.5	67.02	19.46	281.1	271.3	7.954	7.720	0.831
Giugno	213.4	70.66	22.08	275.4	265.7	7.817	7.592	0.835
Luglio	226.3	63.78	25.74	297.6	287.5	8.293	8.055	0.819
Agosto	192.5	63.04	26.28	249.5	240.6	7.142	6.939	0.842
Settembre	154.9	54.42	21.77	205.4	197.9	6.097	5.925	0.873
Ottobre	110.9	49.65	18.21	145.6	139.8	4.448	4.325	0.899
Novembre	80.1	33.65	13.35	107.5	103.0	3.361	3.266	0.919
Dicembre	75.5	29.55	7.13	105.8	101.4	3.372	3.277	0.938
Anno	1736.4	630.41	16.34	2279.4	2194.5	67.281	65.353	0.868

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

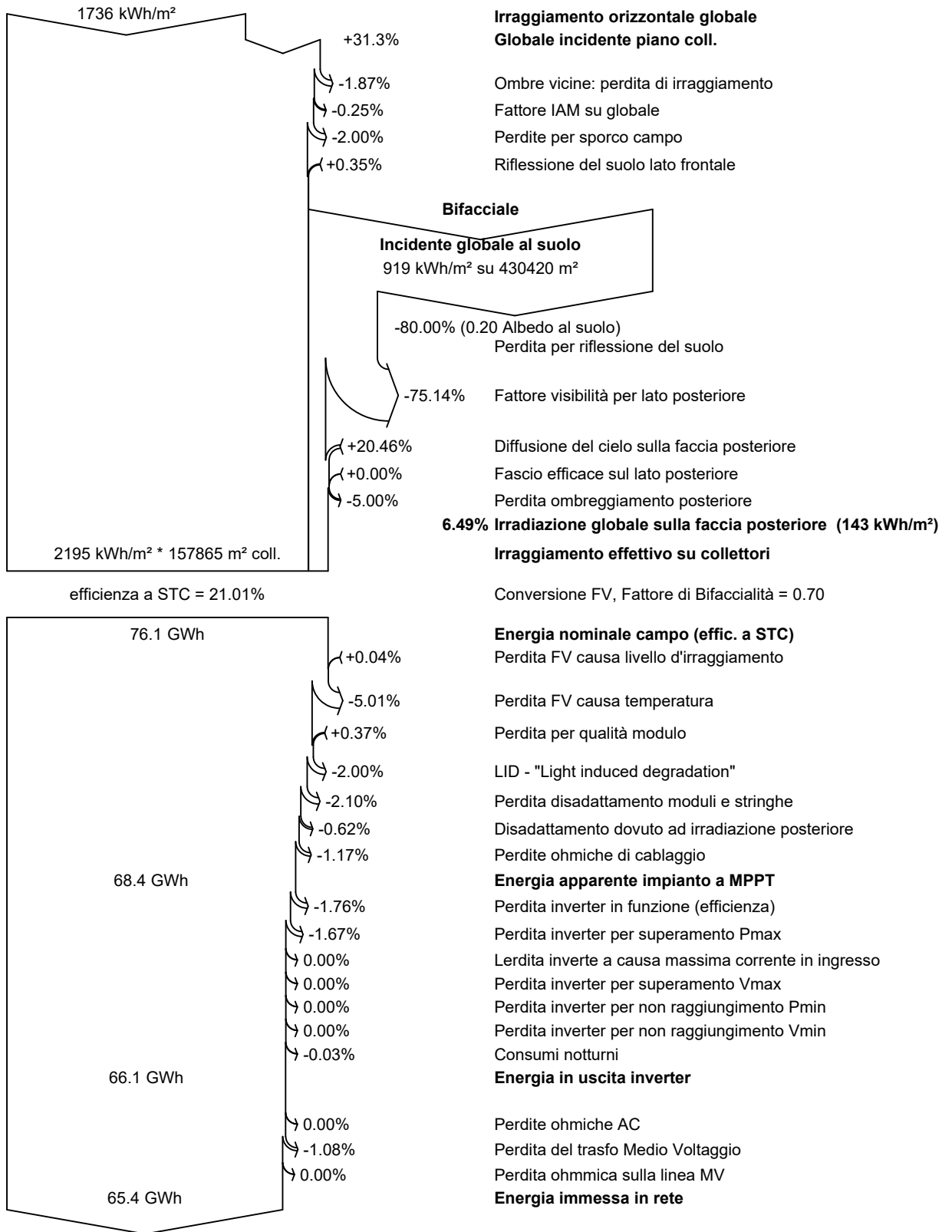
EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento



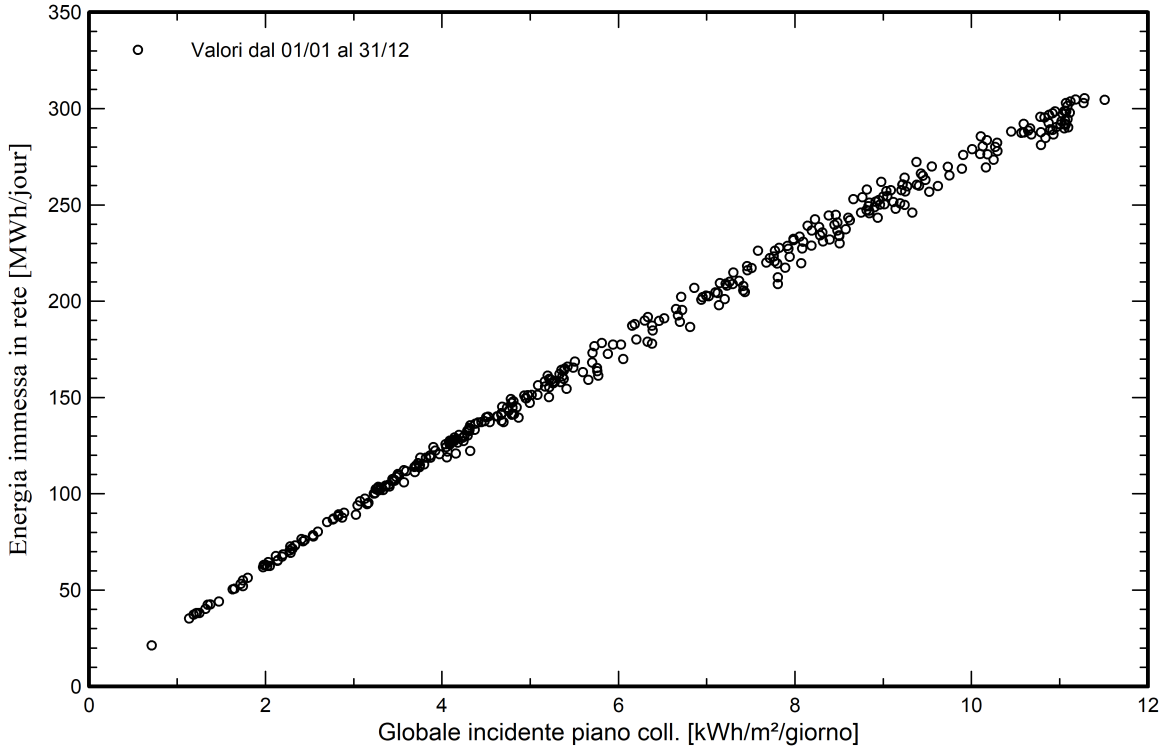
Diagramma perdite



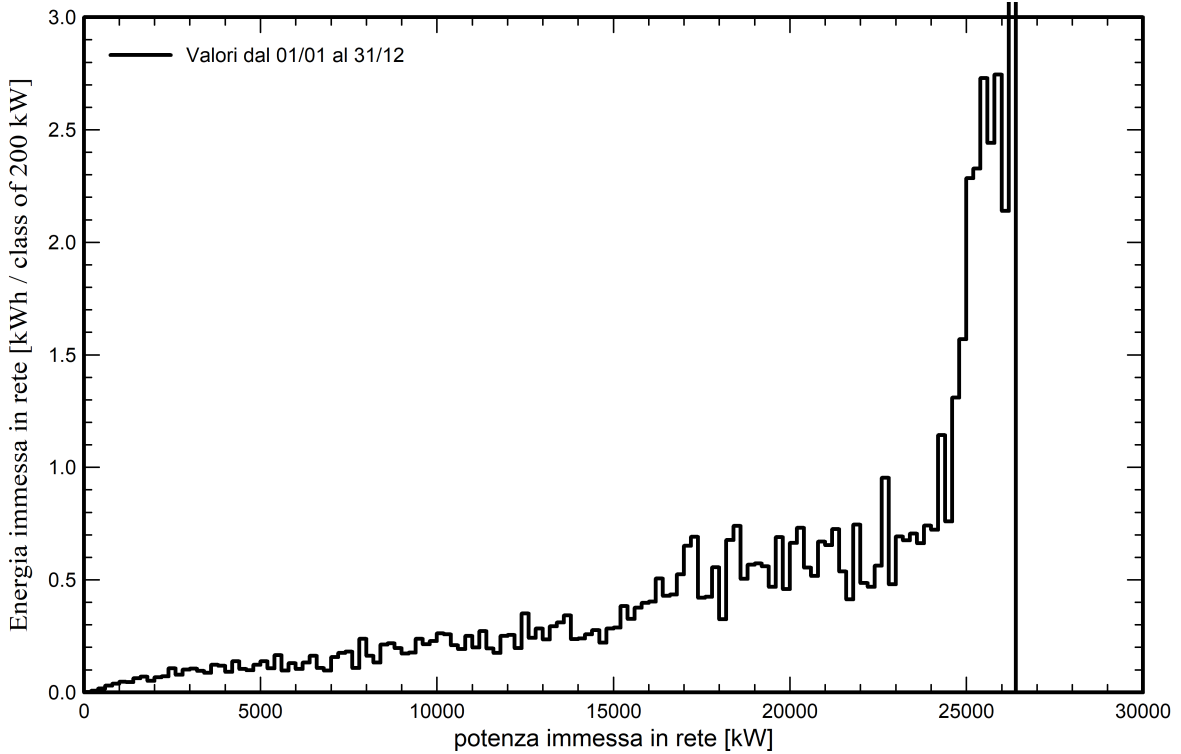


Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: Regalbuto

Variante: Nuova variante di simulazione

sheds a schieramento singolo

Potenza di sistema: 2384 kWc

Regalbuto - Italia

Autore

Montana S.p.a. (Italy)



Progetto: Regalbuto

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.19

VC4, Simulato su
05/10/22 19:15
con v7.2.19

Montana S.p.a. (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico Regalbuto Italia	Ubicazione Latitudine 37.58 °N Longitudine 14.64 °E Altitudine 180 m Fuso orario UTC	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Regalbuto PVGIS api TMY		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Piano fisso Inclinazione/azimut 30 / 0 °	sheds a schieramento singolo Ombre vicine Ombre lineari	Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 3668 unità Pnom totale 2384 kWc	Inverter Numero di unità 1 unità Pnom totale 2660 kWac Rapporto Pnom 0.896	

Sommario dei risultati

Energia prodotta 4026 MWh/anno	Prod. Specif. 1689 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 84.97 %
--------------------------------	---------------------------------	------------------------------

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 speciali	8



Progetto: Regalbuto

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

PVsyst V7.2.19

VC4, Simulato su
05/10/22 19:15
con v7.2.19

Parametri principali

Sistema connesso in rete

sheds a schieramento singolo

Orientamento campo FV

Orientamento

Piano fisso
Inclinazione/azimut 30 / 0 °

Configurazione sheds

N. di shed 50 unità
Campo (array) singolo

Dimensioni

Spaziatura sheds 6.44 m
Larghezza collettori 2.38 m
Fattore occupazione (GCR) 37.0 %
Banda inattiva alto 0.02 m
Banda inattiva basso 0.02 m

Angolo limite ombreggiamento

Angolo limite profilo 15.4 °

Modelli utilizzati

Trasposizione Perez
Diffuso Importato
Circumsolare separare

Orizzonte

Orizzonte libero

Ombre vicine

Ombre lineari

Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

Caratteristiche campo FV

Modulo FV

Costruttore Canadian Solar Inc.
Modello CS7N-650MB-AG 1500V
(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 650 Wp
Numero di moduli FV 3668 unità
Nominale (STC) 2384 kWc
Moduli 131 Stringhe x 28 In serie

In cond. di funz. (50°C)

Pmpp 2190 kWc
U mpp 949 V
I mpp 2307 A

Potenza PV totale

Nominale (STC) 2384 kWp
Totale 3668 moduli
Superficie modulo 11394 m²

Inverter

Costruttore SMA
Modello Sunny Central 2660 UP (Preliminary)
(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 2660 kWac
Numero di inverter 1 unità
Potenza totale 2660 kWac
Voltaggio di funzionamento 880-1325 V
Rapporto Pnom (DC:AC) 0.90

Potenza totale inverter

Potenza totale 2660 kWac
Numero di inverter 1 unità
Rapporto Pnom 0.90

Perdite campo

Perdite per sporco campo

Fraz. perdite 2.0 %

Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento
Uc (cost) 29.0 W/m²K
Uv (vento) 0.0 W/m²K/m/s

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 6.8 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

LID - Light Induced Degradation

Fraz. perdite 2.0 %

Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite -0.4 %

Perdite per mismatch del modulo

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

Perdita disadattamento Stringhe

Fraz. perdite 0.1 %

Fattore di perdita IAM

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

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000



PVsyst V7.2.19

VC4, Simulato su
05/10/22 19:15
con v7.2.19

Montana S.p.a. (Italy)

Perdite cablaggio AC

Linea uscita inv. sino al trasformatore MT

Tensione inverter 600 Vac tri
Fraz. perdite 0.00 % a STC

Inverter: Sunny Central 2660 UP (Preliminary)

Sezione cavi (1 Inv.) Rame 1 x 3 x 3000 mm²
Lunghezza cavi 0 m

Perdite AC nei trasformatori

Trafo MV

Tensione rete 20 kV

Perdite di operazione in STC

Potenza nominale a STC 2337 kVA
Perdita ferro (Connessione 24/24) 2.48 kW
Fraz. perdite 0.11 % a STC
Resistenza equivalente induttori 3 x 1.45 mΩ
Fraz. perdite 0.94 % a STC



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo PV e area d'ombra circostante

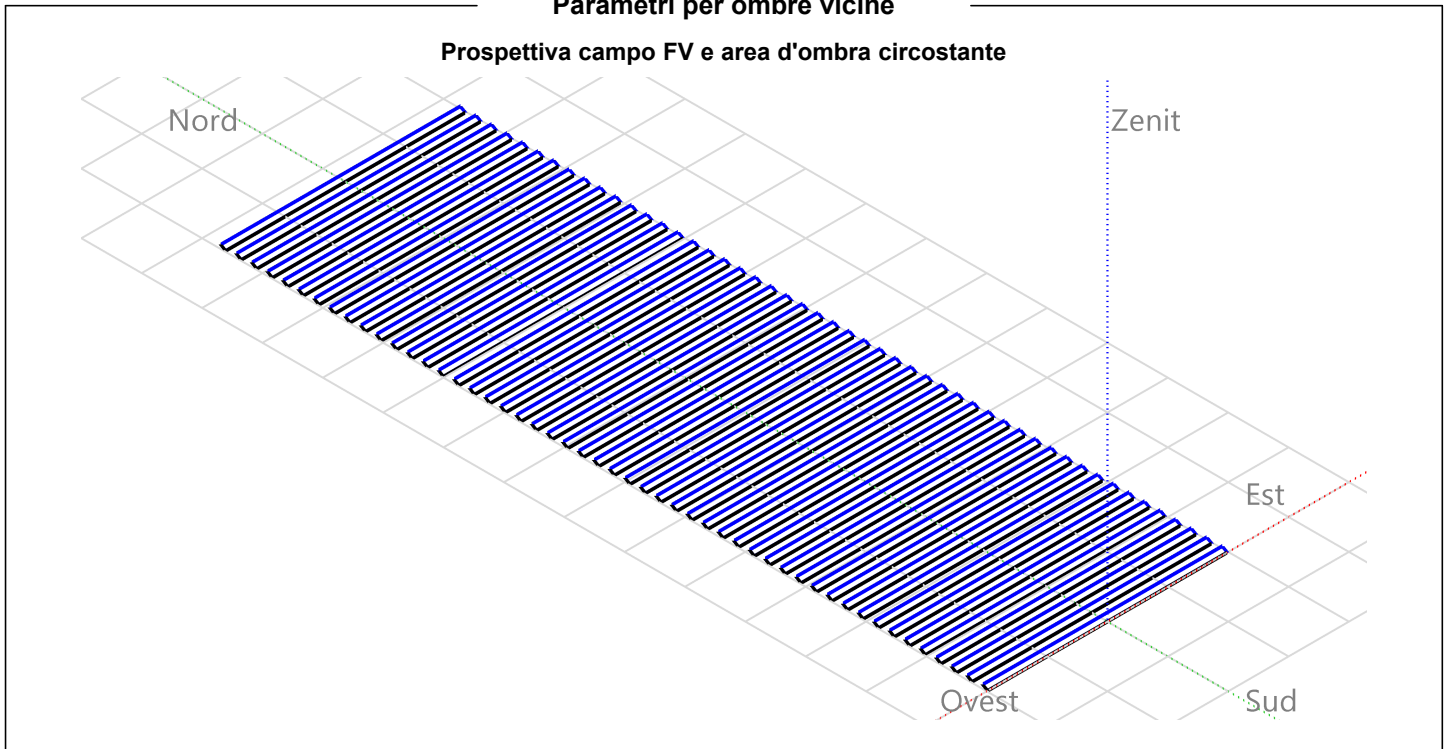
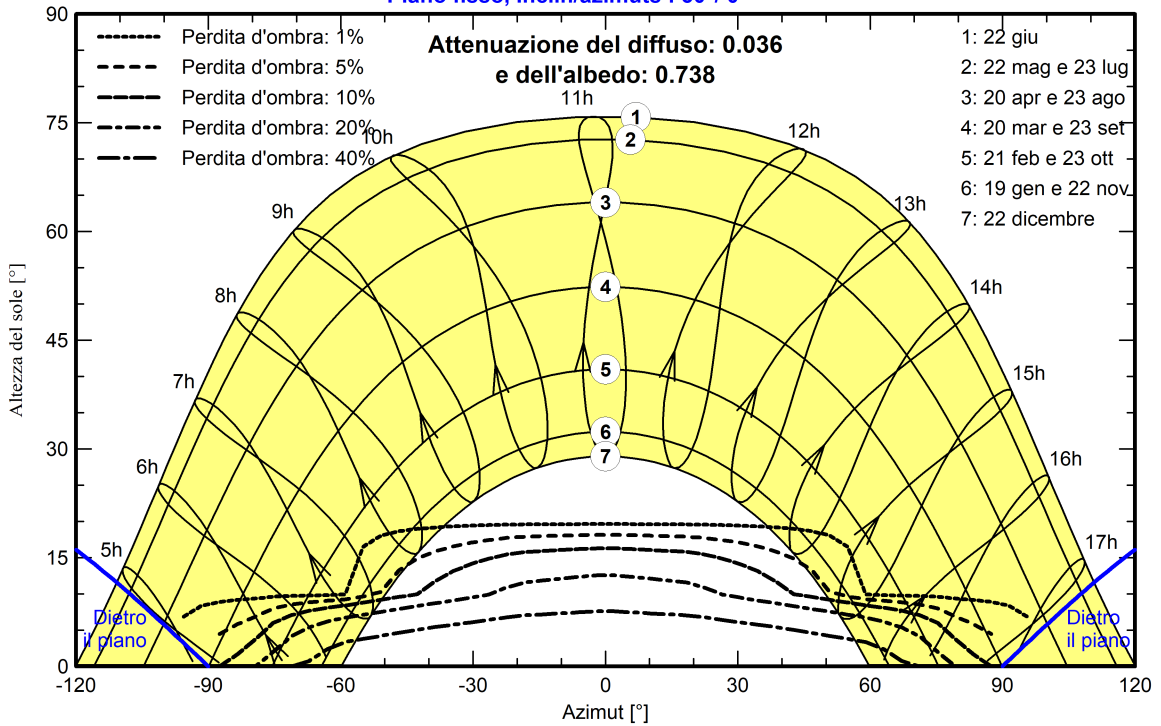


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1

Piano fisso, Incl./azimuts : 30°/ 0°





Progetto: Regalbuto

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.19

VC4, Simulato su
05/10/22 19:15
con v7.2.19

Montana S.p.a. (Italy)

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta 4026 MWh/anno

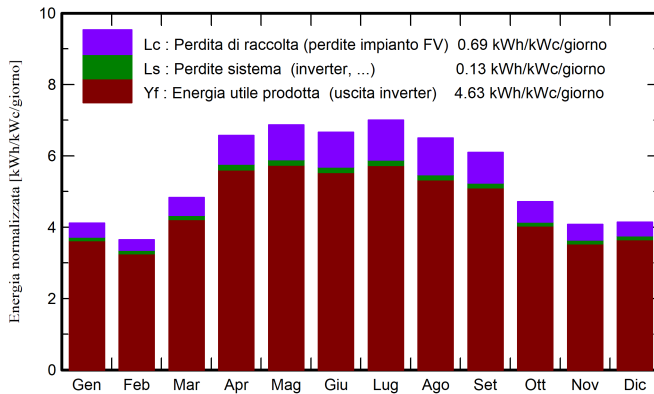
Prod. Specif.

1689 kWh/kWc/anno

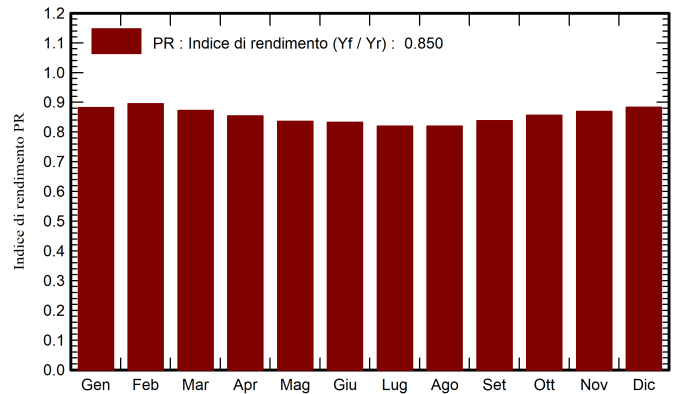
Indice di rendimento PR

84.97 %

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	79.9	31.79	9.62	127.4	121.8	275.7	268.0	0.882
Febbraio	76.8	41.77	7.07	102.2	97.6	224.5	218.0	0.895
Marzo	126.7	60.89	10.67	149.8	143.4	320.7	311.9	0.873
Aprile	182.9	64.18	13.99	197.1	188.9	412.7	401.6	0.855
Maggio	216.5	67.02	19.46	213.0	204.1	436.3	424.7	0.836
Giugno	213.4	70.66	22.08	199.8	190.9	407.1	396.5	0.832
Luglio	226.3	63.78	25.74	217.0	207.7	435.5	424.3	0.820
Agosto	192.5	63.04	26.28	201.5	193.2	404.5	393.9	0.820
Settembre	154.9	54.42	21.77	182.8	175.5	375.1	365.2	0.838
Ottobre	110.9	49.65	18.21	146.1	140.2	306.8	298.5	0.857
Novembre	80.1	33.65	13.35	122.2	116.8	260.9	253.4	0.870
Dicembre	75.5	29.55	7.13	128.4	121.8	278.2	270.3	0.883
Anno	1736.4	630.41	16.34	1987.3	1901.9	4138.0	4026.1	0.850

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

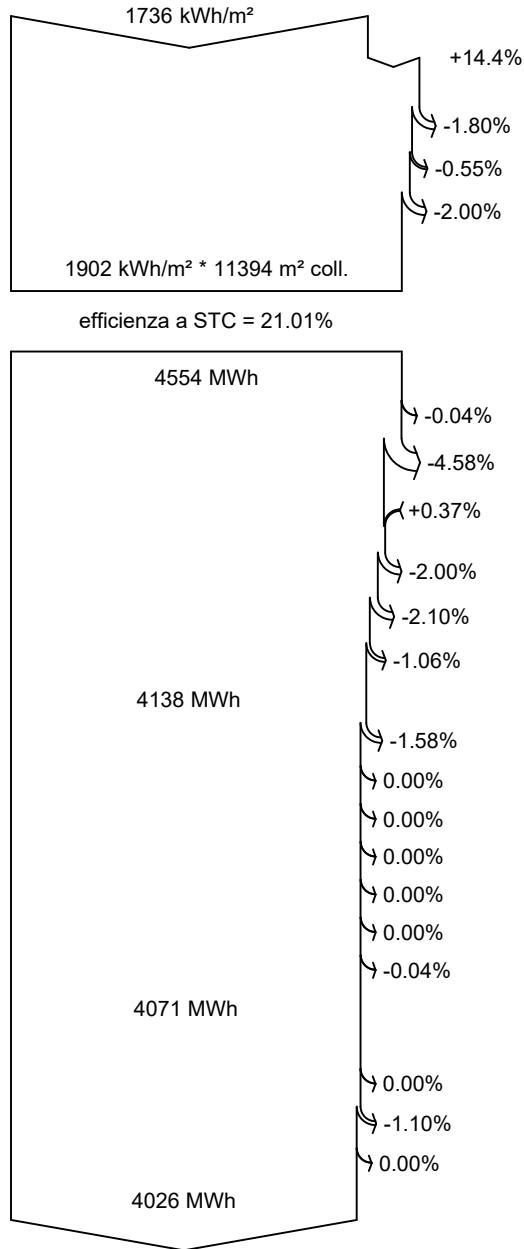
EArray Energia effettiva in uscita campo

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

Perdite ohmiche AC

Perdita del trasfo Medio Voltaggio

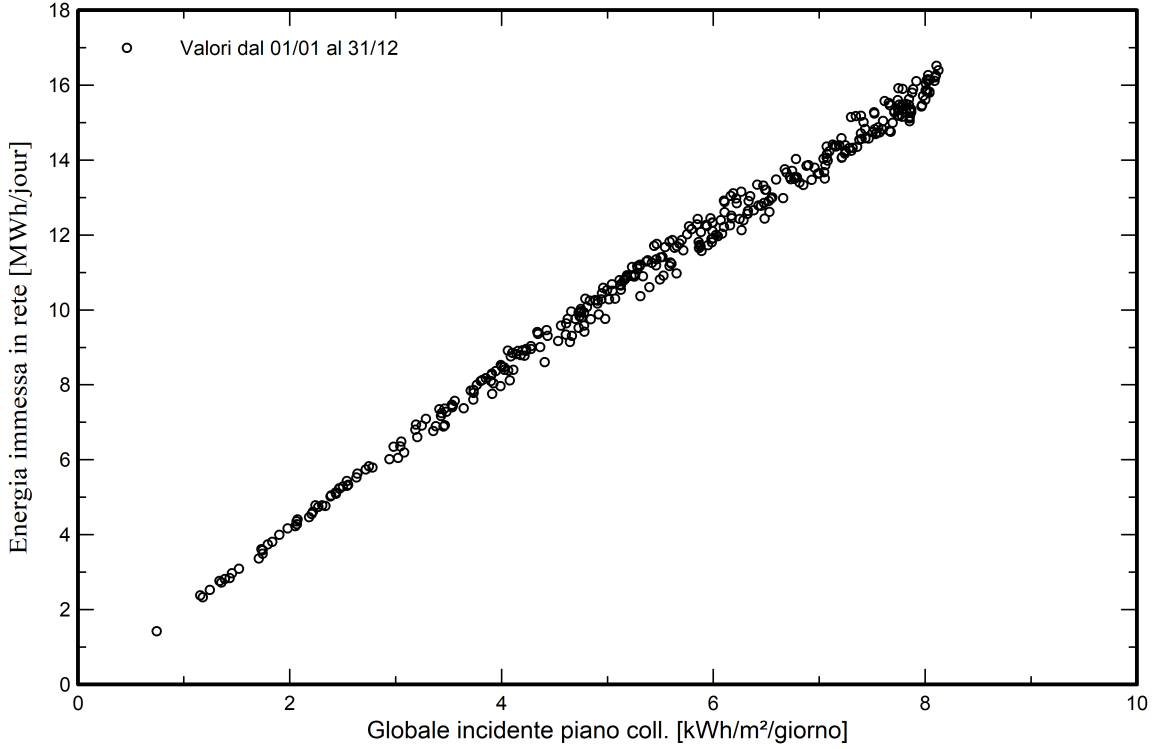
Perdita ohmmica sulla linea MV

Energia immessa in rete



Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

