

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNI DI MANFREDONIA  
ED ORTA NOVA



Denominazione impianto:

**LA PESCIA**

Ubicazione:

**Comuni di Manfredonia (FG) ed Orta Nova (FG)  
Località "La Pescia" e "Santa Felicità"**

## PROGETTO DEFINITIVO

**per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro  
dei comuni di Manfredonia (FG) ed Orta Nova (FG) in località "La Pescia" e "Santa Felicità",  
potenza nominale pari a 39,8268 MW in DC e potenza in immissione pari a 37,8 MW in AC,  
e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nei comuni  
di Manfredonia (FG), Orta Nova (FG), Carapelle (FG), Cerignola (FG) e Foggia (FG).**

PROPONENTE



**SORGENIA RENEWABLES S.R.L.**

Milano (MI) Via Algardi Alessandro 4 - CAP 20148

Partita IVA: 10300050969

Indirizzo PEC: [sorgenia.renewables@legalmail.it](mailto:sorgenia.renewables@legalmail.it)

ELABORATO

## Relazione Producibilità

Tav. n°

**14DS**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Ottobre 2022	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06			

PROGETTAZIONE

**GRM GROUP S.R.L.**  
Via Caduti di Nassiriya n. 179  
70022 Altamura (BA)  
P. IVA 07816120724  
PEC: [grmgroupsrl@pec.it](mailto:grmgroupsrl@pec.it)  
Tel.: 0804168931



Spazio riservato agli Enti

IL TECNICO

**Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE**  
Contrada Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)  
Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924  
PEC: [antonioavallone@pec.it](mailto:antonioavallone@pec.it)  
Cell: 339 796 8183



**Dott. Ing. Nicola Incampo**  
Via Golgota 3B  
70022 Altamura (BA)  
Ordine degli Ingegneri di Bari n. 6280  
PEC: [nicola.incampo6280@pec.ordingbari.it](mailto:nicola.incampo6280@pec.ordingbari.it)  
Cell: 3806905493



## Sommario

<b>RELAZIONE PRODUCIBILITÀ</b>	<b>3</b>
<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE</b>	<b>4</b>
<b>CRITERIO GENERALE DI CALCOLO</b>	<b>4</b>
<b>CRITERIO DI STIMA DELL'ENERGIA PRODOTTA</b>	<b>4</b>
<b>DATI GENERALI DEL PROGETTO</b>	<b>5</b>
<b>STIMA PRODUCIBILITÀ</b>	<b>11</b>

## RELAZIONE PRODUCIBILITÀ

### PREMESSA

Il progetto oggetto della presente relazione riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico della Potenza nominale in DC di **39,8268 MWp** e potenza in immissione massima in AC **37,8 MWp**, identificato dal codice di rintracciabilità **202102651**

L'area oggetto della progettazione ricade nei Comuni di Manfredonia località “*La Pescia*” ed Orta Nova località “*Santa Felicita*” in provincia di Foggia su terreni ad uso agricolo di estensione all'incirca di 57 ha.

Il progetto prevede la costruzione di una nuova linea elettrica interrata in alta tensione (AT) a 36 kV, che permetterà di allacciare l'impianto alla rete di trasmissione nazionale gestita da Terna tramite un collegamento in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di un futuro ampliamento della Stazione Elettrica 150/380 kV di Manfredonia, localizzata a circa 2 km in linea d'aria dall'impianto.

L'impianto agrivoltaico prevede l'utilizzo di inseguitori solari monoassiali, strutture che attraverso opportuni movimenti meccanici, permettono di orientare nel corso della giornata i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari.

Il progetto è finalizzato alla produzione di energia elettrica rinnovabile integrato con la produzione agricola e ben si inquadra nel disegno nazionale di incremento delle risorse energetiche utilizzando fonti alternative a quelle di sfruttamento dei combustibili fossili. La realizzazione di questi ultimi viene ritenuta una corretta strada per la realizzazione di fonti energetiche alternative principalmente in relazione ai requisiti di rinnovabilità e inesauribilità, assenza di emissioni inquinanti e di opere imponenti per la realizzazione nonché possibilità di essere rimossi, al termine della vita produttiva, senza apportare variazioni significative al sito.

## DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETÀ PROPONENTE

Il progetto in esame è proposto dalla società:



### **SORGENIA RENEWABLES S.R.L.**

Via Algardi Alessandro n. 4, Milano (MI) 20148

P.IVA 10300050969

PEC: sorgenia.renewables@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.

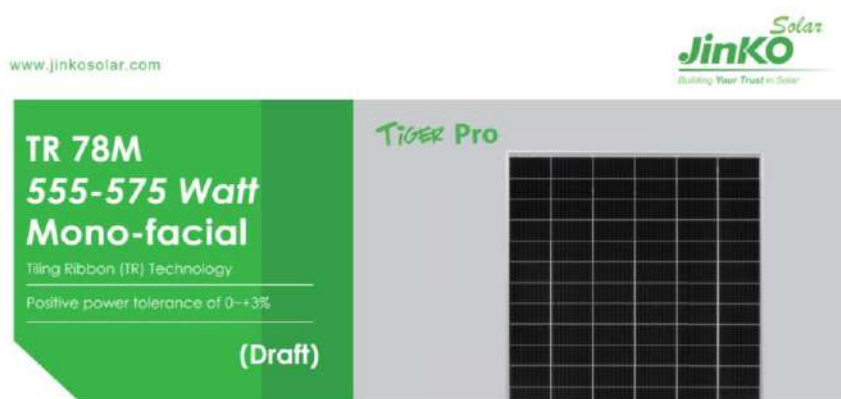
## DATI GENERALI DEL PROGETTO

Il generatore dell'impianto agrivoltaico sarà composto da **69.264** moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 575 Wp per una potenza di picco complessiva di **39,8268** MWp. I moduli saranno raggruppati in **2.664** stringhe formate da **26** moduli collegati in serie, il campo sarà suddiviso in **9** sottocampi di livello I, ciascuno diviso a sua volta in **24** sottocampi di livello II; i **216** quadri di parallelo di stringa relativi ai diversi sottocampi di livello II afferiscono a gruppi di stringhe in numerosità variabile tra 10 e 15.

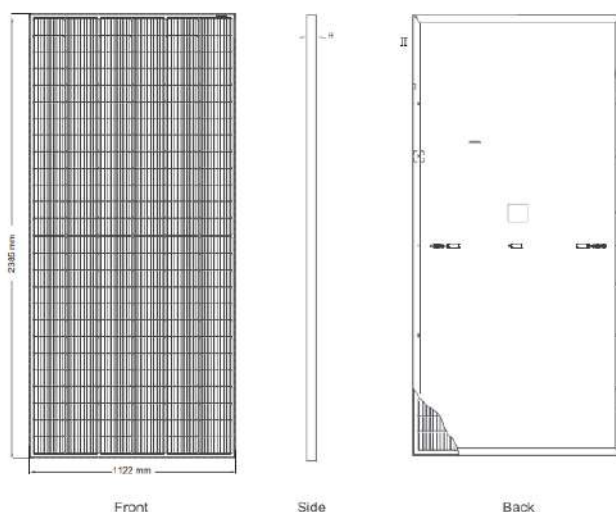
Ogni sottocampo di livello I è caratterizzato dalla potenza di 4,5 MWp circa, ed è dotato di una Power Station con inverter centralizzato per la conversione CC/CA della corrente elettrica, un trasformatore BT/MT per l'innalzamento della tensione fino al valore di 30 kV e quadro MT. La rete MT interna ai due campi è composta da due tronchi radiali ed ha il compito di raccogliere l'energia prodotta e convogliarla alla cabina di smistamento dove avviene l'innalzamento della tensione al valore nominale di 36 kV. Infine, mediante un cavidotto interrato in AT, l'energia viene trasportata fino al punto di consegna (SE Manfredonia) dove viene immessa nella rete elettrica nazionale in accordo con la soluzione di connessione ricevuta da Terna (codice rintracciabilità 202102651).

I moduli fotovoltaici scelti sono i **JKM575M-7RL4-V della JINKO SOLAR** in silicio monocristallino, 2x78 celle e di dimensioni 2385x1122x35 mm, da 575 Wp. I moduli sono 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, una resistenza al fuoco di classe A tipo 3 oltre a ottime prestazioni da un punto di vista di minori perdite per le connessioni elettriche, minori perdite dovute ad ombreggiamenti e minori perdite per temperature.

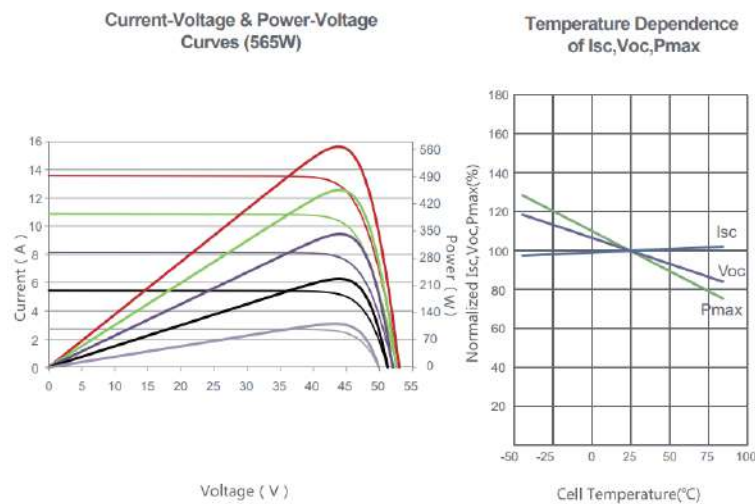


### Engineering Drawings



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

### Electrical Performance & Temperature Dependence



E dai seguenti parametri tecnici:

### SPECIFICATIONS

Module Type	JKM555M-7RL4-V		JKM560M-7RL4-V		JKM565M-7RL4-V		JKM570M-7RL4-V		JKM575M-7RL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	555Wp	413Wp	560Wp	417Wp	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.19V	40.55V	44.31V	40.63V	44.43V	40.72V	44.55V	40.80V	44.67V	40.89V
Maximum Power Current (Imp)	12.56A	10.18A	12.64A	10.25A	12.72A	10.32A	12.80A	10.39A	12.88A	10.46A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.80V	49.84V	52.90V	49.93V	53.00V	50.03V	53.10V	50.12V	53.20V	50.21V
Short-circuit Current (Isc)	13.42A	10.84A	13.50A	10.90A	13.58A	10.97A	13.66A	11.03A	13.74A	11.10A
Module Efficiency STC (%)	20.74%		20.93%		21.11%		21.30%		21.49%	
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									

I moduli saranno posizionati su strutture ad inseguimento, ovvero tracker monoassiali, ad infissione diretta nel terreno con macchina operatrice battipalo, e sono realizzate per allocare 2x26 moduli (2 stringhe) in verticale su due file come da foto esemplificativa:

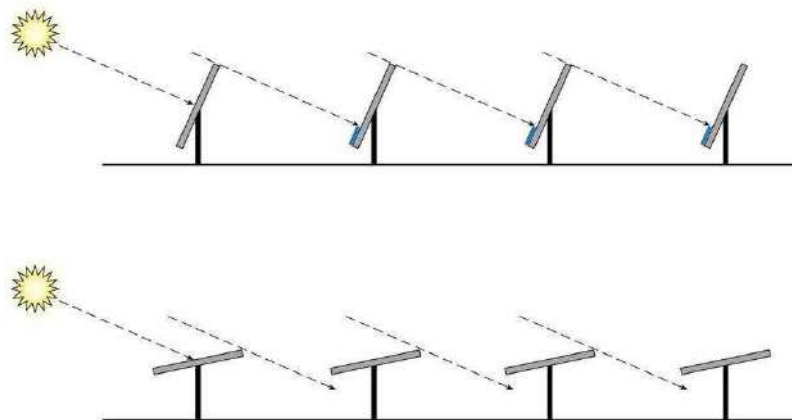


L'utilizzo di tali strutture permette di orientare i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari nel corso della giornata, mantenendo invariata l'inclinazione dell'asse di rotazione del pannello rispetto al terreno, ovvero mantenendo invariato l'angolo di TILT.

La variazione dell'angolo avviene in modo automatico grazie ad un apposito algoritmo di controllo di tipo astronomico oppure attraverso l'utilizzo di celle fotovoltaiche ausiliari che installate con angolazioni differenti consentono al sistema di determinare l'angolo di ottimo.

Il movimento dei tracker è azionato da un motore elettrico alimentato in corrente continua trifase di potenza pari a circa 180 W e 370 W rispettivamente e controllato in modo automatico dall'algoritmo. I tracker saranno dotati di opportuno sistema di backtracking per assicurare l'assenza di ombreggiamento durante ogni ora del giorno. Infatti quando l'angolo di elevazione del Sole si riduce, ovvero la mattina presto o la sera, il sistema di backtracking inverte la rotazione della struttura come meglio illustrato nella figura sottostante.





### Backtracking

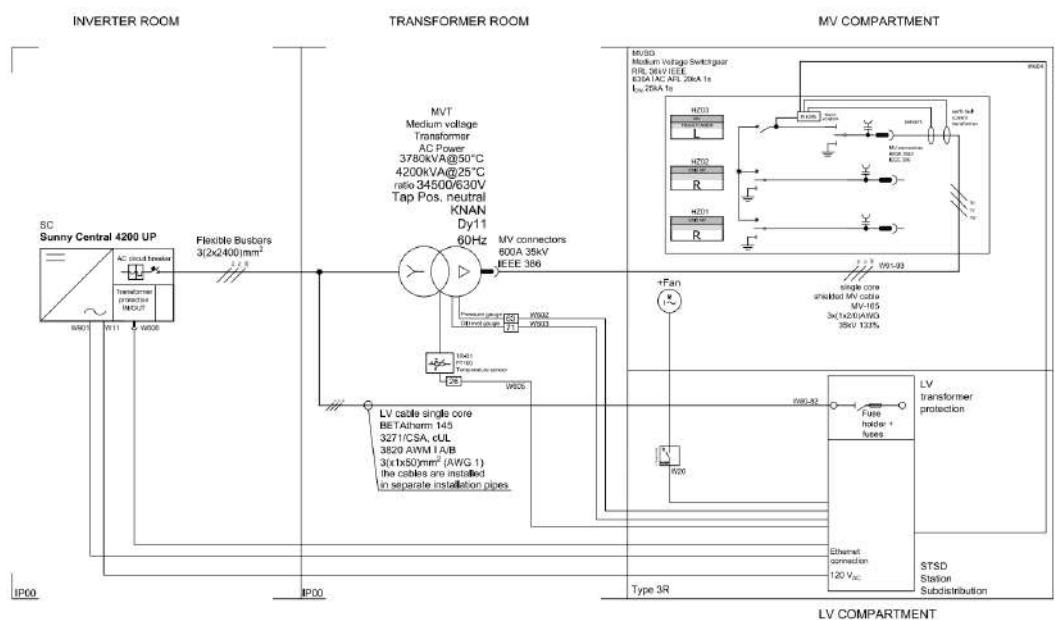
Le power station assolvono la funzione di convertire la corrente prodotta dai moduli fotovoltaici da continua ad alternata mediante un inverter centralizzato e di innalzare la tensione fino al valore della tensione di campo (30 kV) mediante un trasformatore. La scelta progettuale prevede come detto l'installazione di 9 Medium Voltage Power Station, contenenti ciascuna un inverter centralizzato, nel dettaglio n. 3 marca SMA modello SC 4000 UP, n. 3 marca SMA modello SC 4200 UP e n. 3 marca SMA modello SC 4400 UP.



Le Medium Voltage Power Station, sono costituite da shelter prefabbricati, preassemblati e cablati plug and play.

SMA Medium Voltage Power Station (MVPS) offre la massima densità di potenza in un design “Plug and Play” e permette tensioni in ingresso fino a 1500 V CC. L’unità è composta da:

- Inverter centralizzato: ingresso in corrente continua ad un massimo di 1000-1500 V
- Trasformatore BT/MT
- Quadro MT: modello HDJH 36 gas-insulated, tensione nominale in uscita pari a 30 kV, il quadro MT è composto da una sezione di arrivo linea e risalita cavo, da una di uscita linea e da una protezione trasformatore, come da schema elettrico seguente:



L’inverter centralizzato converte dal regime continuo a quello alternato la corrente proveniente dal generatore fotovoltaico. La corrente entra in regime continuo ad una tensione massima di 1500 V (tensione a circuito aperto a 10°C) ed esce in regime alternato al valore nominale di 600 V (nel caso di SC 4000 UP), 630 V (nel caso di SC 4200 UP) e 660 V (nel caso di SC 4400 UP).

La tensione viene poi innalzata al valore nominale di 30 kV tramite il trasformatore BT/MT (Oil ONAN Outdoor Power Transformer, come da paragrafo 4.8 Product Overview del System Manual MVPS della SMA).

Dopodiché la corrente viene inviata nel quadro di media tensione SIEMENS 8DJH / 8DJH36 RRL (1- RMU series 8DJH36) dove sono collocate le varie protezioni, prima di essere convogliata nella cabina di smistamento tramite un cavo MT interrato a 30 kV.

## STIMA PRODUCIBILITÀ

Effettuiamo adesso la stima della producibilità dell'impianto, mediante PVSyst 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 a:
  - 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

## Previsione di produzione energetica

Si stima con l'ausilio del software per l'impianto di potenza totale pari a 39,8268 MWp una produzione di energia annua pari a circa **70 GWh/anno**, equivalente a **1 764 kWh/kWp/anno**, con un **Performance Ratio PR** pari a **82,58%**, come si evince nei grafici di seguito riportati estratti dal calcolo mediante PVSyst, che si allega integralmente alla presente relazione.



Project: Manfredonia (FG) - 39,8268 MW DC

Variant: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.16  
 VCO, Simulation date:  
 15/12/22 11:45  
 with v7.2.16

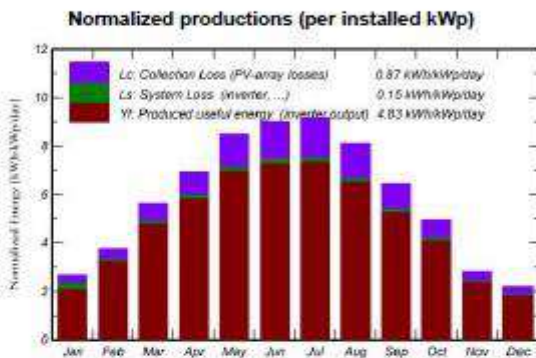
Main results

System Production  
 Produced Energy

70 GWh/year

Specific production  
 Performance Ratio PR

1764 kWh/kWp/year  
 82.58 %



Balances and main results

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
January	58.4	28.61	7.42	82.6	77.9	2.913	2.625	0.798
February	75.6	35.83	7.97	105.1	100.1	3.732	3.626	0.866
March	125.2	52.60	11.24	174.0	166.8	6.106	5.942	0.857
April	155.0	72.63	14.40	208.0	199.6	7.199	7.009	0.846
May	194.1	77.66	19.91	262.5	252.5	8.867	8.636	0.826
June	204.2	83.86	24.95	270.1	259.8	8.971	8.742	0.813
July	208.7	82.10	28.02	284.4	273.7	9.319	9.084	0.802
August	187.1	76.58	27.68	251.5	242.0	8.265	8.056	0.804
September	137.9	58.92	22.01	192.6	184.8	6.487	6.319	0.824
October	105.4	39.04	17.97	153.3	146.7	5.234	5.094	0.834
November	60.1	31.68	12.65	84.5	79.9	2.931	2.842	0.845
December	48.1	26.25	8.71	67.6	63.5	2.362	2.283	0.847
Year	1559.8	665.77	16.97	2136.1	2047.2	72.387	70.257	0.826

Legends

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

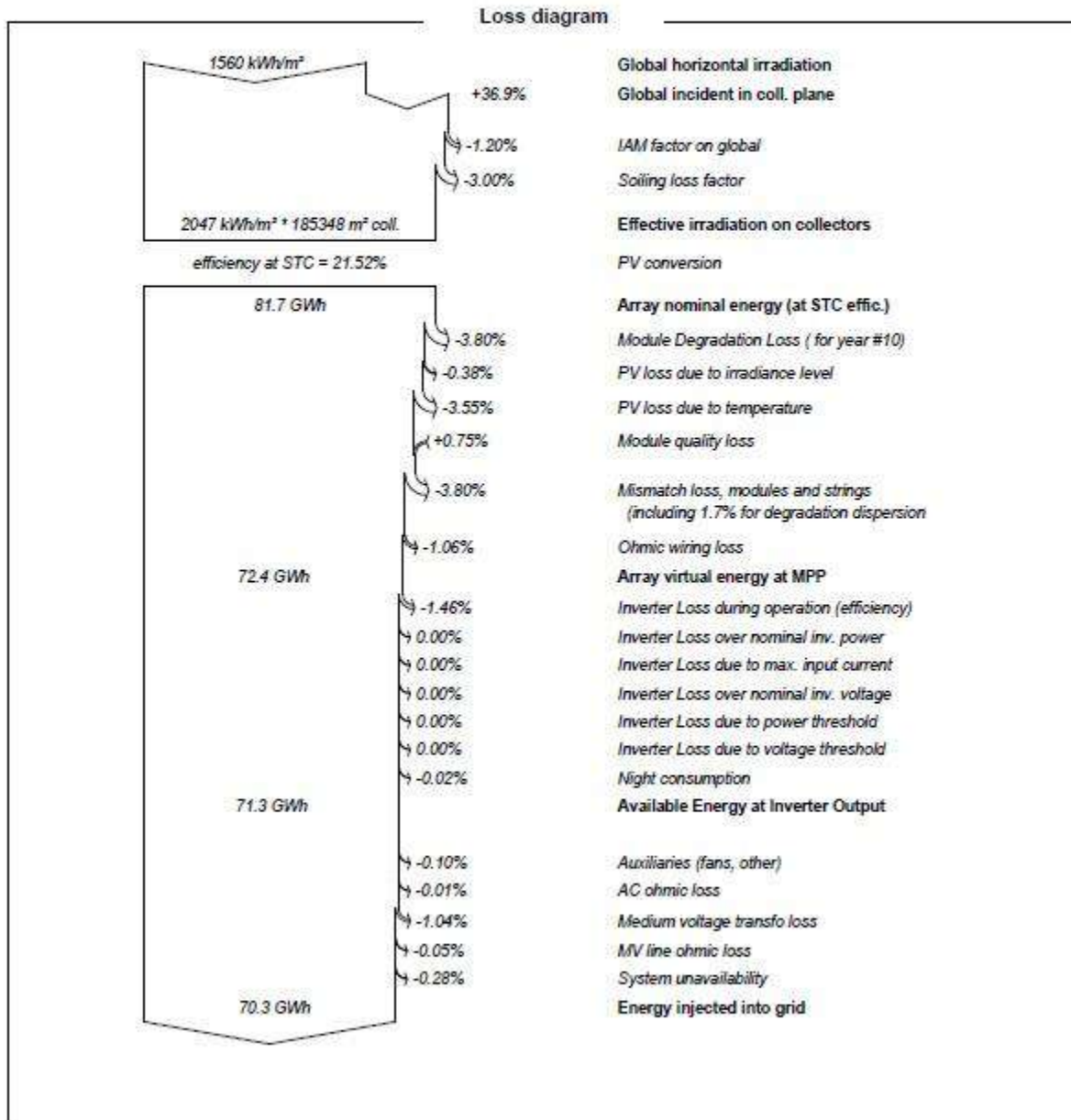
Al netto delle perdite riportate nel diagramma seguente:



PVsyst V7.2.16  
 VCO, Simulation date:  
 15/12/22 11:45  
 with v7.2.16

Project: Manfredonia (FG) - 39,8268 MW DC

Variant: Nuova variante di simulazione



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 in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	6684.5
TEP risparmiate in 20 anni	133690,04

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]	66600792,00	52409,48	59996,92	1967,11
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	1332015840,00	1048189,68	1199938,32	39342,24

Si stima, con ragionevole approssimazione, che la maggior parte dell'impatto ambientale generato dal settore elettrico è dovuto ad un inquinamento di tipo atmosferico. I principali inquinanti in questo senso sono NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, particolati e gas ad effetto serra che sono oggetto, anche recentemente, di studi di carattere epidemiologico, agronomico, chimico. A tutt'oggi risulta ancora difficile determinare con precisione il grado di pericolosità dei diversi inquinanti nonostante i progressi compiuti negli studi epidemiologici sopra accennati. D'altro canto è noto che i gas che tramite l'effetto serra provocano l'aumento della temperatura terrestre sono numerosi; nel settore elettrico il gas più determinante è l'anidride carbonica tanto che anche le altre emissioni vengono trasformate in “equivalente di CO<sub>2</sub>”.

Nella valutazione degli effetti di carattere globale sarebbe si dovrebbe tenere conto delle emissioni di tutti i “gas serra”, ma a causa della mancanza di dati per gli altri gas, ci si limita, a livello mondiale, all’esame delle emissioni di CO2.

Il Tecnico

Dott. Ing. Nicola Incampo

