



REGIONE SICILIANA
 PROVINCIA DI CATANIA
 COMUNE DI RAMACCA



PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI RAMACCA (CT) IN CONTRADA GIUMENTA AL FOGLIO N.36 P.LLA 13, AL FOGLIO N.75 P.LLE 7, 87 E 88, AL FOGLIO N.76 P.LLE 3, 5, 7, 8, 9, 76, 105 E 106, AL FOGLIO N.81 P.LLE 17, 18, 19, 31, 32, 39, 43, 44, 89, 90, 91 E 92, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI RAMACCA (CT) IN CONTRADA ALBOSPINO AL FOGLIO N.76, AVENTE UNA POTENZA PARI A **50.652,00 kWp**, DENOMINATO "**RAMACCA**"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO



LIV. PROG.	RIF. COD. PRATICA TERNA	CODICE ELABORATO	TAVOLA	DATA	SCALA
PD	202001120	RS10REL0075A0	Re.6	23.12.2021	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE



HF SOLAR 4 S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

ENTE

FIRMA RESPONSABILE

PROGETTAZIONE



Ing. D. Siracusa
 Ing. A. Costantino
 Ing. C. Chiaruzzi
 Ing. G. Schillaci
 Ing. G. Buffa
 Arch. M. Gullo
 Arch. Y. Kokalah
 Arch. S. Martorana
 Arch. F. G. Mazzola
 Arch. A. Calandrino
 Arch. G. Vella

HORIZONFIRM S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

FIRMA DIGITALE PROGETTISTA



FIRMA OLOGRAFA E TIMBRO PROGETTISTA

**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte
solare fotovoltaica denominato
“Ramacca”**

Relazione di producibilità dell’impianto fotovoltaico

Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione tecnica, ha una potenza di picco pari a 50.652 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 670 Wp e sono costituiti da 132 celle fotovoltaiche, modello TrinaSolar Vertex Bifacciali [TSM-DEG21C.20].

Per massimizzare la producibilità energetica è previsto l'utilizzo di tracker monoassiali del tipo 1-V da 28 moduli con pitch pari a 5 m.

Complessivamente sono stati posizionati 75.600 moduli.

L'impianto sarà suddiviso in 11 sottocampi fotovoltaici, ogni sottocampo confluirà agli inverter contenuti nel complesso Power Station (saranno presenti 11 PS da 5000 kVA ognuno dei quali sarà composto da un trasformatore a doppio avvolgimento e due inverter).

Nel caso specifico gli inverter saranno 22 ed il modello è **Sunny Central 2500-EV** da 2500 kVA (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.

Ed è stata prodotto il report con il software PVSyst:



Versione 7.2.8

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: Ramacca

Variante: Nuova variante di simulazione

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 50.65 MWc

San Giuseppe - Italy

Autore

Horizonfirm Srl (Italy)

**PVsyst V7.2.8**VCO, Simulato su
17/11/21 11:13
con v7.2.8**Progetto: Ramacca**

Variante: Nuova variante di simulazione

Horizonfirm Srl (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico San Giuseppe Italia	Ubicazione Latitudine 37.46 °N Longitudine 14.60 °E Altitudine 196 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo San Giuseppe 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 indietro (backtracking) Ombre vicine Secondo le stringhe Effetto elettrico 100 %	Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)
Informazione sistema Campo FV Numero di moduli 75600 unità Pnom totale 50.65 MWc	Inverter Numero di unità 22 unità Pnom totale 55.00 MWac Rapporto Pnom 0.921	

Sommario dei risultati

Energia prodotta 102210 MWh/anno	Prod. Specif. 2018 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 90.94 %
----------------------------------	---------------------------------	------------------------------

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 V7.2.8
VC0, Simulato su
17/11/21 11:13
con v7.2.8

Progetto: Ramacca

Variante: Nuova variante di simulazione

Horizonfirm Srl (Italy)

Parametri principali

Sistema connesso in rete		Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV		Strategia Backtracking	
Orientamento		N. di eliostati	2700 unità
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S		Dimensioni	
Asse dell'azimut	0 °	Distanza eliostati	5.00 m
		Larghezza collettori	2.38 m
		Fattore occupazione (GCR)	47.7 %
		Phi min / max	-/+ 60.0 °
		Angolo limite indetreggiamento	
		Limiti phi	+/- 61.3 °
Orizzonte		Ombre vicine	
Orizzonte libero		Secondo le stringhe	
		Effetto elettrico	100 %
Sistema a moduli bifacciali		Bisogni dell'utente	
Modello	Calcolo 2D eliostati illimitati	Carico illimitato (rete)	
Geometria del modello bifacciale		Definizioni per il modello bifacciale	
Distanza eliostati	5.00 m	Albedo dal suolo	0.30
ampiezza eliostati	2.38 m	Fattore di Bifaccialità	70 %
GCR	47.7 %	Ombreg. posteriore	5.0 %
Altezza dell'asse dal suolo	2.10 m	Perd. Mismatch post.	10.0 %
		Frazione trasparente della tettoia	0.0 %

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	Trina Solar	Costruttore	SMA
Modello	TSM-670DEG21C.20	Modello	Sunny Central 2500-EV
(PVsyst database originale)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	670 Wp	Potenza nom. unit.	2500 kWac
Numero di moduli FV	75600 unità	Numero di inverter	22 units
Nominale (STC)	50.65 MWc	Potenza totale	55000 kWac
Moduli	2700 Stringhe x 28 In serie	Voltaggio di funzionamento	850-1425 V
In cond. di funz. (50°C)		Rapporto Pnom (DC:AC)	0.92
Pmpp	46.48 MWc	Potenza totale inverter	
U mpp	971 V	Potenza totale	55000 kWac
I mpp	47865 A	N. di inverter	22 unità
Potenza PV totale		Rapporto Pnom	0.92
Nominale (STC)	50652 kWp		
Totale	75600 moduli		
Superficie modulo	234840 m ²		
Superficie cella	220041 m ²		



PVsyst V7.2.8
VC0, Simulato su
17/11/21 11:13
con v7.2.8

Progetto: Ramacca
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

Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 0.33 mΩ
Fraz. perdite 1.5 % a STC

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): Profilo definito utente

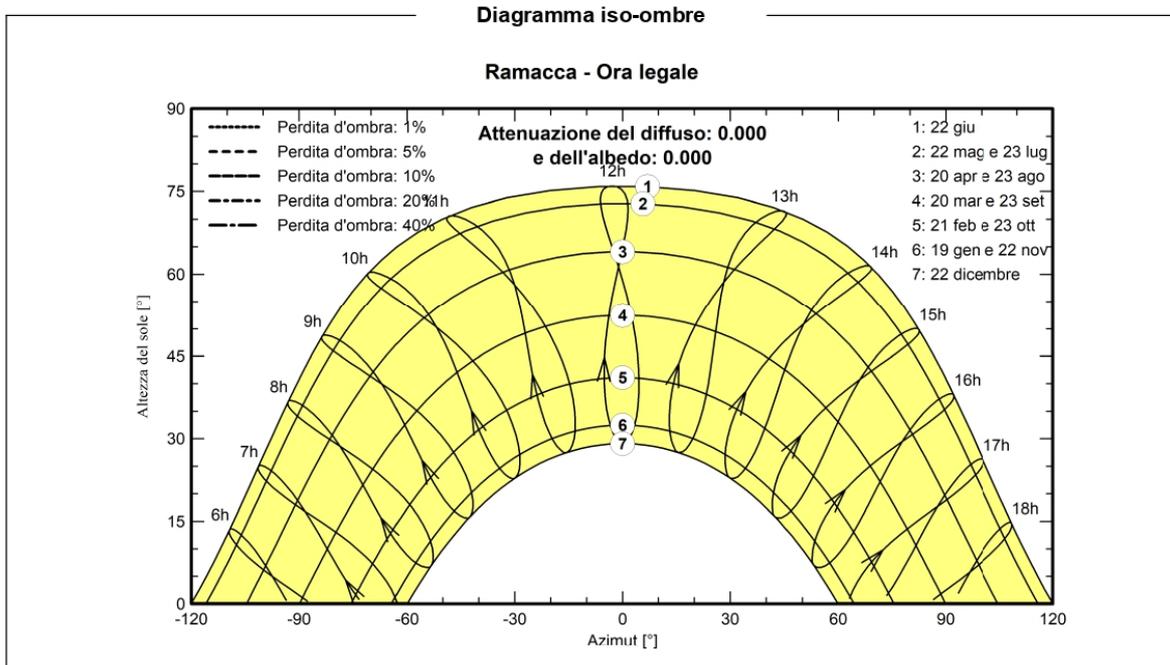
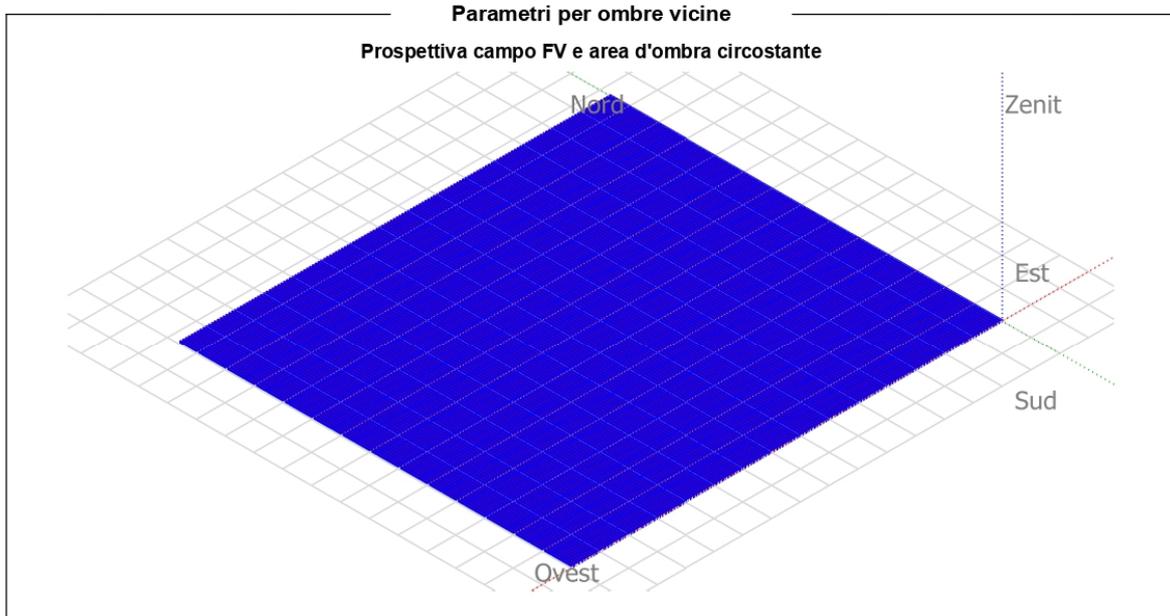
0°	40°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.998	0.992	0.983	0.961	0.933	0.853	0.000



PVsyst V7.2.8
VC0, Simulato su
17/11/21 11:13
con v7.2.8

Progetto: Ramacca
Variante: Nuova variante di simulazione

Horizonfirm Srl (Italy)





PVsyst V7.2.8
 VCO, Simulatore su
 17/11/21 11:13
 con v7.2.8

Progetto: Ramacca
 Variante: Nuova variante di simulazione

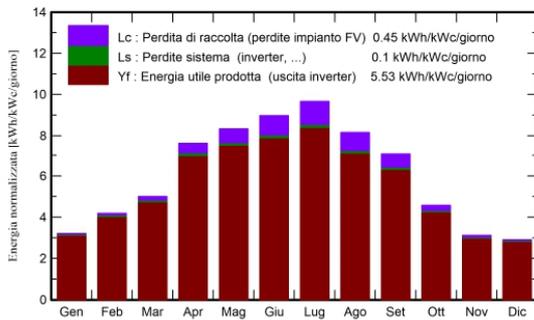
Horizonfirm Srl (Italy)

Risultati principali

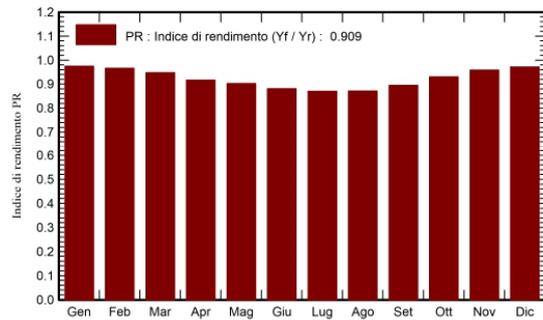
Produzione sistema

Energia prodotta 102210 MWh/anno Prod. Specif. 2018 kWh/kWc/anno
 Indice di rendimento PR 90.94 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

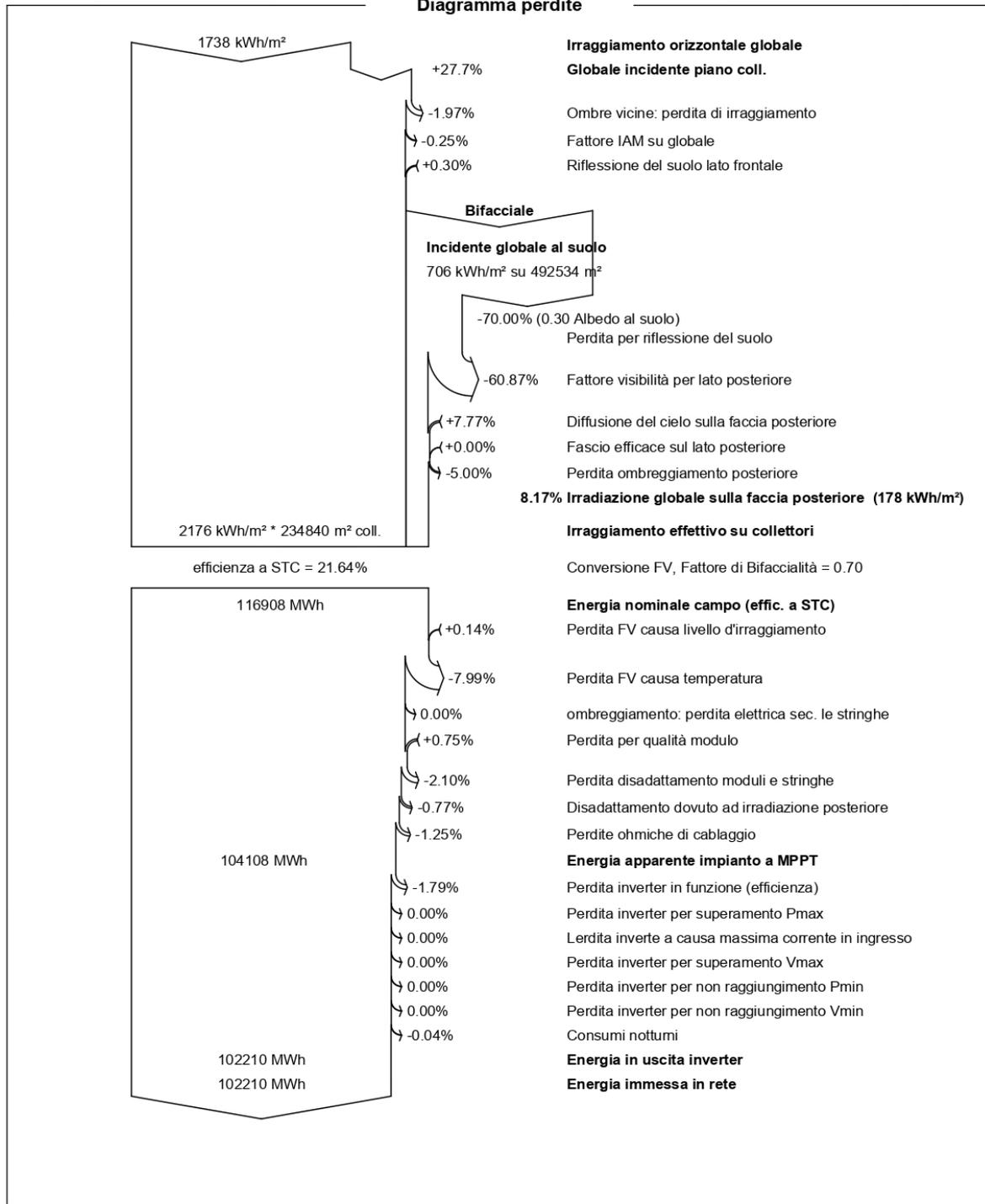
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	76.5	30.67	10.44	99.5	97.1	5008	4913	0.974
Febbraio	90.9	36.00	8.69	117.2	114.4	5847	5735	0.966
Marzo	123.4	56.29	11.77	155.3	151.8	7598	7456	0.948
Aprile	180.7	63.58	14.87	228.9	224.7	10828	10629	0.917
Maggio	203.1	71.96	17.85	258.5	254.0	12038	11819	0.903
Giugno	213.9	69.31	23.31	269.3	264.9	12233	12014	0.881
Luglio	232.8	66.19	25.35	299.5	295.0	13435	13199	0.870
Agosto	198.0	60.92	26.60	253.0	248.7	11374	11173	0.872
Settembre	164.4	55.06	23.53	211.8	208.0	9773	9600	0.895
Ottobre	111.5	48.44	19.56	141.9	138.8	6812	6689	0.930
Novembre	73.3	34.39	14.94	93.5	90.9	4633	4543	0.959
Dicembre	69.2	28.85	11.50	90.2	87.8	4529	4442	0.972
Anno	1737.8	621.66	17.42	2218.8	2176.2	104108	102210	0.909

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





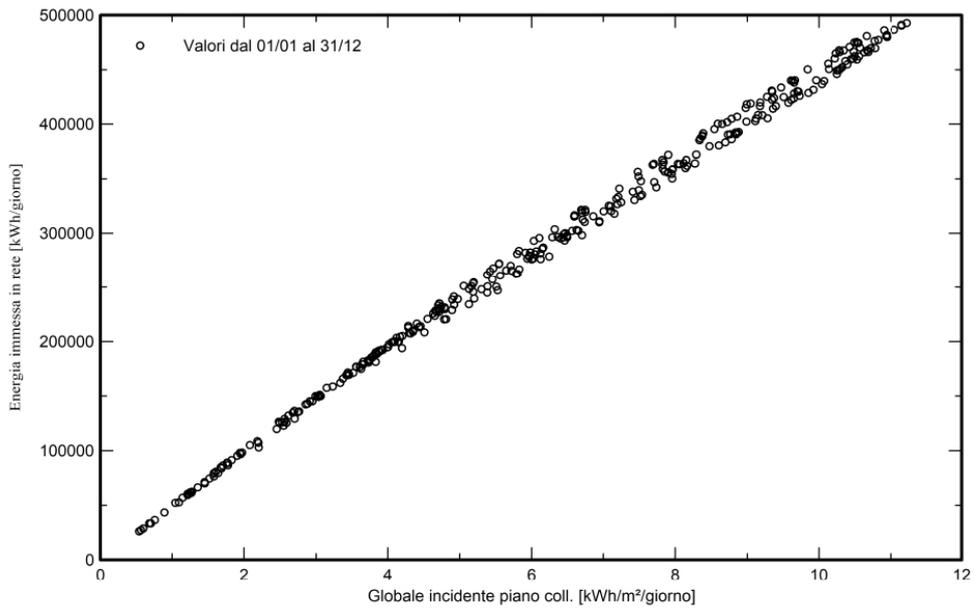
PVsyst V7.2.8
VC0, Simulato su
17/11/21 11:13
con v7.2.8

Progetto: Ramacca
Variante: Nuova variante di simulazione

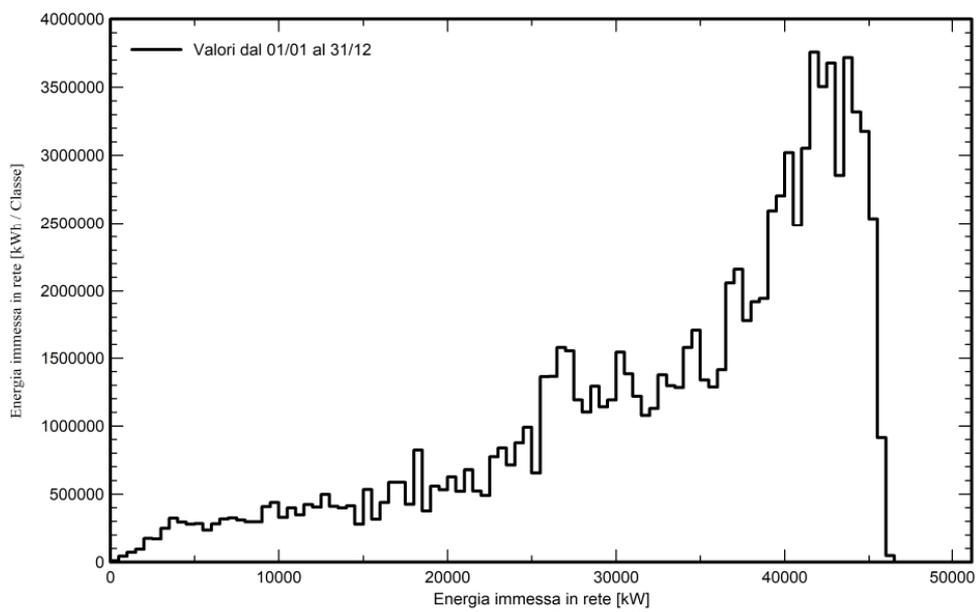
Horizonfirm Srl (Italy)

Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



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 50.652,00 kWp, 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 PVGIS api TMY).

Dunque disposti spazialmente di moduli, costituendo un layout verosimile, ed i vari sistemi con cui operano i sistemi tracker, si è giunti ai seguenti risultati per l'intera potenza installata nell'impianto pari a 50.652,00 kWp:

- La producibilità specifica risultante dalla simulazione dell'impianto in esame è pari a 2018 kWh/kWp annui.

Con una Producibilità annua stimata pari a circa: 102210 [MWh] all'anno.

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

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 stimato di **44972 t. di CO2** e **19113 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.