

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI BARI



COMUNE DI GRAVINA IN PUGLIA



Denominazione impianto:

SERRA SAN FELICE

Ubicazione:

Comune di Gravina in Puglia (BA)  
Località "Serra San Felice"

Foglio: 71/72/92

Particelle: varie

PROGETTO DEFINITIVO

per la realizzazione di un impianto agrovoltaico da ubicare nel comune di Gravina in Puglia (BA) in località "Serra San Felice", potenza nominale pari a 60,7265 MW in DC e potenza in immissione pari a 55,776 MW AC e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso comune.

PROPONENTE



GRAVINA 2 SAN FELICE SOLAR ENERGY S.R.L.  
Piazza Generale Armando Diaz n.7 – Milano (MI)  
P.IVA 10812750965  
PEC: [catalanosolarenergy@legalmail.it](mailto:catalanosolarenergy@legalmail.it)

CODICE AUTORIZZARIO UNICA EL5FQ24

ELABORATO

RELAZIONE DI PRODUCIBILITA'

Tav. n°

15DS

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Dicembre 2021	Istanza per l'avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'Art.23 del D.Lga.152/2006 e ss.mm.ii.			

PROGETTAZIONE

ALTEA ENERGIA spa  
Sede operativa: Via Pavia 11/B, Rivoli (TO) 10098  
Sede legale: Corso Umberto 8, Torino (TO) 10121  
P.Iva 08013190015  
PEC: [alteaenergia@pec.it](mailto:alteaenergia@pec.it)



Dott. Ing. SAVERIO GRAMEGNA  
Via Caduti di Nassiriya n. 179 - 70022 Altamura (BA)  
Ordine degli Ingegneri di Bari n. 8443  
PEC: [saverio.gramegna@ingpec.eu](mailto:saverio.gramegna@ingpec.eu)  
Cell:3286812690

IL TECNICO

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

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

## 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 GRAVINA 2 SAN FELICE SOLAR ENERGY s.r.l., con sede in Piazza Gen. Armando DIAZ, n°7 MILANO (MI), P.I.10812750965, della progettazione dell'impianto elettrico a servizio impianto agrovoltaico da ubicare nel comune di Gravina in Puglia (BA) in località "Serra San Felice", potenza nominale pari a 60,7265 MW in DC e potenza in immissione pari a 55,776 MW AC e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nello stesso comune, 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:

**GRAVINA 2 SAN FELICE SOLAR ENERGY s.r.l.**

**PIAZZA GENERALE ARMANDO DIAZ 7 – MILANO (MI)**

**P.IVA 10812750965**

**PEC catalanosolareenergy@legalmail.it**

2

*Il tecnico:*

*dott. ing. Antonio MISCHITELLI*

*Il Committente:*

*GRAVINA 2 SAN FELICE SOLAR ENERGY s.r.l.*

## 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:

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

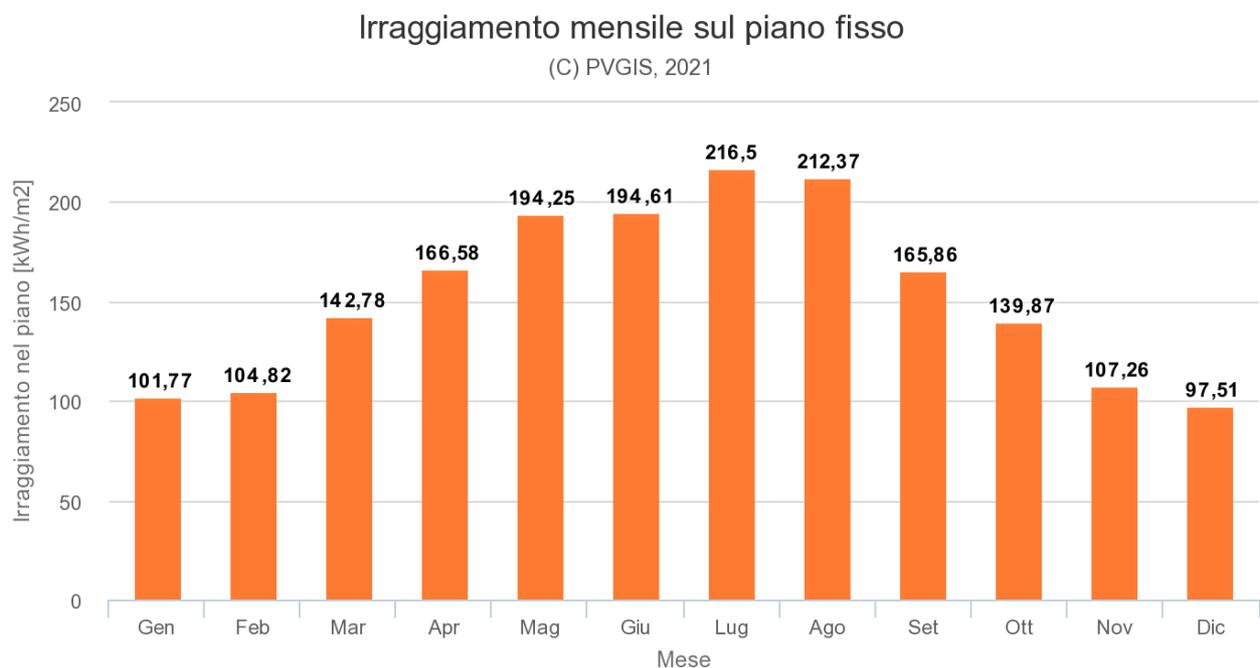
per i seguenti valori:

- 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 GRAVINA (BA) avente latitudine 40°.8185 N, longitudine 16°.3177 E e altitudine di 466m.s.l.m. i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:



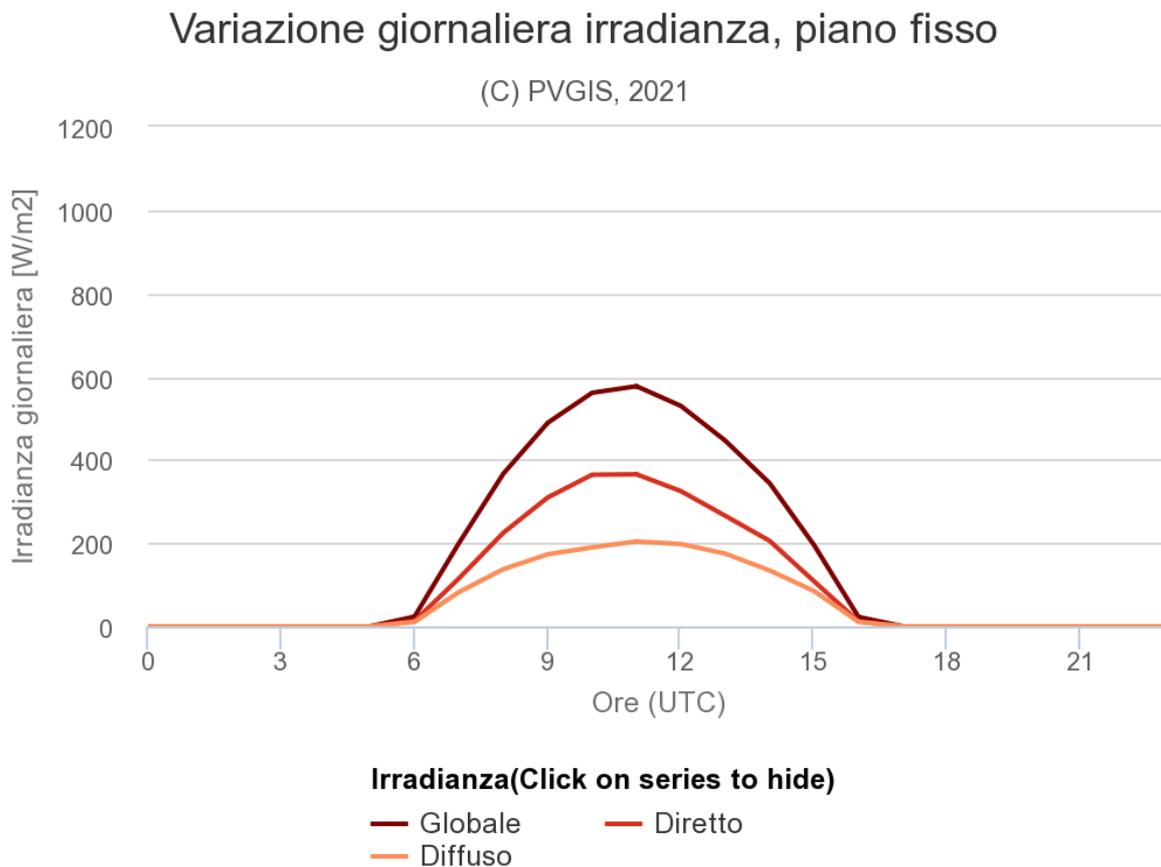


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m<sup>2</sup>]- Fonte dati: UNI 10349:2016

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1534 kWh/m<sup>2</sup>** (Fonte dati: UNI 10349:2016).

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 GRAVINA

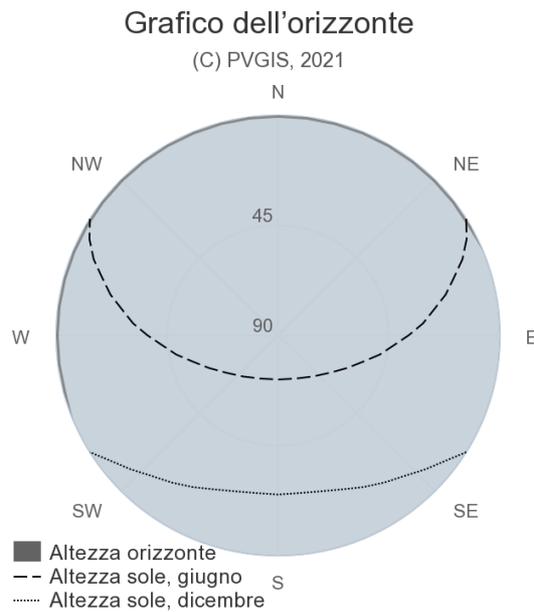


Fig. 2: Diagramma solare

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 monocristallino da 580Wp, marca **JINKO SOLAR** modello **JKM-580M-7RL4-TV** posati in verticale su tre file.

I moduli fotovoltaici sono bifacciali in silicio monocristallino, 2x78 celle pertanto di dimensioni 2411x1134x30mm, da 580Wp ovvero ad alta efficienza, 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 predite dovute ad ombreggiamenti e minori perdite per temperature.

www.jinkosolar.com

**Jinko Solar**  
Building Your Dream in Solar

**TR Bifacial 560-580 Watt**  
Tiling Ribbon (TR) Technology  
Positive power tolerance of 0~+3%  
ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018 certified factory  
IEC61215, IEC61730 certified product

**Tiger Pro**

**KEY FEATURES**

- TR technology + Half Cell**  
TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (bi-facial up to 21.21%)
- MBB instead of SB**  
MBB technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.
- Higher lifetime Power Yield**  
2% 1st year degradation,  
0.45% linear degradation
- Best Warranty**  
12 year product warranty,  
30 year linear power warranty
- Strengthened Mechanical Support**  
5400 Pa snow load, 2400 Pa Wind load

**LINEAR PERFORMANCE WARRANTY**  
12 Year Product Warranty - 30 Year Linear Power Warranty  
0.46% Annual Degradation Over 30 years

Additional value from Jinko Solar's linear warranty

100%  
90%  
80%  
70%  
60%  
50%  
40%  
30%  
20%  
10%  
0%0 5 10 15 20 25 30 years

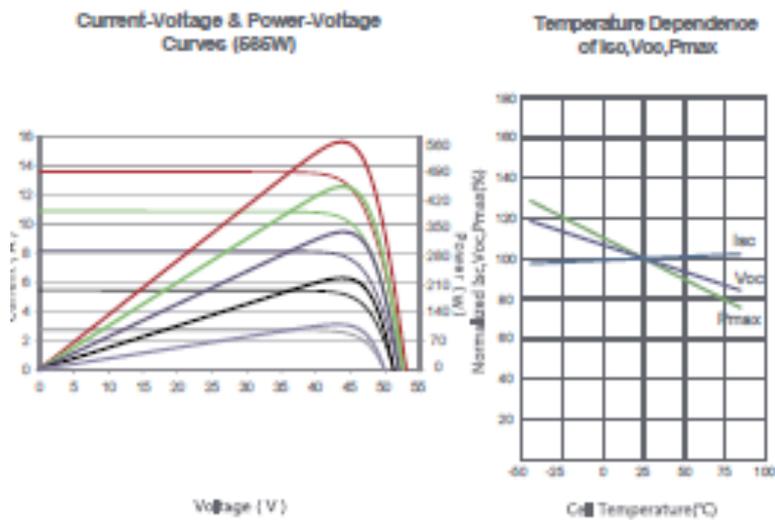
Linear performance warranty  
Standard performance warranty  
P-type Bifacial linear performance warranty

PV CYCLE  
CE  
POSITIVE QUALITY  
CLEAN ENERGY COUNCIL

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.

### Electrical Performance & Temperature Dependence



E dai seguenti parametri tecnici

### SPECIFICATIONS

Module Type	JKM560M-7RL4-TV		JKM565M-7RL4-TV		JKM570M-7RL4-TV		JKM575M-7RL4-TV		JKM580M-7RL4-TV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	560Wp	417Wp	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	43.65V	40.63V	43.77V	40.74V	43.89V	40.85V	44.00V	40.96V	44.11V	41.07V
Maximum Power Current (Imp)	12.83A	10.26A	12.91A	10.32A	12.99A	10.38A	13.07A	10.44A	13.15A	10.51A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.85V	49.88V	52.97V	50.00V	53.09V	50.11V	53.20V	50.21V	53.31V	50.32V
Short-circuit Current (Isc)	13.51A	10.91A	13.59A	10.98A	13.67A	11.04A	13.75A	11.11A	13.83A	11.17A
Module Efficiency STC (%)	20.48%		20.67%		20.85%		21.03%		21.21%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	70±5%									

Il tecnico:  
 dott. ing. Antonio MISCHITELLI

Il Committente:  
 GRAVINA 2 SAN FELICE SOLAR ENERGY s.r.l.

Gli inverter di progetto sono invece di marca **INGECON SUN** modello **1800 MSK** alloggiati in skid dotato di trasformatore. Sono stati scelti skid che montano n°4 inverter ed hanno le seguenti caratteristiche tecniche:

:

	MSK17 - Dual Inverter	MSK17 - Single + Dual Inverter	MSK17 - Double Dual Inverter
Number of inverters	2	3	4
Rated power @50 °C / 122 °F	3,227 kVA	4,840 kVA	6,454 kVA
Max. power @30 °C / 86 °F	3,586 kVA	5,379 kVA	7,172 kVA
Skid Size	5,200 x 2,100 mm / 17 x 7 ft	5,200 x 2,100 mm / 17 x 7 ft	5,200 x 2,100 mm / 17 x 7 ft
Max. estimated skid weight (without inverters)	12 tons	16 tons	21 tons
Voltage class	24 - 36 kV	24 - 36 kV	24 - 36 kV
Installation altitude <sup>(1)</sup>	Up to 4,500 m (14,765 ft)	Up to 4,500 m (14,765 ft)	Up to 4,500 m (14,765 ft)
Operating temperature range	-20 °C to +60 °C / -4 °F to +140 °F	-20 °C to +60 °C / -4 °F to +140 °F	-20 °C to +60 °C / -4 °F to +140 °F

	1800 MSK	3600 MSK	5400 MSK	7200 MSK
<b>General data</b>				
Number of inverters	1	2	3	4
Max. power @30 °C / 86 °F <sup>(1)</sup>	1,793 kVA	3,586 kVA	5,379 kVA	7,172 kVA
Operating temperature range	from -20 °C to +50 °C			
Relative humidity (non-condensing)	0 - 100%			
Maximum altitude	3,000 masl (power derating starting at 2,000 masl)			
<b>LV / MV Transformer</b>				
Medium voltage	From 20 kV up to 35 kV, 50-60 Hz			
Cooling system	ONAN			
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) <sup>(2)</sup>	99.40%			
Protection degree	IP54			
<b>MV Switchgear</b>				
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV			
Rated current	630 A			
Cooling system	Natural air ventilation			
Protection degree	IP54			
<b>Equipment</b>				
LV-AUX Switchgear	Standard version (optional monitoring system)			
LV / MV Transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer			
MV Switchgear	1L1A cells (2L1A optional)			
<b>Mechanical information</b>				
Structure type	Hot dip galvanized steel skid			
Body dimensions	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft	5,880 x 2,100 mm / 19 x 7 ft
Max. estimated skid weight (without inverters)	11 T	12 T	13.5 T	17 T
Standards	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1			

Sulla base della potenza di picco del campo in DC e delle caratteristiche dei moduli il campo il generatore fotovoltaico è costituito da 104.700 moduli da 580Wp in silicio monocristallino, posati su tre file in verticale su strutture in acciaio zincato direttamente infisse nel terreno con angolo di inclinazione 20°.

Le 4188 stringhe sono formate da 25 moduli collegati in serie, ciascuna delle stringhe afferisce ai quadri di parallelo dislocati in campo, 303 in tutto; 50 per il sottocampo 1, 53 per il sottocampo 2, 43 per il sottocampo 3, 60 per il sottocampo 4, 56 per il sottocampo 5 e 41 per il sottocampo 6.

Tutti i quadri di ciascun sottocampo afferiscono ad inverter centralizzati da 1,7 MW; sono previste cabine di trasformazione con due, tre o quattro inverter. Tutti gli inverter sono alloggiati in uno skid prefabbricato plug and play contenente un trasformatore elevatore con la relativa protezione MT. I vari skid sono collegati tramite una rete in MT che raccoglie l'energia e la convoglia nella cabina di raccolta da cui viene poi inviata al punto di consegna dove viene immessa nella rete elettrica nazionale.

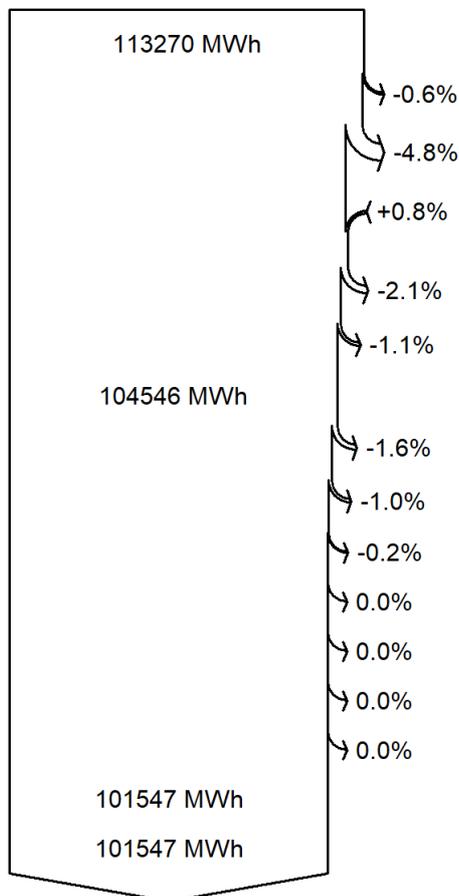
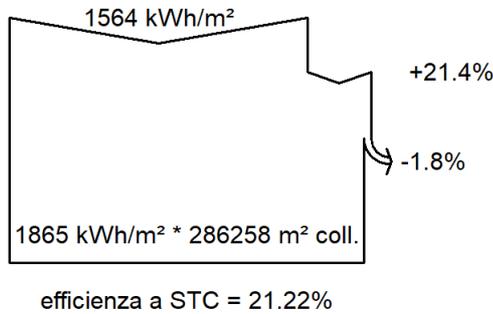
### **STIMA PRODUCIBILITA'**

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, d
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/MT
  - Perdite nell'inverter
  - Perdite nei trasformatori

Sintetizzate nel seguente diagramma

**Diagramma dell perdite per "Nuova variante di simulazione" - anno**



**Irraggiamento orizzontale globale**

**Globale incidente piano coll.**

Fattore IAM su globale

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

**Energia nominale campo (effic. a STC)**

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

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 corrent

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento

Perdita inverter per non raggiungimento

Consumi notturni

**Energia in uscita inverter**

**Energia immessa in rete**

Si stima con l'ausilio del software PV GIS come da report in allegato, per l'impianto di potenza totale pari a 60,7265MWp una produzione di energia annua pari a **87.710,239MWh** (equivalente

a circa **1444kWh/kW**)

Nel grafico seguente si riporta l'energia prodotta mensilmente:

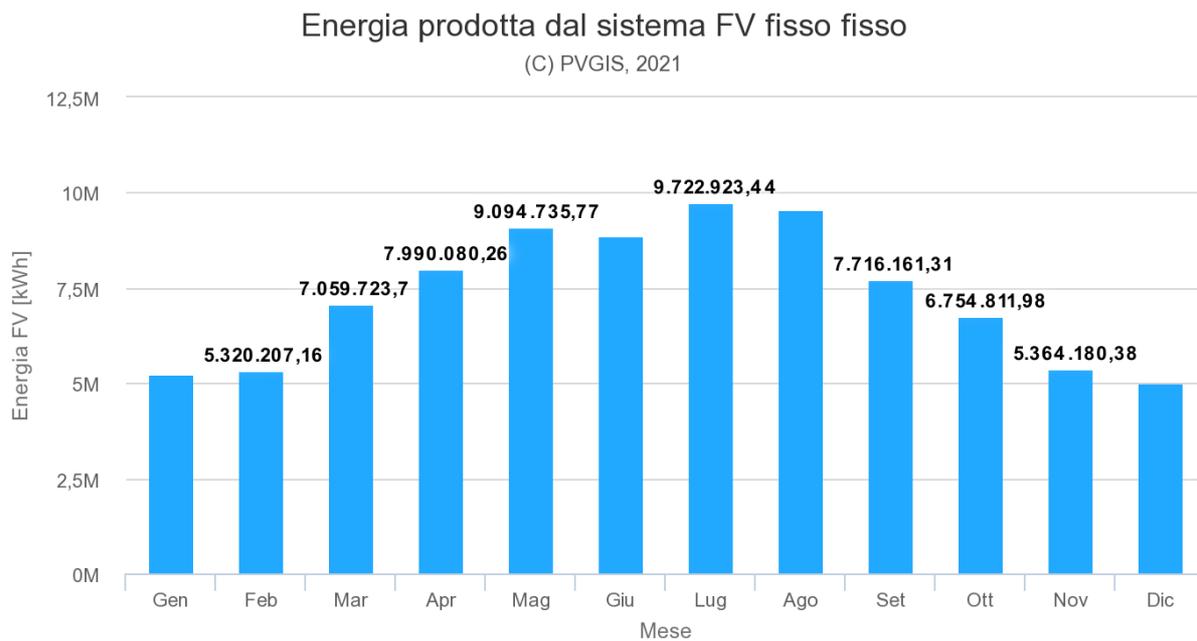


Fig. 2: Energia mensile prodotta dall'impianto in MWh

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 1 MWh 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	16.401
TEP risparmiate in 20 anni	328.036

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 <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	948,00	0,75	0,85	0,03
Emissioni evitate in un anno [kg]	83.149.306,572	65.782,68	74.553,70	2.631,31
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	1.662.986.131,44	1.315.653,58	1.491.074	52.626,14

Il Tecnico

Dott.Ing. Antonio MISCHITELLI

Firma 