



SETTEMBRE 2021

TS ENERGY 5 S.r.L.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 81 MW

COMUNE DI ORDONA (FG) E ORTA NOVA (FG)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Calcolo producibilità

Progettista

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

Codice elaborato

2748_4499_ON_PD_R18_Rev0_Calcolo producibilità



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_4499_ON_PD_R19_Rev0_Calcolo producibilità.docx	04/2021	Prima emissione	ML	CP	L. Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico competente in acustica ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Marco Corrà	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. 29719
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Massimo Busnelli	Geologo	
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9583J
Elena Comi	Biologo	Ordine Nazionale dei Biologi n. 60746
Sara Zucca	Architetto	
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico	Ordine degli Ingegneri di Cagliari n. 8788
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
C. F. e P. IVA 10414270156 - Cap. Soc. 600.000,00 €
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

www.montanambiente.com



Impianto Agrivoltaico Collegato alla RTN 81 MW

Calcolo producibilità



Vincenzo Gionti	Ingegnere	
Sergio Alifano	Architetto	
Lorenzo Griso	Geologo	
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue	Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 327
Antonio Bruscella	Archeologo	Elenco dei professionisti abilitati alla redazione del documento di valutazione archeologica n. 4124
Giovanni Saraceno	3E Ingegneria S.r.l.	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Reggio Calabria al n. 1629

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
C. F. e P. IVA 10414270156 - Cap. Soc. 600.000,00 €
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA	5
2. DATI CLIMATICI	6
3. RISULTATI	7



1. PREMESSA

Il proponente è la società TS ENERGY 5 S.r.l., società italiana con sede legale in Italia, a Torre Maggiore in provincia di Foggia. 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 analizzato prevede la realizzazione di un impianto agri-voltaico, il quale è costituito dall'integrazione tra impianto fotovoltaico e impianto olivicolo super intensivo, localizzato tra i comuni di Ortona e Orta Nova, di potenza complessiva pari a **81 MW** su un'area di proprietà complessiva pari a circa 114,92 ettari di cui 93 recintati per l'installazione dell'impianto.

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



2. DATI CLIMATICI

Il database internazionale **MeteoNorm** rende disponibili i dati meteorologici per la località di Ortona 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 dati meteorologici assunti:

Meteo e energia incidente

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	WindVel	GlobInc	DifSinc	Alb_Inc	DifS_GI
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	m/s	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	ratio
Gennaio	59.4	28.45	7.28	4.1	75.4	20.53	0.475	0.000
Febbraio	73.9	32.80	7.49	4.1	93.3	22.89	0.587	0.000
Marzo	122.3	52.02	10.83	3.9	154.4	33.47	0.953	0.000
Aprile	156.3	67.51	13.69	3.7	194.7	40.13	1.196	0.000
Maggio	197.5	79.96	19.82	3.8	246.3	45.72	1.471	0.000
Giugno	204.0	84.23	24.02	3.9	253.6	45.20	1.574	0.000
Luglio	215.9	78.63	27.46	4.3	273.5	40.79	1.649	0.000
Agosto	189.4	68.89	26.89	4.0	239.3	38.42	1.383	0.000
Settembre	139.8	54.06	21.00	3.9	178.4	33.66	1.101	0.000
Ottobre	107.9	42.24	17.50	3.4	138.9	27.23	0.851	0.000
Novembre	62.9	30.36	12.10	3.4	79.1	21.91	0.488	0.000
Dicembre	51.0	21.72	8.70	3.9	65.7	15.70	0.379	0.000
Anno	1580.3	640.87	16.46	3.9	1992.5	385.65	12.108	0.000

Figura 2.1: Meteo e Energia incidente

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	59.1	22.53	7.40	74.8	71.4	5555	5481	0.905
Febbraio	73.1	36.27	7.71	88.1	84.0	6489	6407	0.898
Marzo	121.4	53.03	11.02	148.2	142.2	10890	10564	0.880
Aprile	156.3	61.64	13.86	192.2	184.6	13557	13406	0.861
Maggio	197.6	76.85	19.72	243.1	234.0	16683	16502	0.838
Giugno	203.4	82.44	23.63	247.2	238.0	16687	16508	0.824
Luglio	217.0	74.89	26.79	269.4	259.9	17929	17739	0.813
Agosto	189.5	69.70	26.28	235.2	226.6	15775	15598	0.819
Settembre	139.5	56.19	20.84	173.1	166.3	11974	11842	0.845
Ottobre	107.6	38.92	17.52	134.3	129.0	9509	9398	0.864
Novembre	63.3	26.81	12.28	78.1	74.5	5687	5610	0.886
Dicembre	51.2	23.04	8.81	63.4	60.2	4679	4614	0.899
Anno	1578.9	622.30	16.38	1947.0	1870.6	135213	133669	0.848

Figura 2.2: Bilanci



3. RISULTATI

Le simulazioni sono state effettuate prendendo in esame le varie sezioni d'impianto. I dati relativi le singole sezioni sono deducibili dagli allegati alla presente relazione.

Di seguito si riportano i dati relativi l'impianto complessivo.

L'energia immessa in rete risulta essere di **133.669 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1.650 MWh/MWp)/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 **84,76%**.

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: TS 5 Energy Srl - Ciaffa 1

Variante: Nuova variante di simulazione-con ombre 8.30m

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Potenza di sistema: 81.00 MWc

Ordon_Ciaffa 1 - Italia

Autore

Montana S.p.a. (Italy)



Progetto: TS 5 Energy Srl - Ciaffa 1

Variante: Nuova variante di simulazione-con ombre 8.30m

PVsyst V7.1.8

VC4, Simulato su
02/04/21 09:19
con v7.1.8

Montana S.p.a. (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico

Ordonata_Ciaffa 1

Italia

Ubicazione

Latitudine 41.27 °N
Longitudine 15.64 °E
Altitudine 165 m
Fuso orario UTC+1

Parametri progetto

Albedo 0.20

Dati meteo

Ordonata_Ciaffa 1

Meteonorm 7.3 (1986-2005), Sat=71% - Sintetico

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete

Orientamento campo FV

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S

Asse dell'azimut 0 °

Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento

Ombre vicine

Ombre lineari

Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

Informazione sistema

Campo FV

Numero di moduli 135002 unità
Pnom totale 81.00 MWc

Inverter

Numero di unità 21 unità
Pnom totale 67.19 MWac
Rapporto Pnom 1.206

Sommario dei risultati

Energia prodotta 133669 MWh/anno Prod. Specif. 1650 kWh/kWc/anno Indice rendimento PR 84.76 %

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici speciali	9



Progetto: TS 5 Energy Srl - Ciaffa 1

Variante: Nuova variante di simulazione-con ombre 8.30m

PVsyst V7.1.8

VC4, Simulato su
02/04/21 09:19
con v7.1.8

Montana S.p.a. (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento	
Orientamento campo FV	Strategia Backtracking	Modelli utilizzati
Orientamento	N. di eliostati	Trasposizione
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S	107 unità	Perez
Asse dell'azimut	Campo (array) singolo	Diffuso
0 °	Dimensioni	Perez, Meteororm
	Distanza eliostati	Circumsolare
	8.30 m	separare
	Larghezza collettori	
	4.74 m	
	Fattore occupazione (GCR)	
	57.1 %	
	Banda inattiva sinistra	
	0.02 m	
	Banda inattiva destra	
	0.02 m	
	Phi min / max	
	-/+ 60.0 °	
	Angolo limite indetreggiamento	
	Limiti phi	
	+/- 54.7 °	
Orizzonte	Ombre vicine	Bisogni dell'utente
Orizzonte libero	Ombre lineari	Carico illimitato (rete)

Caratteristiche campo FV

Modulo FV	Inverter
Costruttore	Costruttore
Trina Solar	Sungrow
Modello	Modello
TSM-600DE20	SG3125-HV-20
(definizione customizzata dei parametri)	(PVsyst database originale)
Potenza nom. unit.	Potenza nom. unit.
600 Wp	3125 kWac
Numero di moduli FV	Numero di inverter
99564 unità	16 unità
Nominale (STC)	Potenza totale
59.74 MWc	50000 kWac
Campo #1 - Sottocampo A	
Numero di moduli FV	Numero di inverter
33900 unità	5 unità
Nominale (STC)	Potenza totale
20.34 MWc	15625 kWac
Moduli	
2130 Stringhe x 30 In serie	
In cond. di funz. (50°C)	Voltaggio di funzionamento
Pmpp	875-1300 V
18.62 MWc	Potenza max. (=>25°C)
933 V	3593 kWac
19957 A	Rapporto Pnom (DC:AC)
	1.30
Campo #3 - Sottocampo D+G	
Numero di moduli FV	Numero di inverter
27840 unità	5 unità
Nominale (STC)	Potenza totale
16.70 MWc	15625 kWac
Moduli	
870 Stringhe x 32 In serie	
In cond. di funz. (50°C)	Voltaggio di funzionamento
Pmpp	875-1300 V
15.29 MWc	Potenza max. (=>25°C)
995 V	3593 kWac
15365 A	Rapporto Pnom (DC:AC)
	1.07
Campo #5 - Sottocampo F	
Numero di moduli FV	Numero di inverter
37824 unità	6 unità
Nominale (STC)	Potenza totale
22.69 MWc	18750 kWac
Moduli	
1182 Stringhe x 32 In serie	
In cond. di funz. (50°C)	Voltaggio di funzionamento
Pmpp	875-1300 V
20.77 MWc	Potenza max. (=>25°C)
995 V	3593 kWac
20876 A	Rapporto Pnom (DC:AC)
	1.21



PVsyst V7.1.8

VC4, Simulato su
02/04/21 09:19
con v7.1.8

Montana S.p.a. (Italy)

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	Trina Solar	Costruttore	Sungrow
Modello	TSM-600DE20	Modello	SG3400-HV-20
(definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	600 Wp	Potenza nom. unit.	3437 kWac
Numero di moduli FV	35438 unità	Numero di inverter	5 unità
Nominale (STC)	21.26 MWc	Potenza totale	17185 kWac
Campo #2 - Sottocampo B+C			
Numero di moduli FV	13620 unità	Numero di inverter	2 unità
Nominale (STC)	8172 kWc	Potenza totale	6874 kWac
Moduli	454 Stringhe x 30 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	875-1300 V
Pmpp	7480 kWc	Potenza max. (=>25°C)	3593 kWac
U mpp	933 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.19
I mpp	8018 A		
Campo #4 - Sottocampo E			
Numero di moduli FV	14074 unità	Numero di inverter	2 unità
Nominale (STC)	8444 kWc	Potenza totale	6874 kWac
Moduli	454 Stringhe x 31 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	875-1300 V
Pmpp	7729 kWc	Potenza max. (=>25°C)	3593 kWac
U mpp	964 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.23
I mpp	8018 A		
Campo #6 - Sottocampo H-I-L-M			
Numero di moduli FV	7744 unità	Numero di inverter	1 Unità
Nominale (STC)	4646 kWc	Potenza totale	3437 kWac
Moduli	242 Stringhe x 32 In serie		
In cond. di funz. (50°C)		Voltaggio di funzionamento	875-1300 V
Pmpp	4253 kWc	Potenza max. (=>25°C)	3593 kWac
U mpp	995 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.35
I mpp	4274 A		
Potenza PV totale		Potenza totale inverter	
Nominale (STC)	81001 kWp	Potenza totale	67185 kWac
Totale	135002 moduli	N. di inverter	21 unità
Superficie modulo	382071 m ²	Rapporto Pnom	1.21
Superficie cella	357215 m ²		



Perdite campo

Perdite per sporco campo

Fraz. perdite 2.0 %

Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento
Uc (cost) 20.0 W/m²K
Uv (vento) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Light Induced Degradation

Fraz. perdite 1.0 %

Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite 0.0 %

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

0°	40°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.998	0.992	0.983	0.961	0.933	0.853	0.000

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale di cablaggio 0.21 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Campo #1 - Sottocampo A

Res. globale campo 0.77 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Campo #2 - Sottocampo B+C

Res. globale campo 1.9 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Campo #3 - Sottocampo D+G

Res. globale campo 1.1 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Campo #4 - Sottocampo E

Res. globale campo 2.0 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Campo #5 - Sottocampo F

Res. globale campo 0.78 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Campo #6 - Sottocampo H-I-L-M

Res. globale campo 3.8 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo PV e area d'ombra circostante

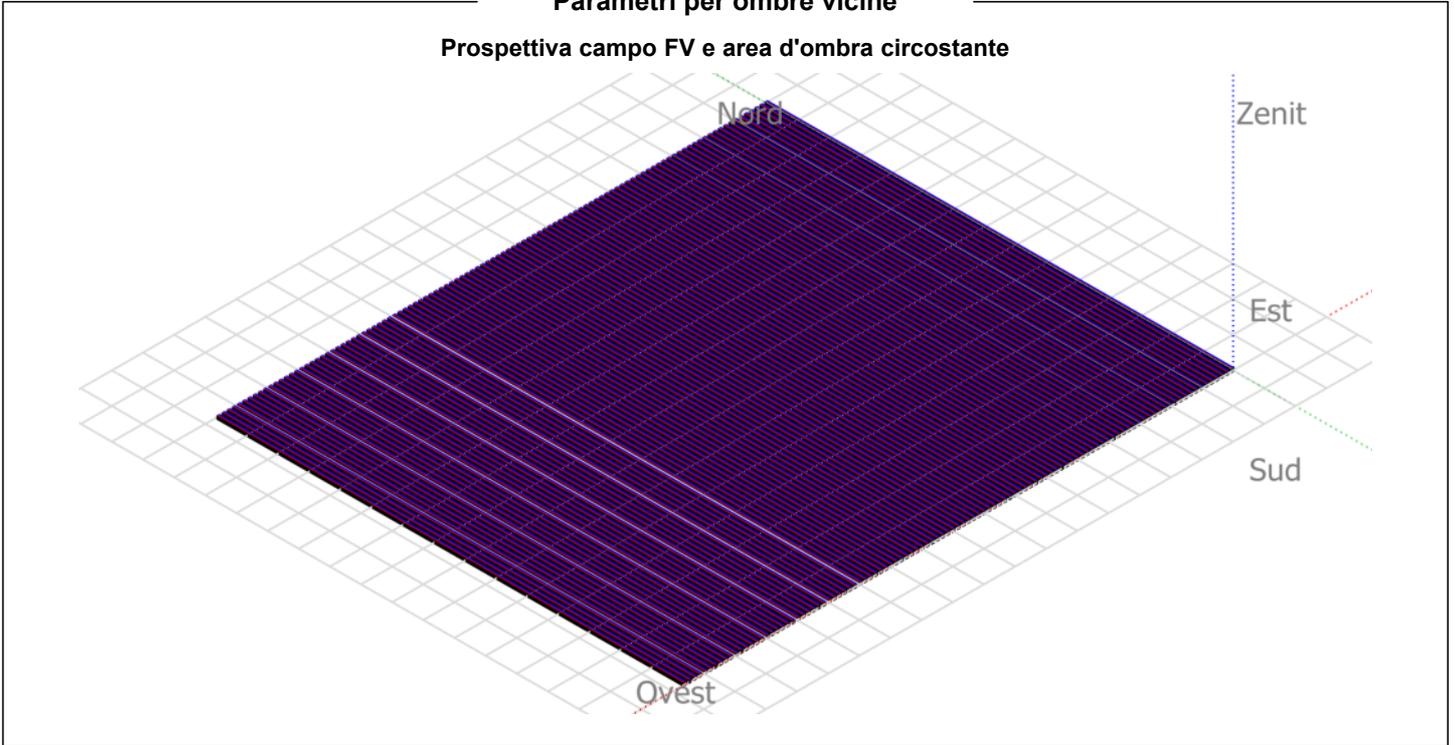
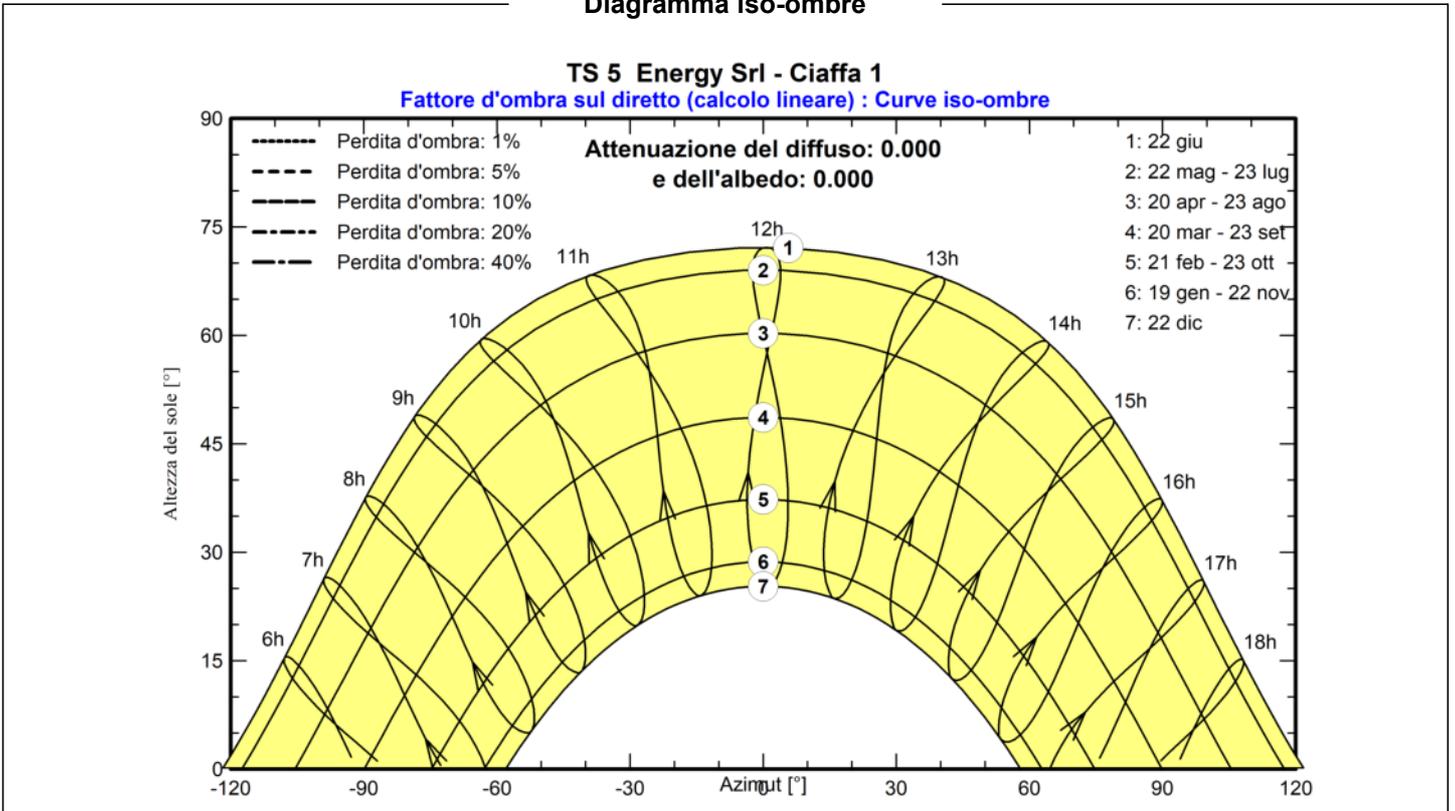


Diagramma iso-ombre



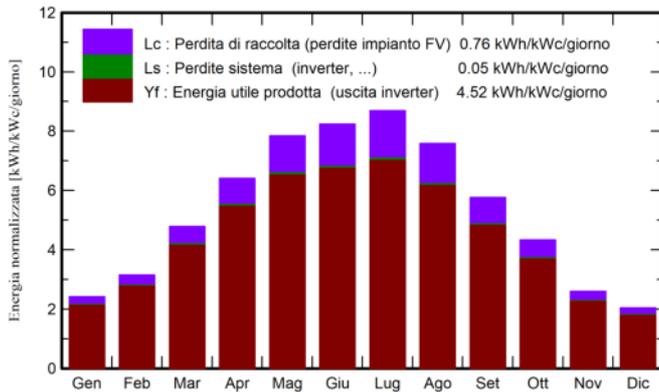


Risultati principali

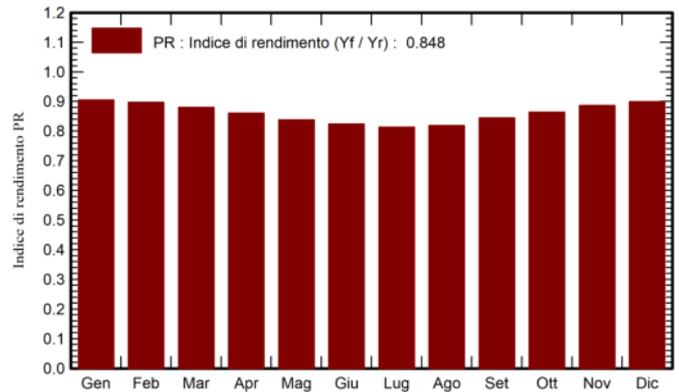
Produzione sistema

Energia prodotta 133669 MWh/anno Prod. Specif. 1650 kWh/kWc/anno
Indice di rendimento PR 84.76 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

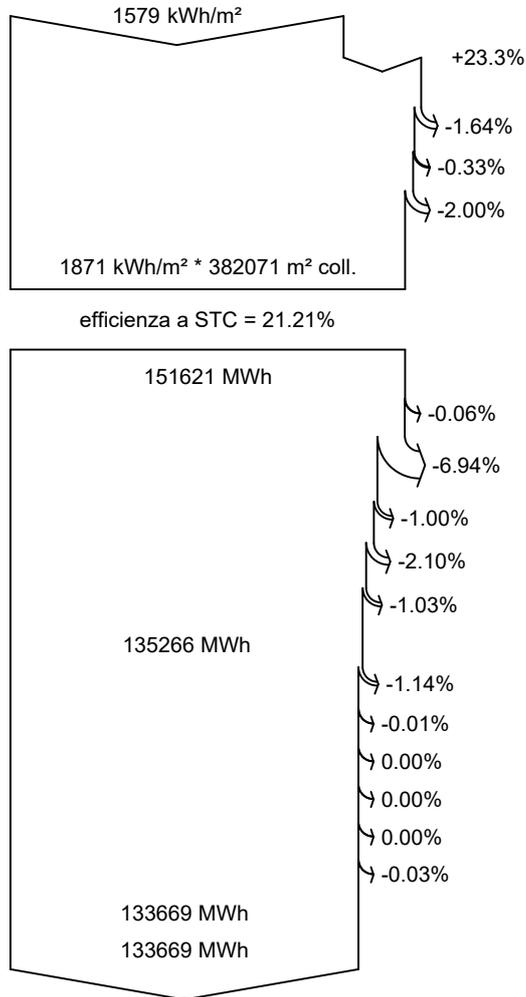
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	59.1	22.53	7.40	74.8	71.4	5555	5481	0.905
Febbraio	73.1	36.27	7.71	88.1	84.0	6489	6407	0.898
Marzo	121.4	53.03	11.02	148.2	142.2	10690	10564	0.880
Aprile	156.3	61.64	13.86	192.2	184.6	13557	13406	0.861
Maggio	197.6	76.85	19.72	243.1	234.0	16683	16502	0.838
Giugno	203.4	82.44	23.63	247.2	238.0	16687	16508	0.824
Luglio	217.0	74.89	26.79	269.4	259.9	17929	17739	0.813
Agosto	189.5	69.70	26.28	235.2	226.6	15775	15598	0.819
Settembre	139.5	56.19	20.84	173.1	166.3	11974	11842	0.845
Ottobre	107.6	38.92	17.52	134.3	129.0	9509	9398	0.864
Novembre	63.3	26.81	12.28	78.1	74.5	5687	5610	0.886
Dicembre	51.2	23.04	8.81	63.4	60.2	4679	4614	0.899
Anno	1578.9	622.30	16.38	1947.0	1870.6	135213	133669	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

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

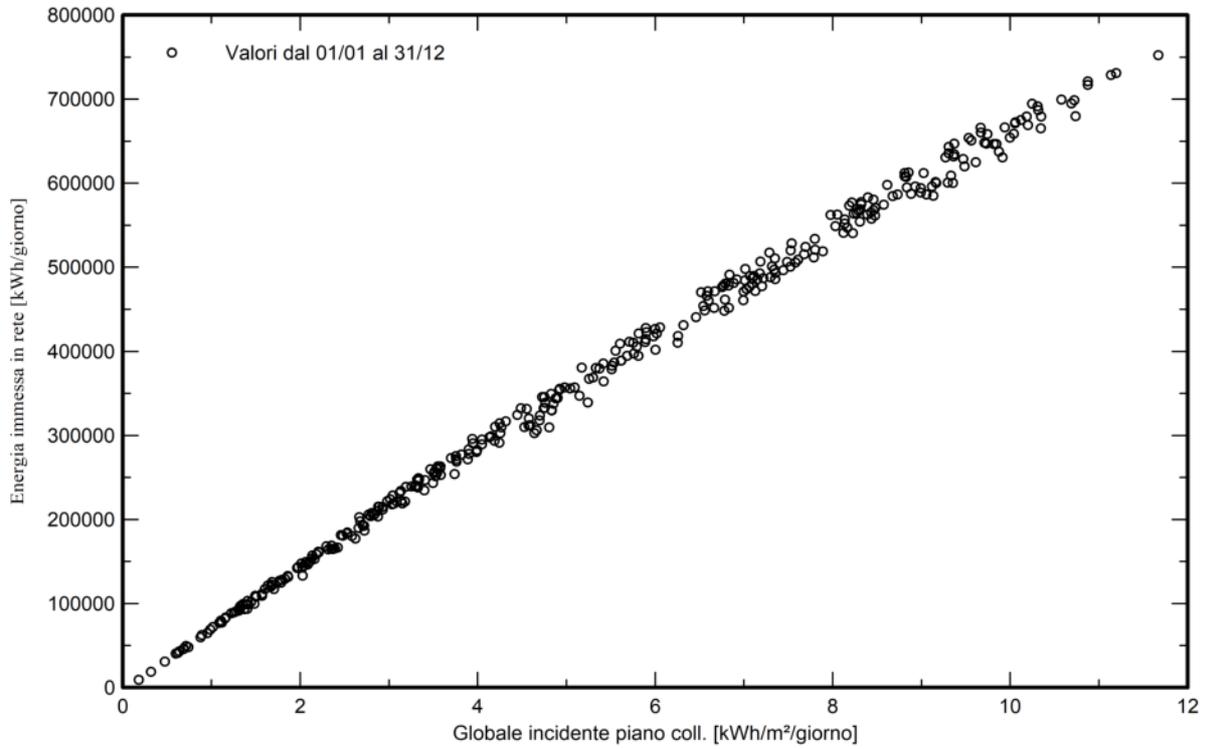
Energia in uscita inverter

Energia immessa in rete



Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

