

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI BARLETTA-
ANDRIA-TRANI



COMUNE DI SPINAZZOLA



Denominazione impianto:

MASSERIA D'ERRICO

Ubicazione:

Comune di Spinazzola (BT)
Località "Masseria D'Errico"

Fogli: 82-83-84

Particelle: varie

PROGETTO DEFINITIVO

per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro del comune di Spinazzola (BT) in località "Masseria D'Errico", potenza nominale pari a 29,57 MW in DC e potenza in immissione pari a 27,9 MW in AC, e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso comune.

PROPONENTE

**APOLLO SOLAR 2
S.R.L.**

APOLLO SOLAR 2 S.r.l.

Bolzano (BZ) Viale della Stazione 7 - CAP 39100

Partita IVA: 03183210214

Indirizzo PEC: apollosolar2srl@legalmail.it

Codice Autorizzazione Unica LQBP0V3

ELABORATO

Relazione producibilità

Tav. n°

14DS

Scala

--

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Marzo 2023	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06 – Istanza Autorizzazione Unica art.12 D.Lgs 387/03			

PROGETTAZIONE

GRM GROUP S.R.L.

Via Caduti di Nassiriya n. 179

70022 Altamura (BA)

P. IVA 07816120724

PEC: grmgroupsrl@pec.it

Tel.: 0804168931

IL TECNICO

Dott. Ing. DONATO FORGIONE

Via Raiale n. 110/Bis

65128 Pescara (PE)

Ordine degli Ingegneri di Pescara n. 1814

PEC: grmgroupsrl@pec.it

Cell:0804168931

Dott. Ing. ANTONIO MISCHITELLI

Via Mons. Tortorelli n.33

71013 San Giovanni Rotondo (FG)

Ordine degli ingegneri di Foggia nr. 1797



Spazio riservato agli Enti

RELAZIONE PRODUCIBILITA'	2
PREMESSA	2
DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE	2
CRITERIO GENERALE DI CALCOLO	3
CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA	3
STIMA PRODUCIBILITA'	10

RELAZIONE PRODUCIBILITA'

PREMESSA

Il sottoscritto ing. Antonio MISCHITELLI, nato ad San Giovanni Rotondo (FG) il 01/07/1968, C.F. MSCNTN68L01H926X, regolarmente iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Foggia col n. 1797, titolare dello Studio Tecnico Mischitelli, con sede in Via Mons. TORTORELLI, 33 – 71013 San Giovanni Rotondo (FG), P.I. 02173200714 incaricato dalla APOLLO SOLAR 2 S.r.l., con sede in Viale della Stazione, 7 39100 Bolzano (BZ), P.I. 03183210214, della progettazione dell'impianto elettrico a servizio dell'impianto agrovoltaiico da 29,57MWp in DC da realizzarsi in località "Masseria D'Errico" in agro del comune di Spinazzola (BT), redige la presente relazione tecnica relativa alla stima di producibilità dell'impianto.

Il progetto è finalizzato alla produzione della cosiddetta energia elettrica "pulita" e ben si inquadra nel disegno nazionale di incremento delle risorse energetiche utilizzando fonti alternative a quelle di sfruttamento dei combustibili fossili, ormai reputate spesso dannose per gli ecosistemi e per la salvaguardia ambientale.

DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE

Il progetto in esame è proposto dalla società:

APOLLO SOLAR 2 S.r.l.

VIALE DELLA STAZIONE 7 – 39100 BOLZANO (BZ)

P.IVA 03183210214

PEC: apollosolar2srl@legalmail.it

CRITERIO GENERALE DI CALCOLO

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA

L'energia generata dipende sia dai fattori morfologici che tecnici dei materiali

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.

- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI 10349:2016” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di SPINAZZOLA (BT) avente latitudine 40.58° N, longitudine 16.05°E e altitudine di 384m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

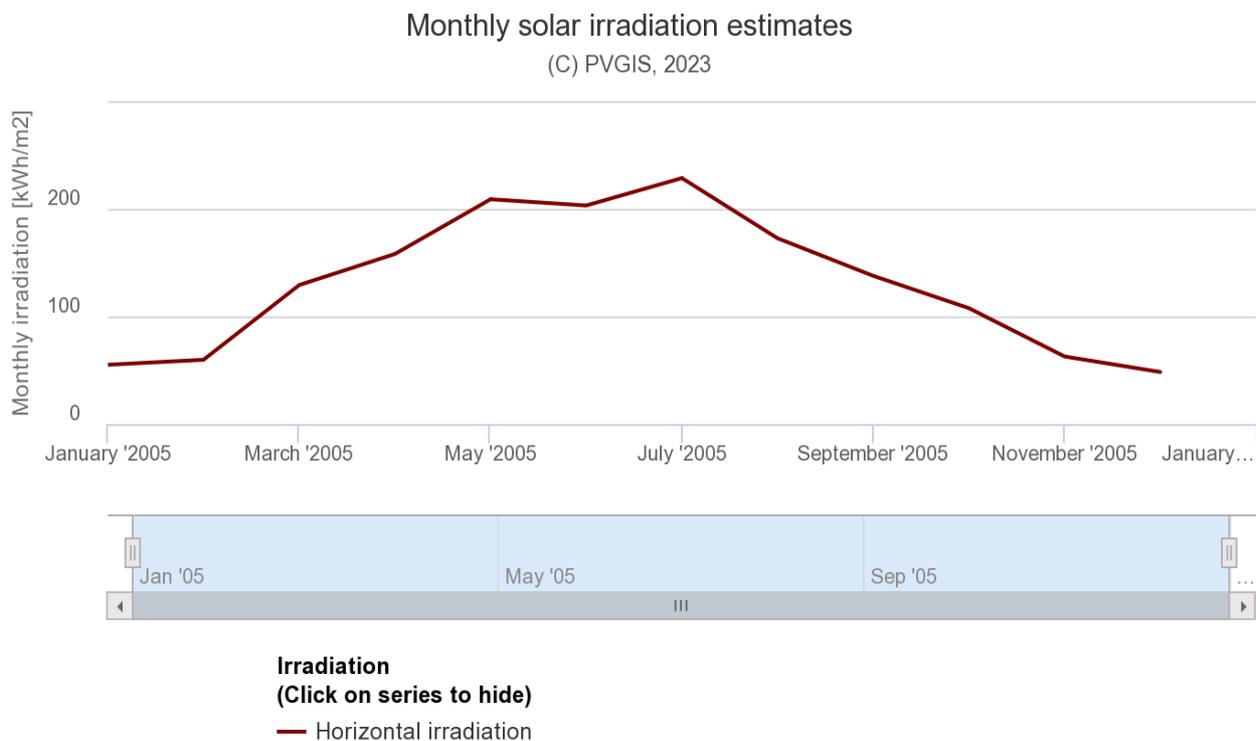
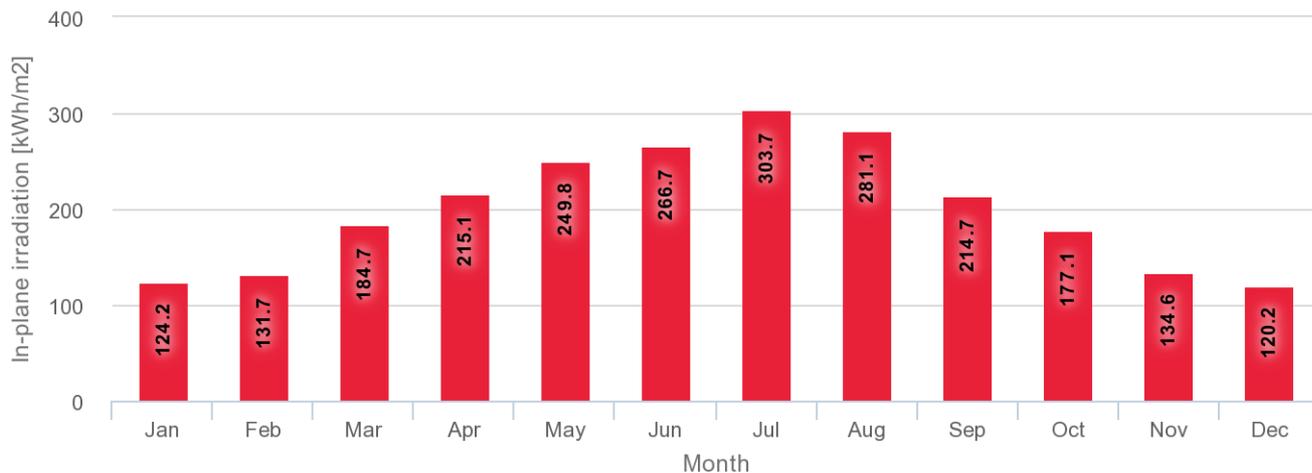


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1569.6kWh/**
m² (Fonte dati: UNI 10349:2016).

Monthly in-plane irradiation for tracking PV system

(C) PVGIS, 2023



Tracking mounting options
(Click on series to hide)

● Vertical axis

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di SPINAZZOLA (BT)

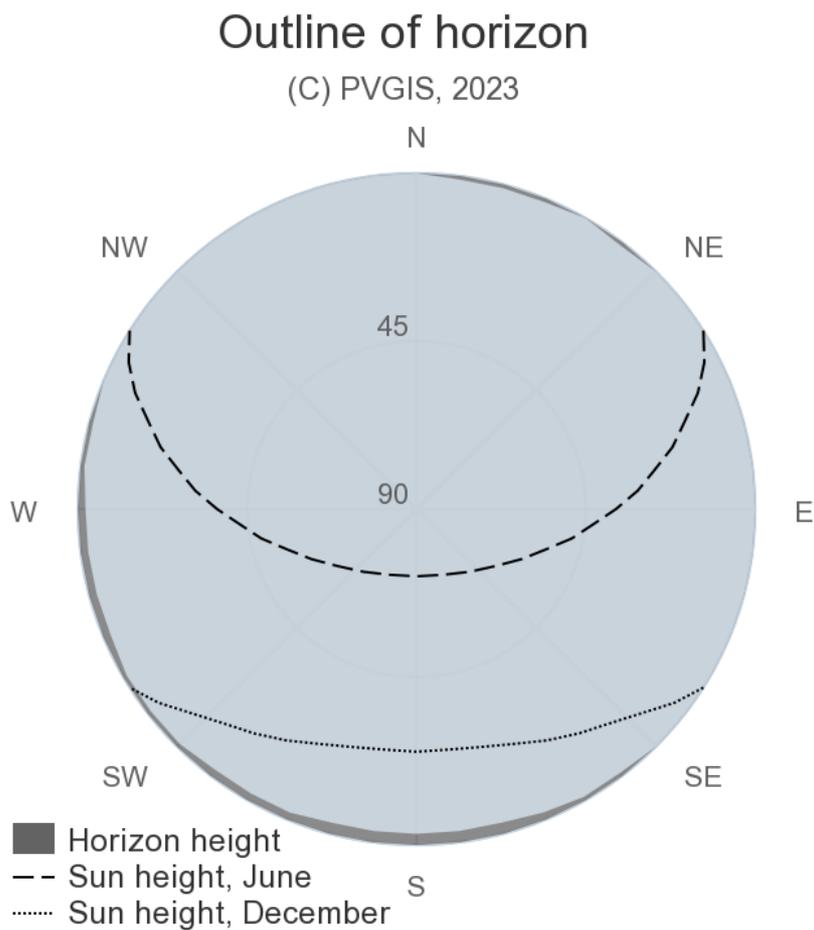


Fig. 2: Diagramma solare

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.

DATI GENERALI DEL PROGETTO

Il generatore fotovoltaico sarà di tipo installato a terra su tracker monoassiali est-ovest, e sarà costituito da moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino da 710Wp, marca **SUNERGY** modello **SUN66MD-H12SJ** posati in verticale su due file.

I moduli fotovoltaici sono bifacciali in silicio monocristallino, 2x66 celle pertanto di dimensioni 2384x1303x35mm, da 710Wp ovvero ad alta efficienza e di tipo bifacciale, e ciò garantisce a parità di potenza installata una minore occupazione del suolo rispetto a moduli con efficienza standard. Sono caratterizzati da una cornice in alluminio e da una lastra di protezione delle celle in EVA, che garantiscono una elevata resistenza meccanica oltre ad ottime prestazioni da un punto di vista di minori perdite per le connessioni elettriche, minori perdite dovute ad ombreggiamenti e minori perdite per temperature.

Mars Series
685W/690W/695W/700W/705W/
710W

SUN66MD-H12SJ
HALF-CELL, BIFACIAL, MBB, MONO
HJT DOUBLE GLASS MODULE
210MM CELLS

BACK VIEW FRONT VIEW

COMPREHENSIVE CERTIFICATES
IEC61215 / IEC61730 / IEC61701 / IEC62716 / IEC62304
ISO 9001: 2015 Quality management systems;
ISO 14001: 2015 Environmental management systems;
OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems;

KEY SALIENT FEATURES

- High output power
- Better Temperature Coefficient
- Long weather resistance
- Better power generation under shadows
- Strong anti-hot spot ability
- Enhanced safety

QUALIFICATIONS AND CERTIFICATES

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

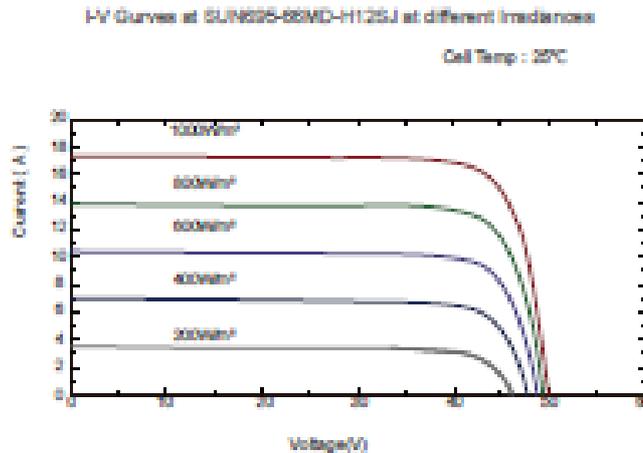
- 12 Years Manufacturing Warranty
- 12 Years 94.7% Power Output
- 30 Years 89.3% Power Output

0.3% Annual Degradation over 30 Years

SUNERGY USA WORKS LLC
Founded in 2008, Sunergy is a manufacturer of high-performance photovoltaic products. With 12 manufacturing bases and more than 20 branches around the world, the company's business covers modules, photovoltaic power stations and EPC. Sunergy products are available in over 120 countries and regions and are used extensively in ground-mounted power plants, commercial & industrial rooftop PV systems and residential rooftop PV systems.

SUNERGY USA WORKS LLC
www.sunergyworks.com

I moduli scelti sono caratterizzati da elevate efficienza, oltre che da tolleranze positive e da buona insensibilità alle variazioni delle tensioni al variare della temperature, come evidenziato dalle seguenti curve caratteristiche.



E dai seguenti parametri tecnici

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Module Type	685W		690W		695W		700W		705W		710W	
	STC	NOCT										
Maximum Power At STC(Pmax)	685W	529.2W	690W	533.1W	695W	537.0W	700W	540.8W	705W	544.7W	710W	548.6W
Short Circuit Current(Isc)	17.22A	13.89A	17.26A	13.92A	17.31A	13.96A	17.35A	13.99A	17.39A	14.02A	17.43A	14.04A
Open Circuit Voltage(Voc)	49.4V	46.6V	49.6V	46.7V	49.8V	46.9V	50.0V	47.1V	50.2V	47.3V	50.4V	47.5V
Maximum Power Current(Imp)	16.20A	13.06A	16.24A	13.09A	16.28A	13.13A	16.32A	13.16A	16.36A	13.19A	16.40A	13.21A
Maximum Power Voltage(Vmpp)	42.3V	40.5V	42.5V	40.7V	42.7V	40.9V	42.9V	41.1V	43.1V	41.3V	43.3V	41.5V
Module Efficiency	22.05%		22.21%		22.37%		22.53%		22.70%		22.86%	
Power Tolerance	0~+5W											

Maximum System Voltage	VDC 1500V
Maximum Series Fuse	35A
Increased Snowload Acc.to Iec 61215	5400Pa
Operating Temperature	-40~+85°C
Number Of Bypass Diodes	3
Nominal Operating Cell Temperature(Noct)	45°C±2°C
Temperature Coefficient Of Pmax	-0.26%/°C
Temperature Coefficient Of Voc	-0.24%/°C
Temperature Coefficient Of Isc	0.04%/°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH DIFFERENT REAR SIDE POWER GAIN

(Reference to 695W Front)

Backside Power Gain	10%	15%	20%	25%	30%
Maximum Power At STC(Pmax)	765	799	834	869	904
Short Circuit Current(Isc)	19.00	19.85	20.62	21.48	22.35
Open Circuit Voltage(Voc)	49.9	49.9	50.1	50.1	50.1
Maximum Power Current(Imp)	17.87	18.67	19.40	20.21	21.02
Maximum Power Voltage(Vmpp)	42.8	42.8	43.0	43.0	43.0

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, wind speed 1m/s.

Gli inverter sono della SMA modello SUNNY HIGHPOWER PEAK3 180-21 montati su in campo nelle vicinanze dei tracker e con potenza in AC pari a 180kVA per ogni inverter.

Technical Data	Sunny Highpower 172-21	Sunny Highpower 180-21
Input (DC)		
Max. PV array power	344 kWp	360 kWp
Max. input voltage	1500 V	1500 V
MPP voltage range / rated input voltage	968 V bis 1450 V / 968 V	1012 V bis 1450 V / 1012 V
Max. input current / max. short-circuit current	180 A / 325 A	
Number of independent MPP trackers	1	
Number of inputs	1 or 2 (optional) for external PV array junction boxes	
Output (AC)		
Rated power at nominal voltage	172 kW	180 kW
Max. apparent power	172 kVA	180 kVA
Nominal AC voltage / AC voltage range	660 V / 528 V to 759 V	690 V / 552 V to 793 V
AC grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz	
Rated grid frequency	50 Hz	
Max. output current	151 A	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0 overexcited to 0 underexcited	
Harmonic (THD)	< 3%	
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE	
Efficiency		
Max. efficiency / European efficiency	99.2% / 98.9%	99.2% / 98.9%

Sulla base della potenza di picco del campo in DC e delle caratteristiche dei moduli il campo il generatore fotovoltaico è costituito da 41.652 moduli da 710Wp in silicio monocristallino, posati su due file in verticale su strutture in acciaio zincato direttamente infisse nel terreno con angolo di azimut 0° ad inseguimento solare definito tracker monoassiale.

Le 1602 stringhe sono formate da 26 moduli collegati in serie, ciascuna delle stringhe afferisce agli inverter dislocati in campo, 155 in tutto suddivisi fra i 4 sottocampi.

Tutti gli inverter di ciascun sottocampo afferiscono a cabine di trasformazione con trasformatori da 2000/2500kVA con uscita a 36kV.

Le varie cabine, 12 in totale, sono collegate tramite una rete in AT che raccoglie l'energia e la convoglia nelle 2 cabine di raccolta da cui viene poi inviata al punto di consegna dove viene immessa nella rete elettrica nazionale.

È prevista inoltre in questa fase, la predisposizione di aree destinate ad edifici/strutture di supporto, tipo le control room.

STIMA PRODUCIBILITA'

Effettuiamo adesso la stima della producibilità dell'impianto nelle seguenti condizioni:

1. assenza di perdite per manutenzione, ovvero non considerando eventuali failure del sistema di inseguimento del tracker e non considerando failure degli inverter e di intervento delle protezioni,
2. disponibilità di radiazione solare come sopra descritta
3. perdite dovute :
 - Perdita per irraggiamento
 - Perdite per ombreggiamento
 - Perdite per temperatura
 - Perdita per mismatch
 - Perdita per effetto joule nei cavi sezione CC
 - Perdita per effetto joule nei cavi sezione AC/BT
 - Perdita per effetto joule nei cavi sezione AC/AT
 - Perdite nell'inverter
 - Perdite nei trasformatori

Project summary			
Geographical Site Spinazzola BIS Italia	Situation		Project settings
	Latitude	40.96 °N	Albedo 0.20
	Longitude	15.99 °E	
	Altitude	413 m	
	Time zone	UTC+1	
Meteo data Spinazzola BIS PVGIS api TMY			

System summary			
Grid-Connected System		Unlimited trackers	
PV Field Orientation		Near Shadings	
Orientation		No Shadings	
Tracking horizontal axis		Tracking algorithm	
		Astronomic calculation	
System information			
PV Array			
Nb. of modules	41652 units	Inverters	
Pnom total	29.57 MWp	Nb. of units	155 units
		Pnom total	27.90 MWac
		Pnom ratio	1.060
User's needs			
Unlimited load (grid)			

Results summary					
Produced Energy	54154184 kWh/year	Specific production	1831 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	85.16 %

Table of contents	
Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	5
Loss diagram	6
Predef. graphs	7

General parameters

Grid-Connected System		Unlimited trackers	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	
Orientation		Astronomic calculation	
Tracking horizontal axis			
		Trackers configuration	
		Nb. of trackers	10 units
		Unlimited trackers	
		Sizes	
		Tracker Spacing	10.00 m
		Collector width	4.79 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	47.9 %
		Left inactive band	0.02 m
		Right inactive band	0.02 m
		Phi min / max.	-/+ 60.0 °
		Shading limit angles	
		Phi limits for BT	-/+ 61.0 °
Models used			
Transposition	Perez		
Diffuse	Imported		
Circumsolar	separate		
Horizon		Near Shadings	
Free Horizon		No Shadings	
Bifacial system			
Model	2D Calculation unlimited trackers		
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	10.00 m	Ground albedo	0.30
Tracker width	4.83 m	Bifaciality factor	75 %
GCR	48.3 %	Rear shading factor	4.0 %
Axis height above ground	2.30 m	Rear mismatch loss	1.0 %
		Shed transparent fraction	1.3 %
		User's needs	
		Unlimited load (grid)	

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Sunergy	Manufacturer	SMA
Model	SUN66MD-H12SJ	Model	Sunny Highpower 180-21
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	710 Wp	Unit Nom. Power	180 kWac
Number of PV modules	41652 units	Number of inverters	155 units
Nominal (STC)	29.57 MWp	Total power	27900 kWac
Modules	1602 Strings x 26 In series	Operating voltage	1012-1500 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	
Pmpp	28.15 MWp	1.06	
U mpp	1051 V		
I mpp	26784 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	29573 kWp	Total power	27900 kWac
Total	41652 modules	Number of inverters	155 units
Module area	129386 m ²	Pnom ratio	1.06

Main results

System Production

Produced Energy 54154184 kWh/year

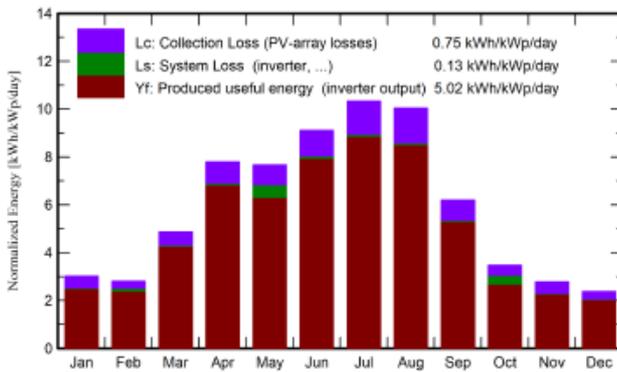
Specific production

1831 kWh/kWp/year

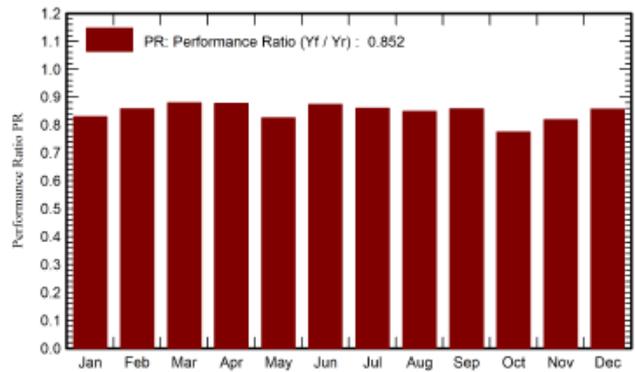
Performance Ratio PR

85.16 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



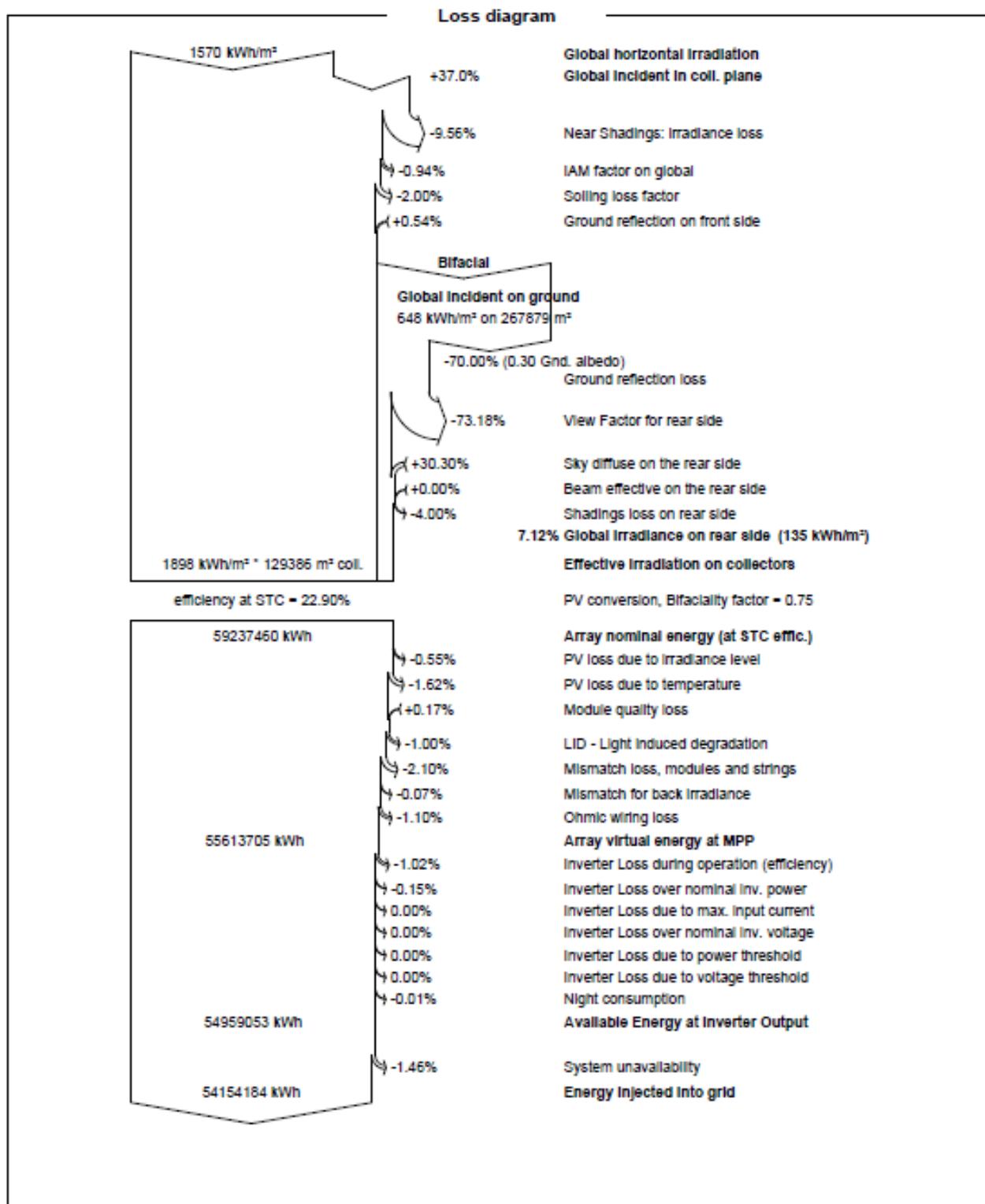
Balances and main results

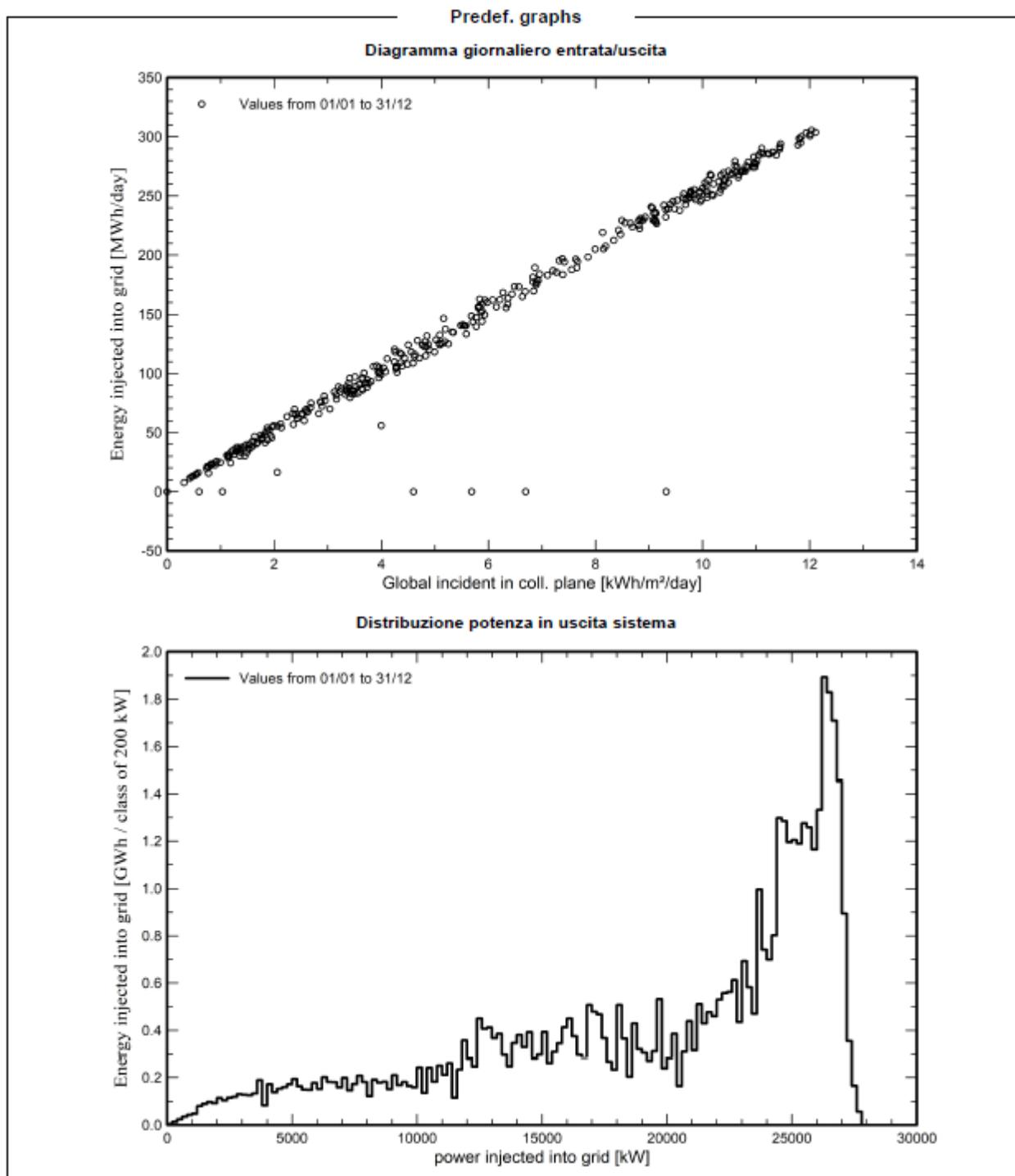
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	62.9	26.48	5.62	93.7	76.4	2322575	2298492	0.829
February	61.0	37.21	4.70	78.5	67.4	2086664	1988917	0.857
March	111.4	53.87	7.04	150.8	130.7	3962047	3920500	0.879
April	170.3	61.24	12.29	233.9	208.4	6129979	6068082	0.877
May	180.8	77.49	15.01	237.6	214.1	6276257	5795126	0.825
June	204.7	76.58	21.35	273.5	247.9	7135511	7063708	0.873
July	231.9	66.85	25.50	320.0	289.8	8215495	8133725	0.859
August	219.5	57.10	25.87	311.2	278.2	7887081	7810233	0.849
September	133.2	53.79	17.49	186.0	162.3	4766439	4718346	0.858
October	82.9	44.09	14.70	107.8	93.7	2814210	2468716	0.774
November	57.6	29.09	8.37	83.4	67.4	2043503	2020106	0.819
December	53.4	27.02	5.28	73.8	61.5	1889935	1868232	0.856
Year	1569.6	610.82	13.66	2150.3	1898.0	55529695	54154184	0.852

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

Sintetizzate nel seguente diagramma





Si stima con l'ausilio del software PVGIS come da report in allegato, per l'impianto di potenza totale pari a 29,57MWp una produzione di energia annua pari a 54.154MWh (equivalente a circa 1831kWh/kW)

Nel grafico seguente si riporta l'energia prodotta mensilmente:

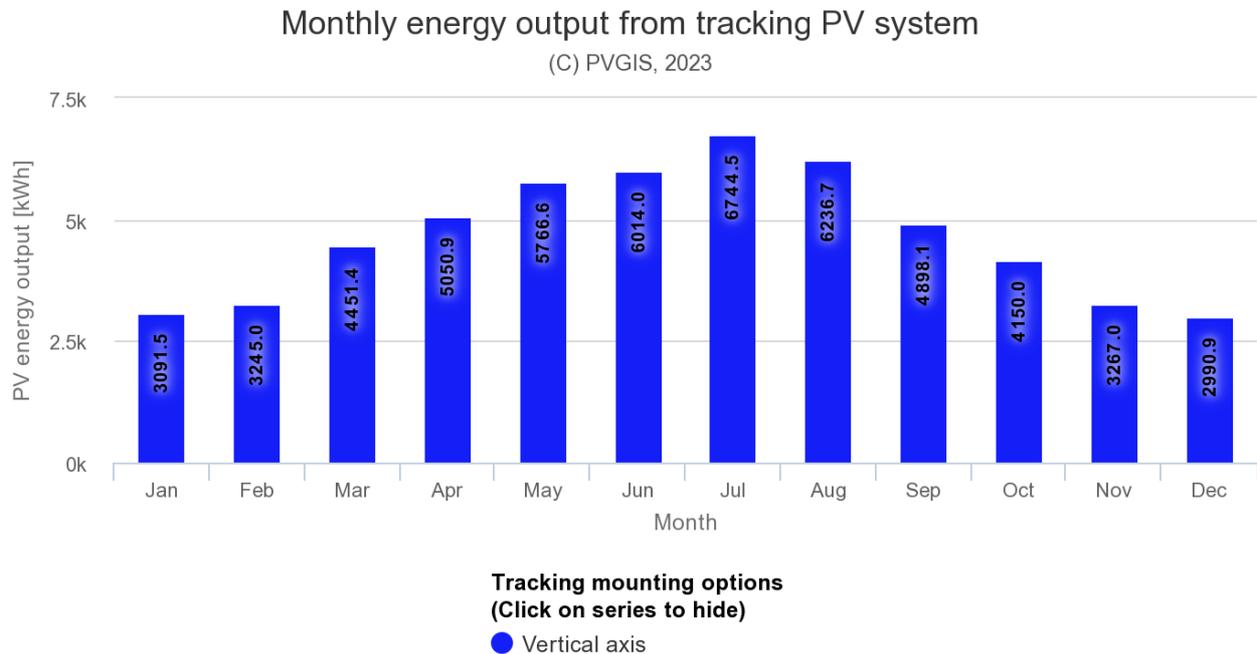


Fig. 2: Energia mensile prodotta dall'impianto in MWh

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	10.127
TEP risparmiate in 20 anni	202.534

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

Sulla base di quanto esposto l'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione consente le

riduzioni di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra, nelle quantità sintetizzate nella tabella seguente:

Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	948,00	0,75	0,85	0,03
Emissioni evitate in un anno [kg]	51.337.992	40.615	46.031	1.624,62
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	1.026.759.840	812.310	920.618	32.492

Il Tecnico

Dott.Ing. Antonio MISCHITELLI

Firma  