



REGIONE PUGLIA
 PROVINCIA DI FOGGIA
 COMUNE DI FOGGIA



PROGETTO DELL'IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CON INTEGRAZIONE AGRICOLA E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI FOGGIA (FG) IN CONTRADA TORRE DI LAMA AL FG. N. 7 PP. N. 101, 239, 447, 449, 451 E FG. N. 9 PP. N. 79, 195, 196, 222, 224, 225, 226, 227, 690, 691, DI POTENZA PARI A 19.359,00 kWp DENOMINATO "TORRE DI LAMA"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO TORRE DI LAMA 1



livello prog.	Codice Istanza	N.Elaborato	DATA	SCALA
PD	— 4WZGYD6	B5.1	30.03.2021	

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE

TRINA SOLAR TETI S.r.l.
 Piazza Borromeo 14, 20123 Milano



ENTE

PROGETTAZIONE



Ing. D. Siracusa
 Ing. C. Chiaruzzi
 Ing. A. Costantino
 Arch. A. Calandrino
 Arch. M. Gullo
 Arch. S. Martorana
 Arch. F.G. Mazzola
 Arch. P. Provenzano
 Ing. G. Buffa
 Ing. G. Schillaci



FIRMA RESPONSABILE TECNICO

**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte
solare fotovoltaica denominato “TORRE DI LAMA 1”**

Relazione di producibilità dell’impianto

Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione tecnica, ha una potenza di picco pari a 7371 kWp, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli scelti, in fase di progettazione definitiva, per realizzare il generatore.

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari di tracker per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

I moduli scelti sono in silicio monocristallino, hanno una potenza nominale di 500 Wp e sono costituiti da 150 celle fotovoltaiche, modello Trina solar Vertex Bifacciali [TSM-DEG18MC.20(II)]. Per massimizzare la producibilità energetica è previsto l'utilizzo di tracker monoassiali del tipo 2-V da 108 e 54 moduli con pitch pari a 8,5 m.

Complessivamente sono state posizionate 546 stringhe elettriche da 27 moduli per un totale di 14742 moduli.

L'impianto sarà suddiviso in 2 sottocampi fotovoltaici, ogni sottocampo confluirà agli inverter contenuti nel locale di conversione, per confluire verso i locali di trasformazione BT/MT.

La configurazione scelta prevede una cabina di trasformazione contenente 2 trasformatori da 2000 kVA, ognuno dei quali alimenterà 18 inverter HUAWEI SUN2000-105KTL-H1 da 105 kW ed una seconda cabina di trasformazione contenente 2 trasformatori da 1600 kVA, ognuno dei quali alimenterà 14 inverter HUAWEI SUN2000-105KTL-H1 da 105 kW.

Per maggiori dettagli si rimanda allo schema elettrico unifilare.

Definito il layout di impianto il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando opportunamente le caratteristiche dei moduli fotovoltaici con quelle degli inverter scelti, rispettando le seguenti 4 condizioni:

1. la massima tensione del generatore fotovoltaico deve essere inferiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter;
2. la massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
3. la minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter;

4. la massima corrente del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima corrente in ingresso all'inverter.

Dati di riferimento dell'impianto

Nella presente relazione si stima la producibilità media annua dell'impianto in progetto calcolata in kWh/kWp.

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza nominale pari a 7371 MWp, secondo il layout per cui si rimanda nel dettaglio alla relazione tecnica ed alle tavole di Layout d'impianto.

Per il calcolo della producibilità media annua ci si è avvalsi del software PVSyst, mediante il quale è stato possibile effettuare una simulazione nella quale la stima della producibilità è relativa all'intero impianto in progetto ed avente le stesse caratteristiche funzionali di quello in progetto.

Il software in questione possiede un database interno, mediante il quale è possibile calcolare la producibilità dell'intero impianto in funzione dei moduli scelti, degli inverter e della loro disposizione. Lo stesso software si avvale della possibilità di consultare i dati Meteo per una simulazione dei dati di irraggiamento (database Meteonorm 7.3).

Dunque disposti spazialmente di moduli, costituendo un layout verosimile, ed i vari sistemi con cui operano i sistemi tracker (se presenti), si è giunti ai seguenti risultati per l'intera potenza installata nell'impianto pari a 7371 kWp:

- La producibilità specifica risultante dalla simulazione dell'impianto in esame è pari a 1802 kWh/kWp annui.

Con una Producibilità annua stimata pari a circa: 13284 [MWh] all'anno.

Di seguito si allega il report della simulazione dell'impianto su PVSyst.



Versione 7.1.5

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: torre di lama 1

Variante: Nuova variante di simulazione

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 7371 kWc

Torre di lama 1 - Italy

Autore

Horizonfirm Srl (Italy)



PVsyst V7.1.5
VC0, Simulato su
12/02/21 14:17
con v7.1.5

Progetto: torre di lama 1
Variante: Nuova variante di simulazione

Horizonfirm Srl (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico Torre di lama 1 Italia	Ubicazione Latitudine 41.57 °N Longitudine 15.62 °E Altitudine 50 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Torre di lama 1 Meteonorm 7.3 (1986-2005) - Sintetico		

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 Secondo le stringhe Effetto elettrico 100 %	Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 14742 unità Pnom totale 7371 kWc	Inverter Numero di unità 64 unità Pnom totale 6720 kWac Rapporto Pnom 1.097	

Sommario dei risultati

Energia prodotta 13284 MWh/anno	Prod. Specif. 1802 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 90.12 %
---------------------------------	---------------------------------	------------------------------

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



PVsyst V7.1.5
 VCO, Simulato su
 12/02/21 14:17
 con v7.1.5

Progetto: torre di lama 1

Variante: Nuova variante di simulazione

Horizonfirm Srl (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete

Orientamento campo FV

Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S
 Asse dell'azimut 0 °

Orizzonte

Orizzonte libero

Sistema a moduli bifacciali

Modello Calcolo 2D
 eliostrati illimitati

Geometria del modello bifacciale

Distanza eliostrati 8.50 m
 ampiezza eliostrati 4.43 m
 Angolo limite indetreggiamento 58.4 °
 GCR 52.2 %
 Altezza dell'asse dal suolo 2.10 m

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Strategia Backtracking

N. di eliostrati 273 unità

Dimensioni

Distanza eliostrati 8.50 m
 Larghezza collettori 4.39 m
 Fattore occupazione (GCR) 51.7 %
 Phi min / max -/+ 55.0 °

Angolo limite indetreggiamento

Limiti phi +/- 58.8 °

Ombre vicine

Secondo le stringhe
 Effetto elettrico 100 %

Modelli utilizzati

Trasposizione Perez
 Diffuso Perez, Meteonom
 Circumsolare separare

Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

Valori mensili di Albedo al suolo

Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Anno
0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

Caratteristiche campo FV

Modulo FV

Costruttore Trina Solar
 Modello TSM-DEG18MC-20-(II)-500-Bifacial
 (PVsyst database originale)

Potenza nom. unit. 500 Wp
 Numero di moduli FV 14742 unità
 Nominale (STC) 7371 kWc

Campo #1 - Campo FV

Numero di moduli FV 8370 unità
 Nominale (STC) 4185 kWc
 Moduli 310 Stringhe x 27 In serie

In cond. di funz. (25°C)

Pmpp 4255 kWc
 U mpp 1128 V
 I mpp 3770 A

Inverter

Costruttore Huawei Technologies
 Modello SUN2000_105KTL_H1
 (definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 105 kWac
 Numero di inverter 64 unità
 Potenza totale 6720 kWac

Numero di inverter 36 unità
 Potenza totale 3780 kWac

Voltaggio di funzionamento 600-1500 V
 Potenza max. (=>25°C) 116 kWac
 Rapporto Pnom (DC:AC) 1.11



PVsyst V7.1.5
VC0, Simulato su
12/02/21 14:17
con v7.1.5

Progetto: torre di lama 1
Variante: Nuova variante di simulazione

Horizonfirm Srl (Italy)

Caratteristiche campo FV

Campo #2 - Sottocampo #2			
Numero di moduli FV	6372 unità	Numero di inverter	28 unità
Nominale (STC)	3186 kWc	Potenza totale	2940 kWac
Moduli	236 Stringhe x 27 In serie		
In cond. di funz. (25°C)		Voltaggio di funzionamento	600-1500 V
Pmpp	3239 kWc	Potenza max. (=>25°C)	116 kWac
U mpp	1128 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.08
I mpp	2870 A		
Potenza PV totale		Potenza totale inverter	
Nominale (STC)	7371 kWp	Potenza totale	6720 kWac
Totale	14742 moduli	N. di inverter	64 unità
Superficie modulo	35529 m ²	Rapporto Pnom	1.10



PVsyst V7.1.5
VC0, Simulato su
12/02/21 14:17
con v7.1.5

Progetto: torre di lama 1
Variante: Nuova variante di simulazione

Horizonfirm Srl (Italy)

Perdite campo

Fatt. di perdita termica

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

Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite -0.8 %

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): Vetro Fresnel antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale di cablaggio 2.5 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Campo #1 - Campo FV

Res. globale campo 4.5 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

Campo #2 - Sottocampo #2

Res. globale campo 5.9 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

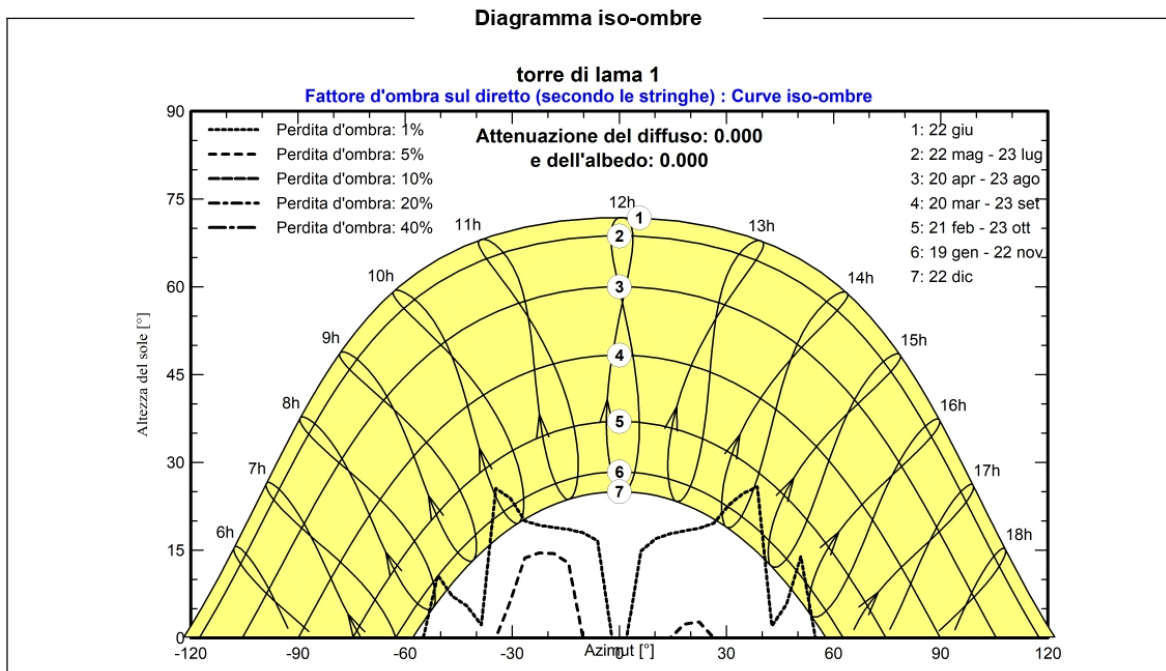
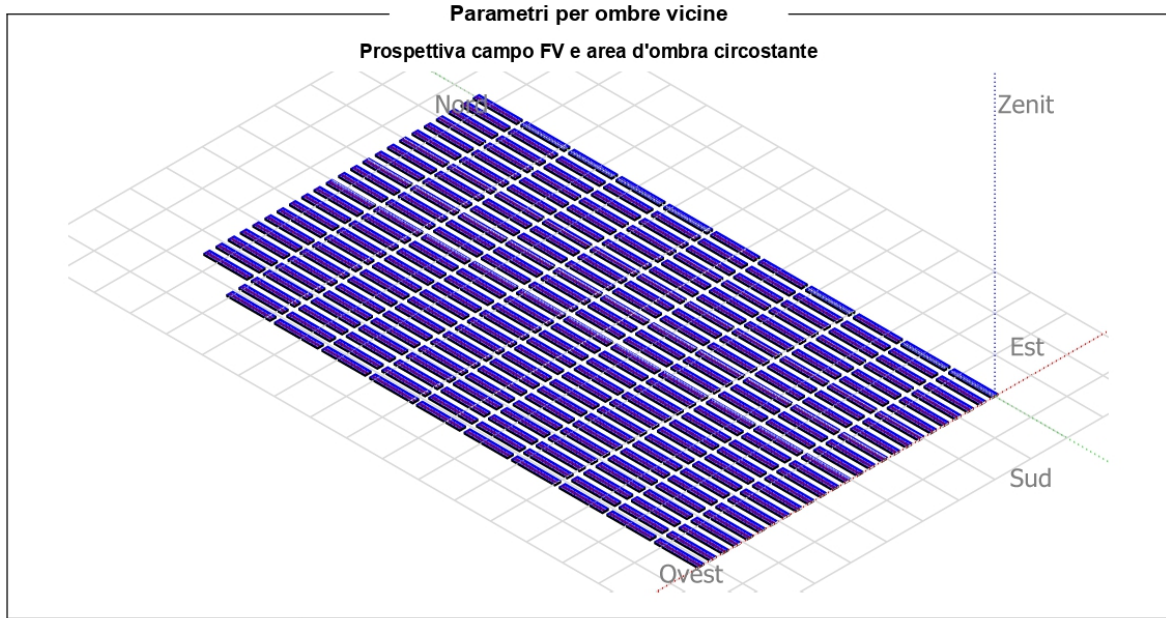


PVsyst V7.1.5
VC0, Simulato su
12/02/21 14:17
con v7.1.5

Progetto: torre di lama 1

Variante: Nuova variante di simulazione

Horizonfirm Srl (Italy)





PVsyst V7.1.5
 VCO, Simulato su
 12/02/21 14:17
 con v7.1.5

Progetto: torre di lama 1

Variante: Nuova variante di simulazione

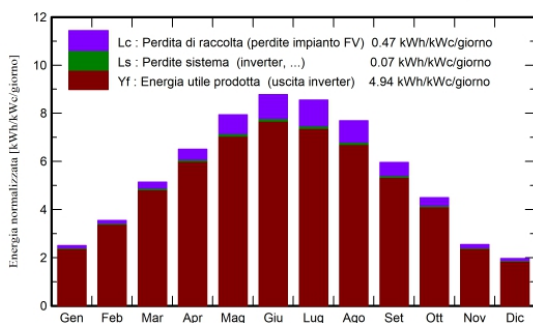
Horizonfirm Srl (Italy)

Risultati principali

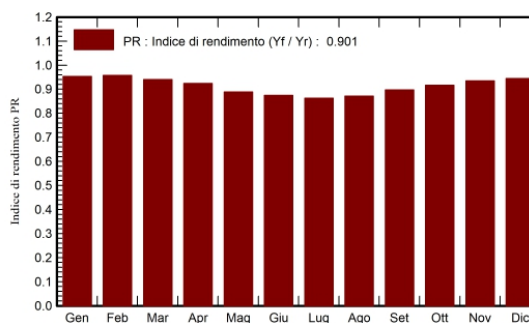
Produzione sistema

Energia prodotta 13284 MWh/anno Prod. Specif. 1802 kWh/kWc/anno
 Indice di rendimento PR 90.12 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

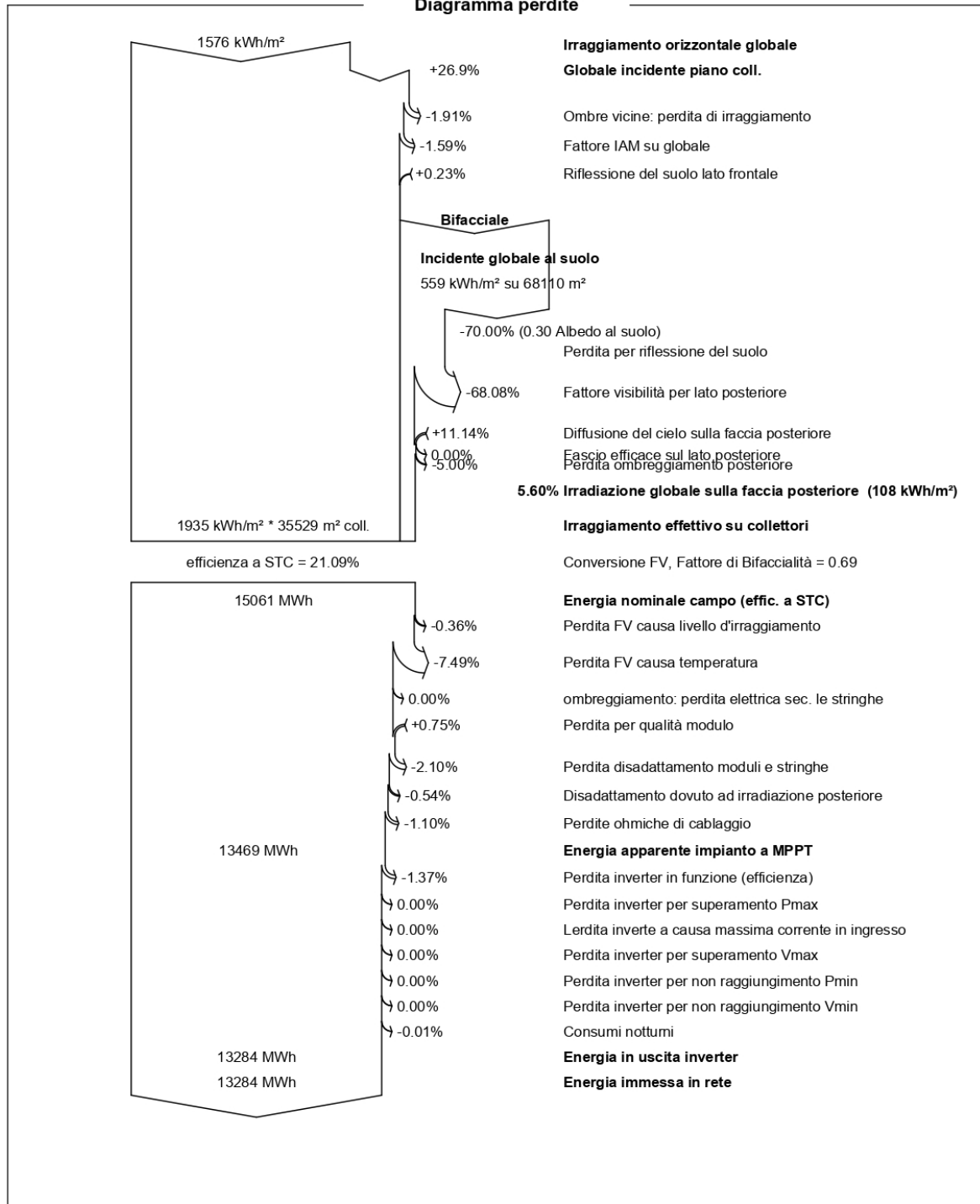
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	ratio
Gennaio	59.8	27.27	7.15	77.5	73.1	552	544	0.953
Febbraio	77.3	33.95	7.49	99.4	95.1	711	702	0.958
Marzo	125.7	52.52	10.96	159.3	153.9	1119	1104	0.940
Aprile	157.1	67.03	13.92	195.1	189.4	1347	1329	0.924
Maggio	195.8	74.94	19.97	246.2	239.6	1636	1613	0.889
Giugno	206.8	78.52	24.06	263.3	256.7	1723	1698	0.875
Luglio	209.0	78.41	27.34	265.1	258.2	1711	1686	0.863
Agosto	187.5	71.69	26.79	238.6	232.6	1555	1533	0.872
Settembre	139.4	54.50	21.13	178.8	173.0	1198	1182	0.897
Ottobre	107.5	38.91	17.74	139.2	134.2	954	941	0.917
Novembre	60.5	29.24	12.27	76.4	72.2	534	527	0.935
Dicembre	49.0	26.95	8.64	61.0	56.9	431	425	0.945
Anno	1575.5	633.91	16.51	1999.9	1935.1	13469	13284	0.901

Legenda

GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	E_Grid	Energia immessa in rete
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Indice di rendimento
GlobInc	Globale incidente piano coll.		
GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		



Diagramma perdite





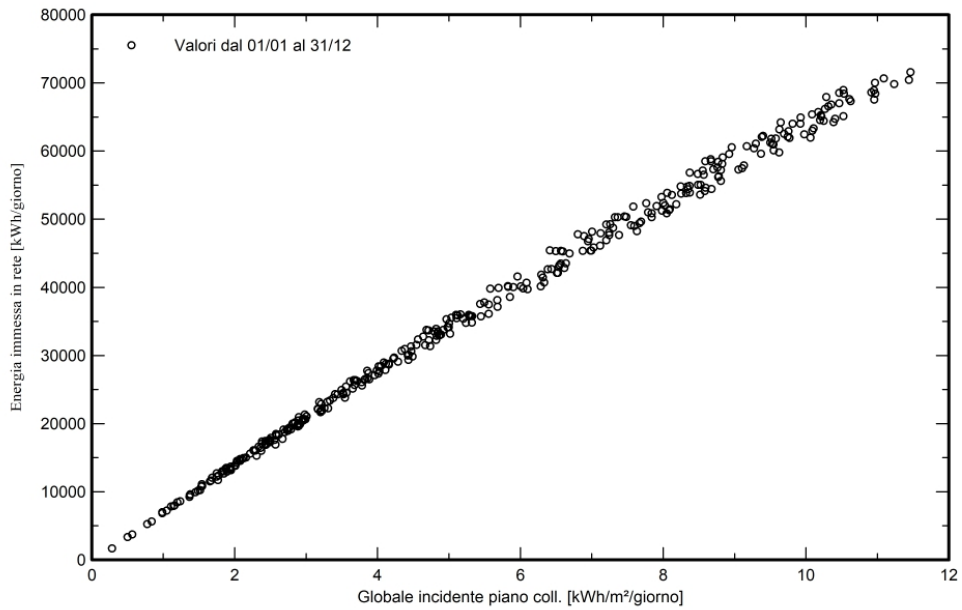
PVsyst V7.1.5
VC0, Simulato su
12/02/21 14:17
con v7.1.5

Progetto: torre di lama 1
Variante: Nuova variante di simulazione

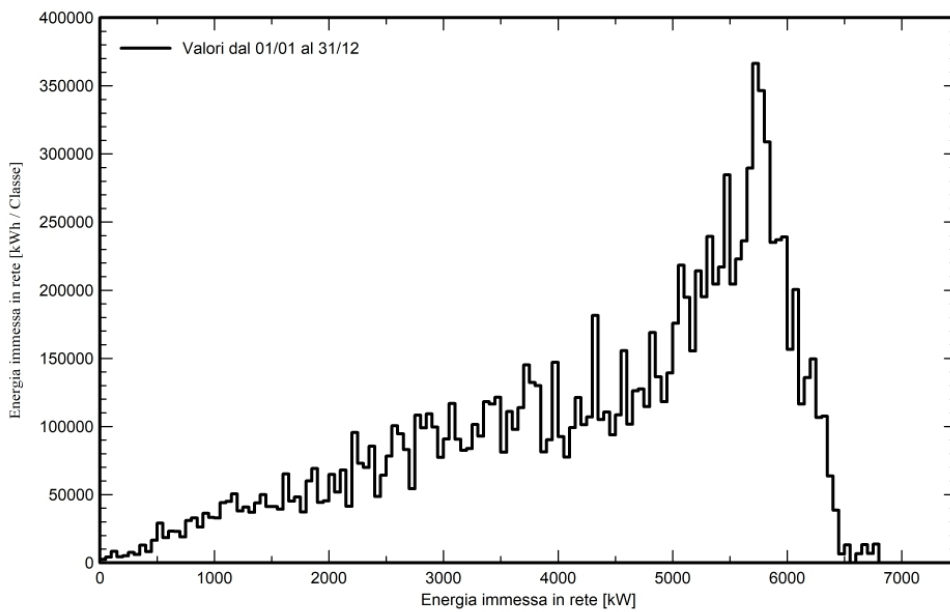
Horizonfirm Srl (Italy)

Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



L'impianto qui analizzato sarà parte integrante dell'impianto fotovoltaico "Torre di Lama" insieme ad una seconda parte elettrica che prende il nome di "Torre di Lama 2".

La producibilità specifica media degli impianti Torre di Lama 1 e Torre di Lama 2 è pari a 1798,5 kWh/kWp annui.

Mentre l'energia prodotta media dell'intero impianto "Torre di Lama" (somma degli impianti Torre di Lama 1 e 2) è pari a 34804 MWh/anno.

Dai dati ottenuti, è possibile stimare l'emissione evitata nel tempo di vita dell'impianto, moltiplicando le emissioni evitate annue per i 30 anni di vita stimata degli impianti:

- per un risparmio di **15.313,76 t. di CO2** e **6508,34 TEP** non bruciate

dove le tonnellate equivalenti di petrolio e la quantità di CO2 sono state calcolate applicando i fattori di conversione TEP/kWh e kgCO2/kWh definiti dalla **Delibera EEN 3/08** Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica" pubblicata sul sito www.autorita.energia.it in data 01 aprile 2008, GU n. 100 DEL 29.4.08 -SO n.107.