



REGIONE SICILIANA  
 PROVINCIA DI RAGUSA  
 COMUNE DI CHIARAMONTE GULFI



PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO-BIO-FOTOVOLTAICO INTEGRATO AD UN VIGNETO A TENDONE E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI CHIARAMONTE GULFI (RG) IN CONTRADA MAZZARRONELLO, AL FOGLIO. 129 P.LLE 6,8, 16, 19, 87, 178, 179, 180, 186, 187, 188, 193, 194, 197, 200, 201, 202, 308, 394, 395, 397, 399, 626, 634, 636, 669, 10, 69, 287, 299, 300, 712, 713, 185, DI POTENZA PARI A **63.158,76 kWp** DENOMINATO "**MAZZARRONELLO HV - VIGNETICA**"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO



**IMPIANTO  
 AGRIVOLTAICO  
 AVANZATO**

**LAOR  
 (Land Area  
 Occupation Ratio)  
 24,5%**

LIV. PROG.	COD. PRATICA TERNA	CODICE ELABORATO	TAVOLA	DATA	SCALA
PD	202102524	VIGNETICA_B36	-	14.09.2023	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

**HF SOLAR 9 S.r.l.**

Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

ENTE

FIRMA RESPONSABILE

PROGETTAZIONE

**HORIZONFIRM**

Ing. D. Siracusa  
 Ing. A. Costantino  
 Ing. C. Chiaruzzi  
 Ing. G. Schillaci  
 Ing. G. Buffa  
 Ing. M.C. Musca

Arch. M. Gullo  
 Arch. S. Martorana  
 Arch. F. G. Mazzola  
 Arch. A. Calandrino  
 Arch. G. Vella  
 Dott. Agr. B. Miciluzzo

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

PROGETTISTA INCARICATO

FIRMA DIGITALE PROGETTISTA



FIRMA OLOGRAFA E TIMBRO  
 PROGETTISTA

**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte  
energetica rinnovabile attraverso tecnologia solare  
agrivoltaica denominato**

***“Mazzarronello HV - Vignetica”***

**Codice di Rintracciabilità “202102524”**

***Relazione di producibilità***

**Progetto definitivo**

***Potenza del generatore fotovoltaico = 63.158,76 kWp***

***Potenza nominale impianto = 50.000 kW***

***Potenza in immissione concessa = 50.000 kW***

## Sommario

1. Premessa .....	1
2. Descrizione generale dell'impianto .....	1
3. Dati di riferimento dell'impianto ed emissioni evitate .....	12

## 1. Premessa

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare nel territorio comunale di Chiaramonte Gulfi (RG) in Contrada Mazzarronello - Località Trappetazzo, su un lotto di terreno distinto al N.C.T. Foglio 129, p.lle 6, 8, 16, 19, 87, 178, 179, 180, 186, 187, 188, 193, 194, 197, 200, 201, 202, 308, 394, 395, 397, 399, 626, 634, 636, 669, 10, 69, 287, 299, 300, 712, 713, 185, e delle annesse opere di connessione a 36kV ricadenti altresì nel territorio di Chiaramonte Gulfi (RG).

Come riscontrabile dalle tavole di progetto allegate, a cui si rimanda per maggiori dettagli, l'impianto ha una potenza di picco, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici scelti in fase di progettazione definitiva, pari a **63.158,76 kWp**.

## 2. Descrizione generale dell'impianto

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari delle strutture per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica. L'impianto avrà una potenza di picco, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici scelti in fase di progettazione definitiva, pari a **63.158,76 kWp**. Valore ottenuto in funzione del numero e della tipologia dei moduli fotovoltaici scelti per la fase progettuale. Nello specifico, verranno utilizzati 88.956 moduli fotovoltaici "*MYSolar Bifacciali da 710 Wp*".

Si specifica che in fase di realizzazione dell'impianto verranno utilizzati moduli commerciabili di tipo TIER 1.

Lato inverter si è scelto di utilizzare 20 inverter centralizzati *modello SMA SUNNY CENTRAL da 2500 kVA*.

Sulla base della componentistica adottata, si è scelto di collegare a ciascun inverter tra le 315 e le 318 stringhe ciascuna da 28 moduli, rispettando il numero massimo di stringhe collegabili ad ogni inverter, per un totale, come già accennato, di 88.956 moduli. Definito il layout di impianto, il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando 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.

Le considerazioni effettuate sono state inserite all'interno del software di simulazione "PVSyst", che ha permesso di redigere un rapporto esaustivo circa la massima produzione dell'impianto nelle condizioni di consumo continuo, tenendo in considerazione fenomeni quali l'ombreggiamento e le diverse perdite che caratterizzano l'impianto.

Di seguito si riporta il report di simulazione mediante PVSyst:

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

Progetto: Chiamonte Gulfi EO

Variante: Base EO pitch 6m  
sheds al suolo

Potenza di sistema: 60.93 MWc

Roccazzo - Italia

**Autore**  
Horizonfirm Srl (Italy)



**PVsyst V7.4.0**  
VC1, Simulato su  
17/07/23 11:51  
con v7.4.0

## Progetto: Chiaramonte Gulfi EO

Variante: Base EO pitch 6m

Horizonfirm Srl (Italy)

### Sommario del progetto

<b>Luogo geografico</b> Roccazzo Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 37.07 °N Longitudine 14.61 °E Altitudine 285 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Roccazzo PVGIS api TMY		

### Sommario del sistema

<b>Sistema connesso in rete</b> <b>Orientamento campo FV</b> Piano fisso Inclinazione/azimut 45 / 0 °	<b>sheds al suolo</b> <b>Ombre vicine</b> Secondo le stringhe Effetto elettrico 100 %	<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Nr. di moduli 88956 unità Pnom totale 60.93 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 20 unità Pnom totale 53.34 MWac Rapporto Pnom 1.142	

### Sommario dei risultati

Energia prodotta 111795249 kWh/anno	Prod. Specif. 1835 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR 86.83 %
-------------------------------------	---------------------------------	------------------------------

### Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione orizzonte	5
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici predefiniti	9



**PVsyst V7.4.0**  
VC1, Simulato su  
17/07/23 11:51  
con v7.4.0

## Progetto: Chiaramonte Gulfi EO

Variante: Base EO pitch 6m

Horizonfirm Srl (Italy)

### Parametri principali

<b>Sistema connesso in rete</b>		<b>sheds al suolo</b>										
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Configurazione sheds</b>										
<b>Orientamento</b>		N. di shed	3177 unità									
Piano fisso		<b>Dimensioni</b>										
Inclinazione/azimut	45 / 0 °	Spaziatura sheds	6.00 m									
		Larghezza collettori	2.63 m									
		Fattore occupazione (GCR)	43.8 %									
		Banda inattiva alto	0.02 m									
		Banda inattiva basso	0.02 m									
		<b>Angolo limite ombreggiamento</b>										
		Angolo limite profilo	24.4 °									
<b>Orizzonte</b>		<b>Ombre vicine</b>										
Altezza media	1.2 °	Secondo le stringhe										
		Effetto elettrico	100 %									
<b>Sistema bifacciale</b>		<b>Bisogni dell'utente</b>										
Modello	Calcolo 2D shed illimitati	Carico illimitato (rete)										
<b>Geometria del modello bifacciale</b>		<b>Definizioni per il modello bifacciale</b>										
Spaziatura sheds	6.00 m	Media albedo del suolo	0.20									
Ampiezza sheds	2.67 m	Fattore di Bifaccialità	80 %									
Angolo limite profilo	24.4 °	Ombreg. posteriore	5.0 %									
GCR	44.4 %	Perd. Mismatch post.	10.0 %									
s.l.s.	1.50 m	Frazione trasparente della tettoia	0.0 %									
<b>Valori mensili di Albedo al suolo</b>												
Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Anno
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

### Caratteristiche campo FV

<b>Modulo FV</b>		<b>Inverter</b>	
Costruttore	Trina Solar	Costruttore	SMA
Modello	TSM-685NEG21C.20	Modello	Sunny Central 2660 UP
(Definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	685 Wp	Potenza nom. unit.	2667 kWac
Numero di moduli FV	88956 unità	Numero di inverter	20 unità
Nominale (STC)	60.93 MWc	Potenza totale	53340 kWac
Moduli	3177 Stringhe x 28 In serie	Voltaggio di funzionamento	880-1325 V
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Rapporto Pnom (DC:AC)	1.14
Pmpp	56.31 MWc		
U mpp	1020 V	<b>Potenza totale inverter</b>	
I mpp	55208 A	Potenza totale	53340 kWac
<b>Potenza PV totale</b>		Numero di inverter	20 unità
Nominale (STC)	60935 kWp	Rapporto Pnom	1.14
Totale	88956 moduli		
Superficie modulo	276329 m <sup>2</sup>		
Superficie cella	258915 m <sup>2</sup>		



**PVsyst V7.4.0**  
VC1, Simulato su  
17/07/23 11:51  
con v7.4.0

## Progetto: Chiaramonte Gulfi EO

Variante: Base EO pitch 6m

Horizonfirm Srl (Italy)

### Perdite campo

#### Perdite per sporco campo

Fraz. perdite 3.0 %

#### Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento

Uc (cost) 29.0 W/m<sup>2</sup>K

Uv (vento) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

#### Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 0.30 mΩ

Fraz. perdite 1.5 % a STC

#### Perdita diodo di serie

Perdita di Tensione 0.7 V

Fraz. perdite 0.1 % 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 0.2 %

#### Fattore di perdita IAM

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

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.987	0.963	0.891	0.672	0.000

### Perdite cablaggio AC

#### Linea uscita inv. sino al punto di consegna

Tensione inverter 600 Vac tri

Fraz. perdite 1.15 % a STC

#### Inverter: Sunny Central 2660 UP

Sezione cavi (20 Inv.) Rame 20 x 3 x 2000 mm<sup>2</sup>

Lunghezza media dei cavi 147 m



**PVsyst V7.4.0**  
VC1, Simulato su  
17/07/23 11:51  
con v7.4.0

## Progetto: Chiaramonte Gulfi EO

Variante: Base EO pitch 6m

Horizonfirm Srl (Italy)

### Definizione orizzonte

Horizon from PVGIS website API, Lat=37°4'20", Long=14°36'52", Alt=285m

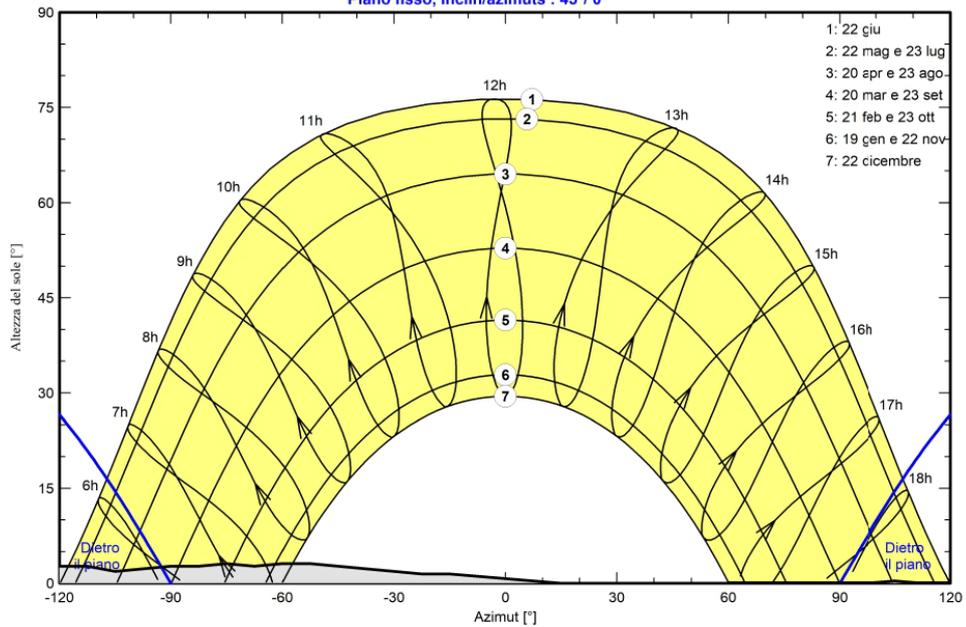
Altezza media	1.2 °	Fattore su albedo	0.95
Fattore su diffuso	0.99	Frazione albedo	100 %

### Profilo dell'orizzonte

Azimut [°]	-180	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83
Altezza [°]	1.1	1.1	1.5	1.9	2.3	2.7	2.7	1.9	2.3	2.7	2.7
Azimut [°]	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	8
Altezza [°]	3.1	2.7	3.1	3.1	2.7	2.3	1.9	1.5	1.5	1.1	0.4
Azimut [°]	15	98	105	113	120	128	135	143	173	180	
Altezza [°]	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.4	0.8	0.8	1.1	

### Percorsi del sole (diagramma altezza / azimut)

Piano fisso, Incl/azimuts : 45°/ 0°





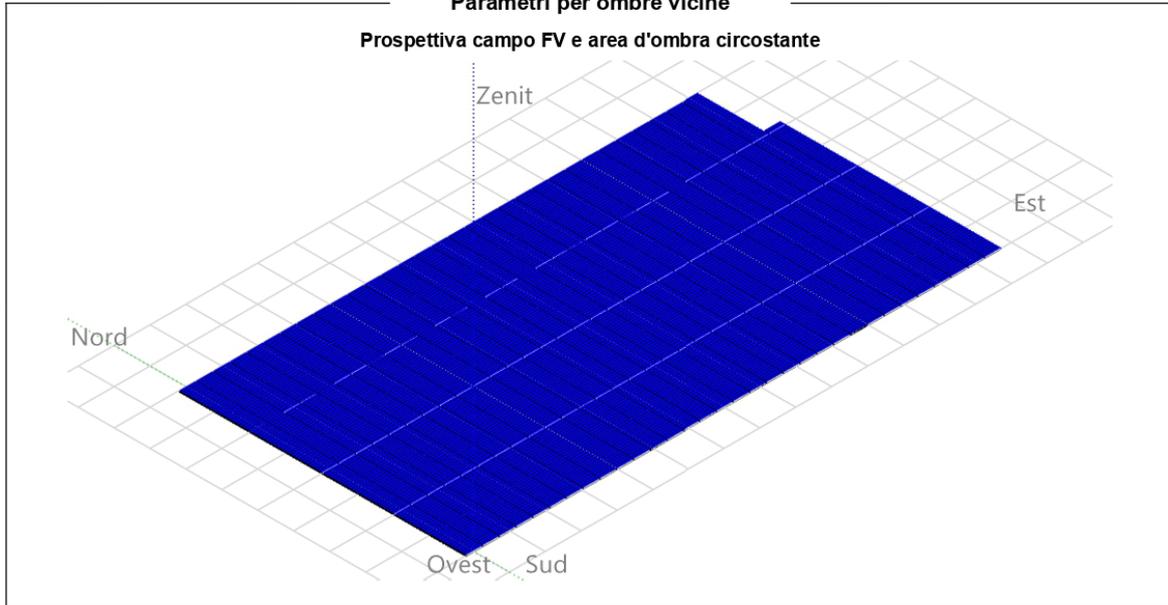
PVsyst V7.4.0  
VC1, Simulato su  
17/07/23 11:51  
con v7.4.0

# Progetto: Chiaramonte Gulfi EO

Variante: Base EO pitch 6m

Horizonfirm Srl (Italy)

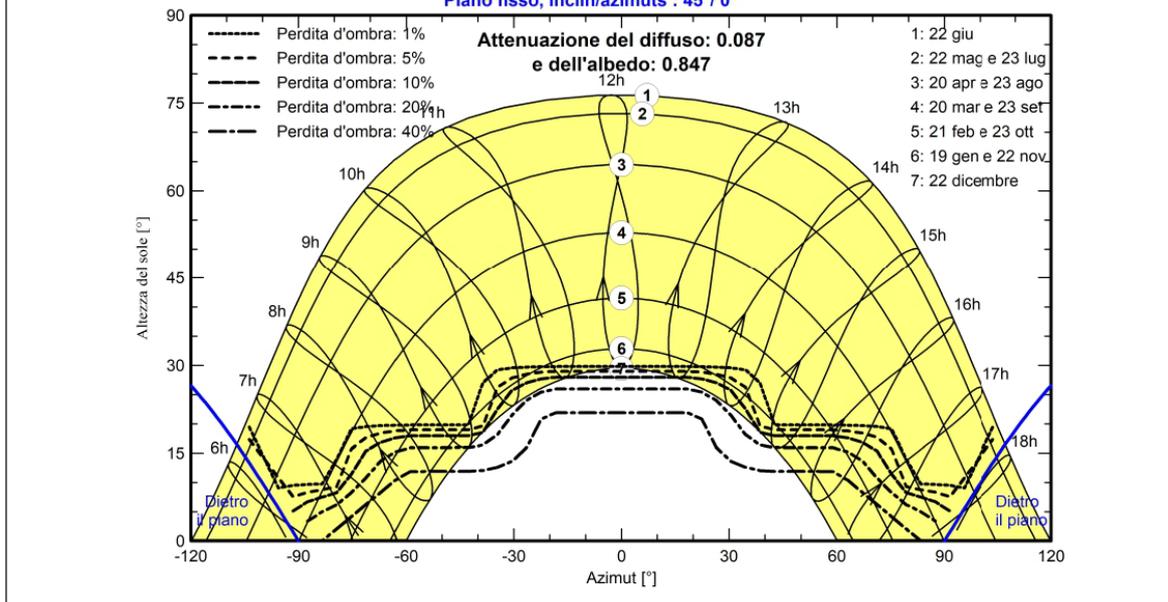
## Parametri per ombre vicine



## Diagramma iso-ombre

### Orientamento #1

Piano fisso, Incl/azimuts : 45° / 0°





**PVsyst V7.4.0**  
 VC1, Simulato su  
 17/07/23 11:51  
 con v7.4.0

## Progetto: Chiaramonte Gulfi EO

Variante: Base EO pitch 6m

Horizonfirm Srl (Italy)

### Risultati principali

#### Produzione sistema

Energia prodotta

111795249 kWh/anno

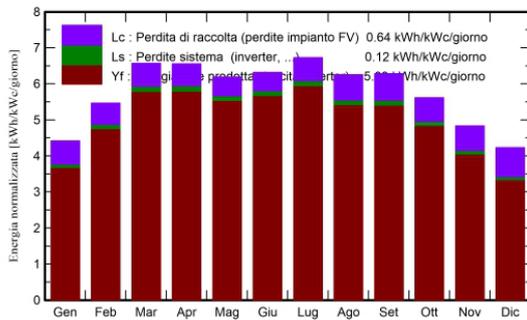
Prod. Specif.

1835 kWh/kWp/anno

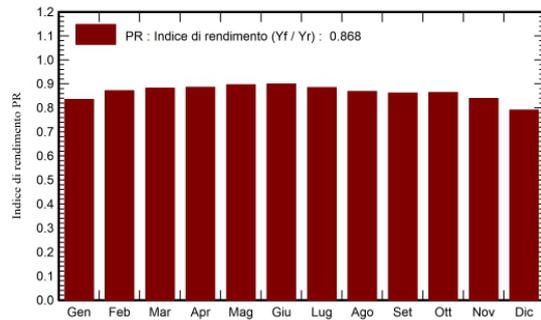
Indice rendimento PR

86.83 %

#### 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>	kWh	kWh	ratio
<b>Gennaio</b>	78.9	32.71	6.51	136.9	124.3	7134373	6962003	0.835
<b>Febbraio</b>	101.0	36.17	8.03	153.0	142.8	8333476	8123292	0.871
<b>Marzo</b>	161.9	52.31	11.28	203.6	191.4	11222871	10940577	0.882
<b>Aprile</b>	191.4	62.95	15.99	196.6	184.1	10880432	10613062	0.886
<b>Maggio</b>	213.8	71.94	18.73	191.8	179.1	10730411	10474041	0.896
<b>Giugno</b>	228.1	66.47	21.47	189.6	176.9	10637868	10388205	0.899
<b>Luglio</b>	244.8	59.77	24.41	208.6	195.3	11517676	11247194	0.885
<b>Agosto</b>	199.3	54.84	25.52	193.8	181.9	10501848	10251590	0.868
<b>Settembre</b>	162.5	49.60	22.66	188.5	177.0	10142619	9895858	0.861
<b>Ottobre</b>	123.1	46.69	19.40	174.1	162.9	9388681	9163085	0.864
<b>Novembre</b>	86.9	33.89	14.31	145.0	133.0	7598825	7416810	0.839
<b>Dicembre</b>	72.1	31.88	11.17	131.1	116.3	6468975	6319532	0.791
<b>Anno</b>	1863.9	599.22	16.67	2112.8	1965.0	114558056	111795249	0.868

#### 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		



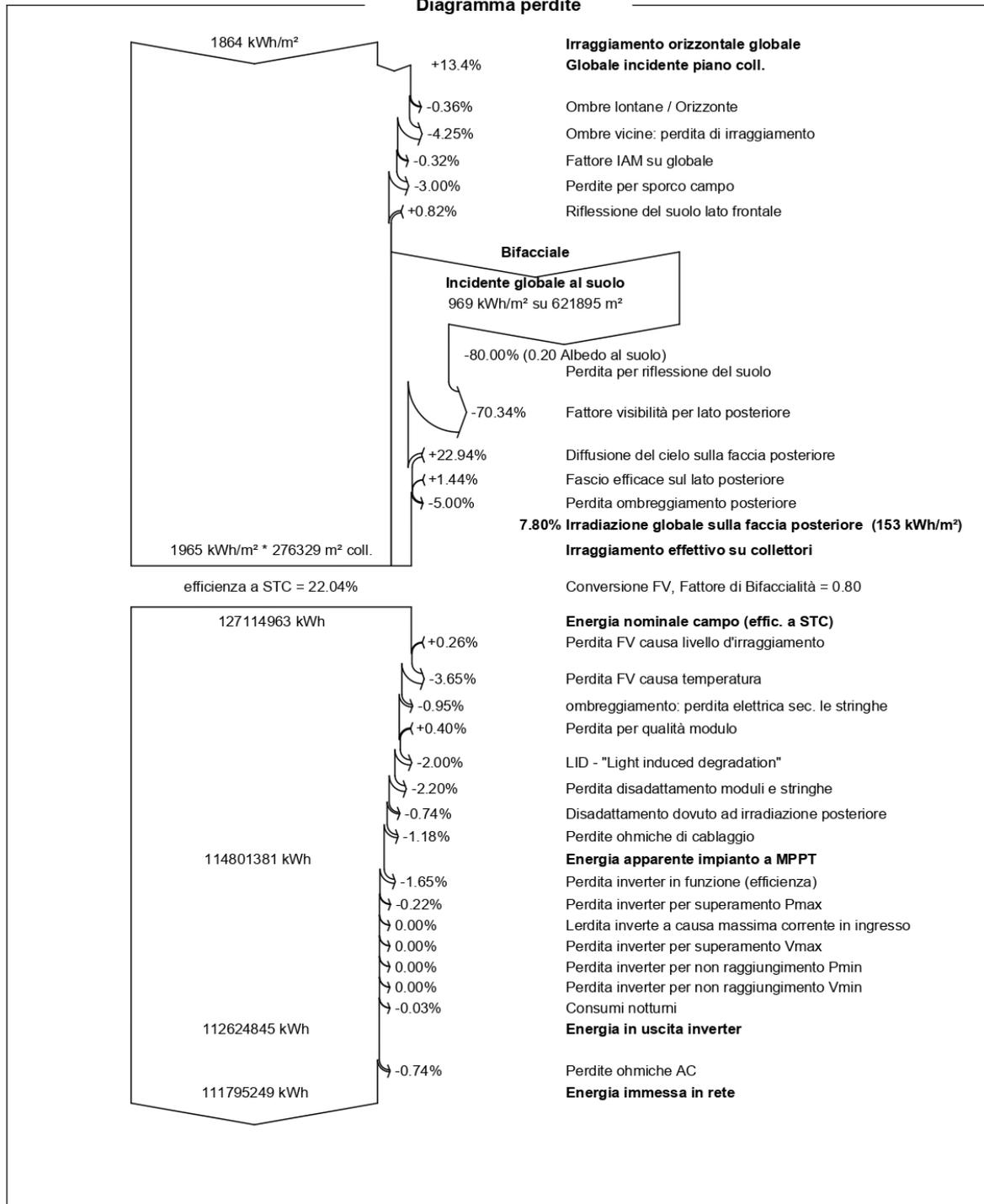
**PVsyst V7.4.0**  
 VC1, Simulato su  
 17/07/23 11:51  
 con v7.4.0

**Progetto: Chiaramonte Gulfi EO**

Variante: Base EO pitch 6m

Horizonfirm Srl (Italy)

**Diagramma perdite**





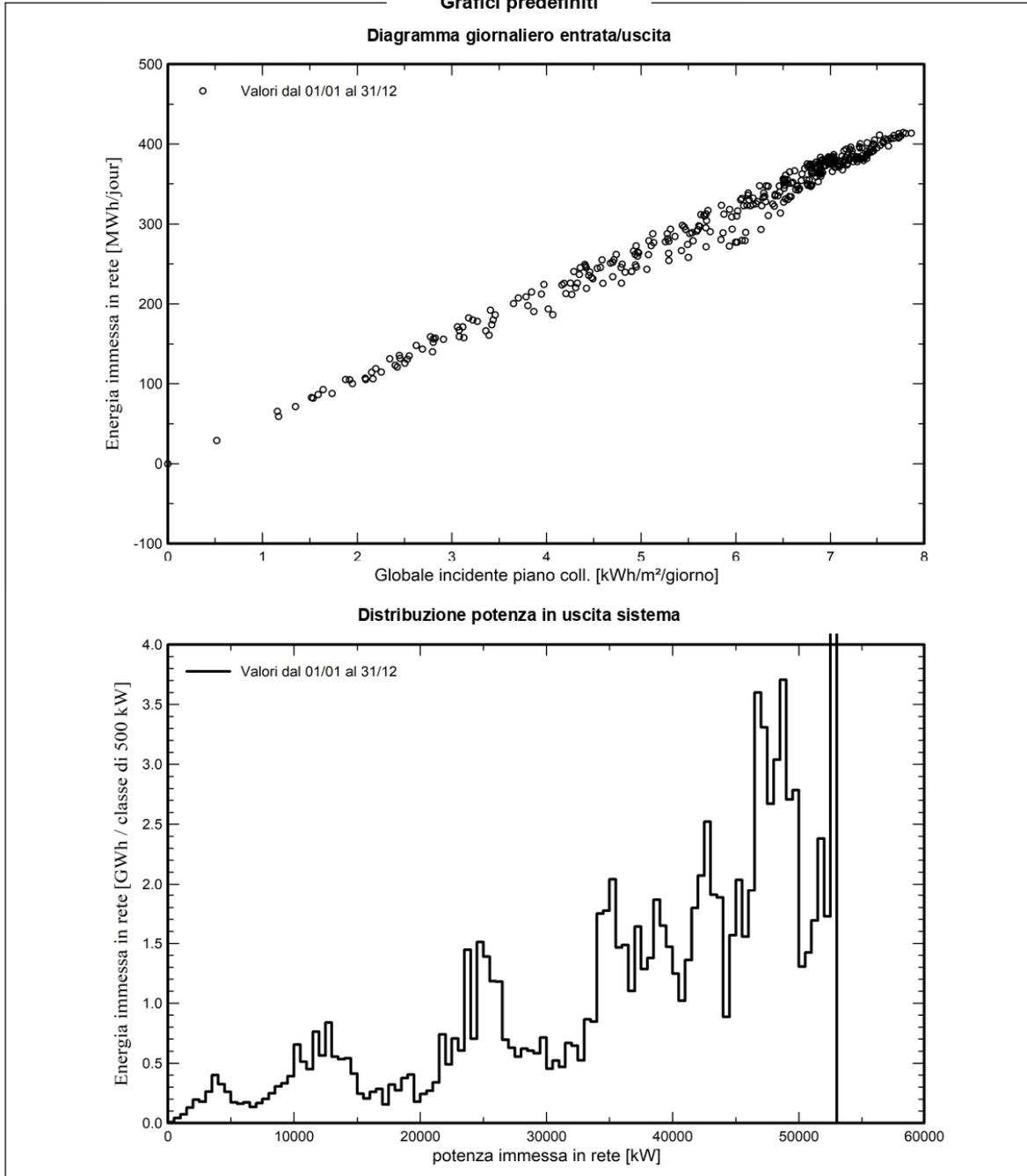
**PVsyst V7.4.0**  
VC1, Simulato su  
17/07/23 11:51  
con v7.4.0

## Progetto: Chiamonte Gulfi EO

Variante: Base EO pitch 6m

Horizonfirm Srl (Italy)

### Grafici predefiniti



### 3. Dati di riferimento dell'impianto ed emissioni evitate

Nella presente relazione si stima la producibilità media annua dell'impianto calcolata in kWh/kWp. L'intero impianto fotovoltaico avrà una potenza complessiva nominale di 63.158.76 kWp.

Di seguito i risultati:

- La producibilità specifica risultante dalla simulazione dell'impianto in esame è pari a 1835 kWh/kWp annui <sup>1</sup>.
- Con una Producibilità annua stimata pari a circa: 112 [GWh] all'anno.

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

- Con un risparmio stimato di 49280 t. di CO<sub>2</sub>
- Con un risparmio stimato di 20944 TEP non bruciate

dove le tonnellate equivalenti di petrolio e la quantità di CO<sub>2</sub> sono state calcolate applicando i fattori di conversione TEP/kWh e kgCO<sub>2</sub>/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".

---

<sup>1</sup> Si chiarisce preventivamente come, in assenza del file PAN del modulo fotovoltaico, i report PVSyst di producibilità sono stati condotti con un modulo avente le caratteristiche di potenza ed efficienza migliori sul mercato, avendo cura nel prossimo futuro di implementare un modulo della potenza indicata avente caratteristiche equiparabili se non superiori in termini di efficienza.