



COMUNE DI CERIGNOLA

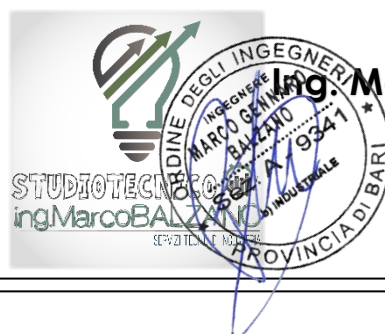
PROGETTO DEFINITIVO

- PROGETTO AGRIVOLTAICO - IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI TIPO FOTOVOLTAICO INTEGRATO DA PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AGRICOLA

Committente:

Green Genius Italy Utility 5 s.r.l.

Corso Giuseppe Garibaldi, 49
20121 Milano (MI)



StudioTECNICO

Ing. Marco G Balzano

Via Cancellotto, 3
70125 BARI | Italy
+39 331.6794367
www.ingbalzano.com



Spazio Riservato agli Enti:

| REV | DATA | ESEGUITO | VERIFICA | APPROV | DESCRIZIONE |
|-----|------------|----------|----------|--------|-----------------|
| R0 | 13/09/2022 | SDS | MBG | MBG | Prima Emissione |
| | | | | | |
| | | | | | |

Numero Commessa:

SV240

Data Elaborato:

13/09/2022

Revisione:

R0

Titolo Elaborato:

Valutazione della Producibilità

Progettista:

ing.MarcoG.Balzano

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.9341
Professionista Antincendio Elenco Ministero degli Interni BA09341101837
Consulente Tecnico d'Ufficio (CTU) Tribunale Bari

Elaborato:

P.03

Sommario

| | |
|---|-----------|
| 1. Premessa | 3 |
| 1.1. Generalità | 3 |
| 1.2. Descrizione sintetica dell'iniziativa | 5 |
| 1.3. Contatto | 7 |
| 1.4. Localizzazione | 8 |
| Area Impianto | 9 |
| Area SSEU | 10 |
| 1.1 Oggetto | 10 |
| 2. Calcolo della Producibilità | 11 |
| 2.1 Radiazione Solare e Informazioni Metereologiche | 11 |
| 2.2 Perdite del Sistema | 12 |
| Perdite per ombreggiamento | 12 |
| Perdite per basso irraggiamento | 12 |
| Perdite per temperatura | 12 |
| Perdite per qualità del modulo fotovoltaico | 12 |
| Perdite per mismatch del generatore fotovoltaico | 13 |
| Degrado delle prestazioni dei moduli fotovoltaici | 13 |
| Perdite sul sistema di conversione | 13 |
| Consumi ausiliari | 13 |
| 3. Risultati | 14 |
| ALLEGATO: REPORT PVSYS | 15 |

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 2 di 15 |

1. Premessa

1.1. Generalità

La Società **GREEN GENIUS ITALY UTILITY 5 SRL**, con sede in Corso Giuseppe Garibaldi, 49 – 20121 Milano (MI), è soggetto Proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un progetto **Agrivoltaico** denominato **"AgroPV – Mezzana"**.

L'iniziativa prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico, ossia destinato alla **produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare integrato** da un **progetto agronomico studiato per assicurare la compatibilità con le caratteristiche pedo-agricole e storiche del sito**.

Il progetto, meglio descritto nelle relazioni specialistiche, si prefigge l'obiettivo di **ottimizzare** e utilizzare in modo **efficiente** il territorio, producendo **energia elettrica** pulita e garantendo, allo stesso tempo, una **produzione agricola**.

Il costo della produzione elettrica, mediante la tecnologia fotovoltaica, è concorrenziale alle fonti fossili, ma con tutti i vantaggi derivanti dall'uso della fonte solare, quali zero emissioni di CO₂, inquinanti solidi e liquidi, nessuna emissione sonora, ecc.

L'impianto fotovoltaico produrrà energia elettrica utilizzando come energia primaria l'energia dei raggi solari. In particolare, l'impianto trasformerà, grazie all'esposizione alla luce solare dei moduli fotovoltaici realizzati in materiale semiconduttore, una percentuale dell'energia luminosa dei fotoni in energia elettrica sotto forma di corrente continua che, opportunamente trasformata in corrente alternata da apparati elettronici chiamati "inverter", sarà ceduta alla rete elettrica nazionale.

La tecnologia fotovoltaica presenta molteplici aspetti favorevoli:

1. il sole è risorsa gratuita ed inesauribile;
2. non comporta emissioni inquinanti;
3. non genera inquinamento acustico
4. permette una diversificazione delle fonti energetiche e riduzione del deficit elettrico;
5. presenta una estrema affidabilità sul lungo periodo (vita utile superiore a 30 anni);
6. i costi di manutenzione sono ridotti al minimo;
7. il sistema presenta elevata modularità;
8. si presta a facile integrazione con sistemi di accumulo;
9. consente la delocalizzazione della produzione di energia elettrica.

L'impianto in progetto consente di produrre un significativo quantitativo di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti, senza alcun inquinamento acustico e con un ridotto impatto visivo.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 3 di 15 |

L'iniziativa si inquadra, altresì, nel piano di realizzazione di impianti per la produzione di energia fotovoltaica che la società intende realizzare nella Regione Puglia per contribuire al soddisfacimento delle esigenze di energia pulita e sviluppo sostenibile sancite già dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997, dall'Accordo sul Clima delle Nazioni Unite (Parigi, Dicembre 2015), il Piano Nazionale Energia e Clima (PNIEC - 2020) e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR - 2021), tutti concordi nel porre la priorità sulla transizione energetica dalle fonti fossili alle rinnovabili. Infatti, le fonti energetiche rinnovabili, oltre a ridurre gli impatti sull'ambiente, contribuiscono anche a migliorare il tenore di vita delle popolazioni e la distribuzione di reddito nelle regioni più svantaggiate, periferiche o insulari, favorendo lo sviluppo interno, contribuendo alla creazione di posti di lavoro locali permanenti, con l'effetto di conseguire una maggiore coesione economica e sociale.

In tale contesto nazionale ed internazionale lo sfruttamento dell'energia solare costituisce senza dubbio una valida risposta alle esigenze economiche ed ambientali sopra esposte.

In ragione delle motivazioni sopra esposte, al fine di favorire la transizione energetica verso **soluzioni ambientalmente sostenibili** la società proponente intende sottoporre all'iter valutativo l'iniziativa agrofotovoltaica oggetto della presente relazione.

La tipologia di opera prevista rientra nella categoria "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda" citata nell'All. IV articolo 2 lettera b) del D.Lgs 152/2006, aggiornato con il D.Lgs 4/2008 vigente dal 13 febbraio 2008.

La progettazione è stata svolta utilizzando le **ultime tecnologie** con i migliori **rendimenti** ad oggi disponibili sul mercato. Considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tipologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

Il progetto agronomico, da realizzare in consociatione con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica, è stato studiato sin dalle fasi iniziali in base ad un'approfondita analisi con lo scopo di:

1. Attivare un progetto capace di favorire la biodiversità e la salvaguardia ambientale;
2. Garantire la continuità delle attività colturali condotte sul fondo e preservare il contesto paesaggistico.

1.2. Descrizione sintetica dell'iniziativa

L'iniziativa è da realizzarsi in agro dei Comuni di **Cerignola (FG) e Ascoli Satriano (FG)**, circa 16 km a Sud-Ovest del centro abitato di Cerignola e a 12,5 km da Ascoli Satriano.

Per ottimizzare la produzione energetica, è stato scelto di realizzare l'impianto fotovoltaico mediante tracker monoassiali, ovvero inseguitori solari azionati da attuatori elettromeccanici capaci di massimizzare la produttività dei moduli fotovoltaici ed evitare il prolungato ombreggiamento del terreno sottostante.

Circa le **attività agronomiche** da effettuare in consociazione con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica, si è condotto uno studio agronomico finalizzato all'analisi pedo-agronomica dei terreni, del potenziale, della vocazione storica del territorio e dell'attività colturale condotta dall'azienda agricola proprietaria del fondo.

Il progetto prevede, oltre alle opere di mitigazione a verde dislocata lungo le fasce perimetrali, un articolato progetto agronomico nelle aree utili interne ed esterne la recinzione oltre alla installazione di un apiario per favorire la biodiversità.

Per quel che concerne l'impianto fotovoltaico, esso avrà una potenza complessiva pari a **84,000 MWn – 104,832 MWp**.

L'impianto comprenderà **420** inverter da 200 kVA @30°.

Gli inverter saranno connessi a gruppi a un trasformatore 800/30.000 V (*per i dettagli si veda lo schema unifilare allegato*).

Segue un riassunto generale dei dati di impianto:

| | |
|-----------------------------|---|
| Potenza nominale: | 84.000,00 kWn |
| Potenza picco: | 104.832,00 kWp |
| Inverter: | 420 unità |
| Strutture: | 350 tracker da 2x13 moduli 3185 tracker da 2x26 moduli |
| Moduli fotovoltaici: | 174.720 u. x 600 Wp |

L'impianto sarà collegato in A.T. alla Rete di Trasmissione gestita da Terna S.p.A.

In base alla soluzione di connessione (**STMG TERNA/P20190068227 del 01/10/2021 – CODICE PRATICA 201900769**), l'impianto fotovoltaico sarà collegato alla rete di trasmissione **in antenna a 150 kV su un futuro stallo 150 kV delle Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Valle"**.

A tal fine sarà necessaria la realizzazione di una **Sottostazione di Trasformazione Utente 30/150 kV** da ubicarsi in prossimità della Stazione Elettrica "Valle" utile all'innalzamento della tensione a 150 kV prescritto dall'ente gestore.

Le opere, data la loro specificità, sono da intendersi di interesse pubblico, indifferibili ed urgenti ai sensi di quanto affermato dall'art. 1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall'art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003, nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come sancito dal comma 7 dello stesso articolo del decreto legislativo.

Nello specifico della parte agronomica, il progetto prevede la coltivazione nelle interfile di **specie arboree e orticole**, opportunamente distanziate per consentire un adeguato irraggiamento delle piante arboree e l'agevole lavorazione durante le fasi di manutenzione e raccolta dei frutti, la coltivazione delle aree utili esterne alle recinzioni e l'installazione di un apiario volto a favorire la biodiversità, come da relazioni agronomiche.

La scelta agronomica ha tenuto conto della tipologia e qualità del terreno/sottosuolo e della disponibilità idrica. Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni specialistiche.

Questa tecnologia elettromeccanica consente di seguire quotidianamente l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione e massimizzando la producibilità e la resa del campo.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 6 di 15 |



StudioTECNICO | Ing. Marco G Balzano
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6764367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

1.3. Contatto

Società promotrice: **GREEN GENIUS ITALY UTILITY 5 S.R.L**

Indirizzo: Corso Giuseppe Garibaldi, 49

20121 MILANO

PEC: greengeniusitalyutility5@unapec.it

Mob: +39 331.6794367

Progettista: **SEPTEM S.R.L.**

Direttore Tecnico: **Ing. MARCO G. BALZANO**

Indirizzo: Via Canello Rotto, 03

70125 BARI (BA)

Tel. +39 331.6794367

Email: studiotecnico@ingbalzano.com

PEC: ing.marcobalzano@pec.it

STUDIOTECNICO 
ing.MarcoBALZANO
SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 7 di 15 |

1.4. Localizzazione

L'impianto "AgroPV Mezzana" si trova in Puglia, nel Comune di **Cerignola (FG)** in località "La Torre". L'area contrattualizzata a disposizione del proponente ha una estensione di **283,9612** ha, di cui **158,3352** ha sono da dedicarsi all'iniziativa.

Le **opere di rete** interessano anche l'agro di **Ascoli Satriano (FG)** in considerazione della posizione della **Stazione Elettrica di Smistamento 30/150 kV denominata "Valle"**, di cui uno stallo del futuro ampliamento è stato indicato dal gestore come punto di connessione dell'impianto.



Fig. 1-1: Localizzazione area di intervento, in blu la perimetrazione del sito, in giallo il tracciato della connessione

Coordinate GPS:

Latitudine: 41.166664° N

Longitudine: 15.717381° E

Altezza s.l.m.: 265 m

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 8 di 15 |

AREA IMPIANTO

L'area di intervento è censita catastalmente nel comune di **Cerignola (FG)** come di seguito specificato:

| Proprietà | Comune | Provincia | Foglio di mappa | Particelle | Classamento | Consistenza (ha) |
|------------------------|-----------|-----------|-----------------|------------|-------------|------------------|
| GASPARRI ZEZZA TOMMASO | Cerignola | FG | 351 | 351 | SEMINATIVO | 18,9013 |
| GASPARRI ZEZZA TOMMASO | Cerignola | FG | 352 | 1 | SEMINATIVO | 6,573 |
| DI PIETRO MATILDE | Cerignola | FG | 352 | 4 | SEMINATIVO | 42,4158 |
| GASPARRI ZEZZA TOMMASO | Cerignola | FG | 352 | 21 | SEMINATIVO | 2,005 |
| DI PIETRO MATILDE | Cerignola | FG | 352 | 187 | SEMINATIVO | 33,18 |
| GASPARRI ZEZZA TOMMASO | Cerignola | FG | 352 | 288 | SEMINATIVO | 55,2621 |



Fig. 1-2: Localizzazione area di intervento su ortofoto catastale, in blu la perimetrazione del sito

AREA SSEU

L'area di intervento è censita catastalmente nel comune di **Ascoli Satriano (FG)** come di seguito specificato:

| Proprietà | Comune | Provincia | Foglio di mappa | Particelle | Classamento | Consistenza (ha) |
|---------------------|-----------------|-----------|-----------------|------------|------------------------|------------------|
| CAPOBIANCO GIOVANNA | Ascoli Satriano | FG | 98 | 333 | SEMINATIVO/ ULIVETO | 2,8408 |



Fig. 1-3: Localizzazione area SSEU su ortofoto catastale, in arancio la perimetrazione dell'Area

1.1 Oggetto

Scopo della presente relazione è quello di illustrare il calcolo della producibilità dell'impianto, nella configurazione di impianto progettuale.

Inoltre, è stato redatto un paragrafo dedicato all'illustrazione dei principali parametri Elettrici e Ambientali considerati nel calcolo della producibilità.

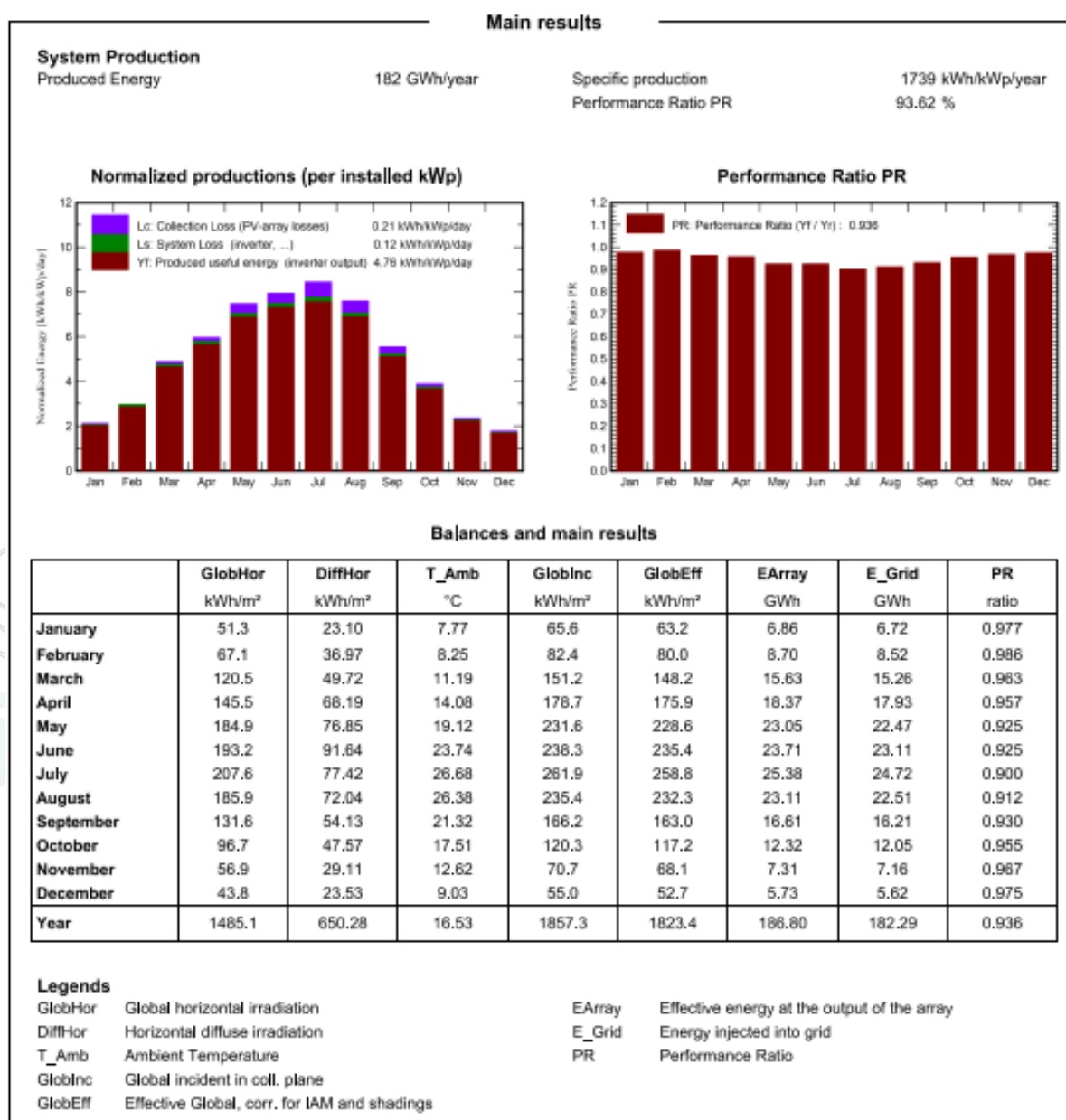
| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|-----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 10 di 15 |

2. Calcolo della Producibilità

2.1 Radiazione Solare e Informazioni Meteorologiche

Il database internazionale MeteoNorm rende disponibili i dati meteorologici per la località di **Cerignola – Borgo Libertà (FG)**: l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, per cui possono essere utilizzati nell'elaborazione statistica per la stima della radiazione solare per il sito.

Nell'immagine che segue si riportano i dati meteorologici assunti per la presente simulazione.



2.2 Perdite del Sistema

PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Le perdite per ombreggiamento reciproco fra le schiere sono funzione della geometria di disposizione del generatore fotovoltaico sul terreno e degli ostacoli all'orizzonte che possono ridurre anche sensibilmente le ore di sole nell'arco delle giornate, soprattutto invernali.

Grazie ad una efficace disposizione spaziale delle strutture di sostegno e, quindi, dei moduli fotovoltaici all'interno dell'area d'impianto, è stata garantita opportuna distanza tra strutture consecutive che hanno permesso di contenere il valore delle perdite di ombreggiamento.

PERDITE PER BASSO IRRAGGIAMENTO

L'efficienza nominale dei moduli fotovoltaici è misurata al livello di irraggiamento pari a 1000 W/m², ma risulta variabile con lo stesso. Per celle con tecnologia in silicio cristallino la deviazione dell'efficienza segue l'espressione matematica.

Sulla base dei dati climatici aggiornati del sito (database MeteoNorm), e della curva del comportamento dei moduli scelti in funzione del livello di irraggiamento, è stato effettuato il calcolo di tale parametro.

PERDITE PER TEMPERATURA

Le perdite per temperatura sono legate alla diversa performance che hanno i moduli in relazione ai vari regimi di temperatura di funzionamento. All'aumentare della temperatura, le celle fotovoltaiche diminuiscono le prestazioni elettriche di potenza.

È stata effettuata una valutazione di tale parametro, sulla base dei dati climatici aggiornati del sito (database MeteoNorm), e della curva del comportamento dei moduli scelti in funzione della temperatura).

PERDITE PER QUALITÀ DEL MODULO FOTOVOLTAICO

Questa voce tiene conto della tolleranza sulla potenza nominale del modulo fotovoltaico. In particolare, il modulo proposto in progetto ha una tolleranza positiva che in termini numerici si traduce in una tolleranza positiva (0/+3%).

La corretta formulazione di tale parametro di perdita è effettuata valutando la media pesata delle tolleranze positive dei moduli fotovoltaici, secondo formule di pesatura assunte a standard in letteratura.

Il valore di tali perdite è stato calcolato e riportato nell'allegato, secondo il suddetto criterio di pesatura, con la tolleranza positiva del modulo in progetto.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|-----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 12 di 15 |

PERDITE PER MISMATCH DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO

Sono perdite relative alla naturale non uniformità di prestazioni elettriche fornite dai vari moduli che compongono ogni stringa fotovoltaica e quindi fra una stringa e l'altra.

La disposizione delle strutture, la distribuzione spaziale dei quadri stringbox e l'ottimizzazione delle linee elettriche DC, fanno sì che le differenze di prestazioni elettriche fra una stringa e l'altra risultino ridotte ai minimi termini.

DEGRADO DELLE PRESTAZIONI DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Il degrado dei moduli fotovoltaici è funzione della tecnologia, del sito di installazione (spettro solare e temperature) e della qualità del prodotto. Generalmente l'andamento del degrado non è lineare: nel primo anno di esposizione la perdita è maggiore fino a stabilizzarsi con un degrado costante negli anni seguenti.

La tipologia di moduli in progetto presenta una garanzia sulla produzione massima al primo anno d'esercizio del **99%** e un decadimento annuo successivo massimo del **0,40%** per i **30 anni** successivi.

Di tutto ciò è stato tenuto conto nel calcolo della producibilità.

PERDITE SUL SISTEMA DI CONVERSIONE

Sono dovute alla curva di efficienza degli inverter in funzione della potenza in uscita e quindi, in prima analisi, dal progetto della macchina in funzione delle condizioni di irraggiamento del sito e di quelle del carico. La stima dipende dal tipo di convertitore utilizzato, dalla marca e dallo schema di trasformazione.

Il valore di tali perdite è stato calcolato e riportato nell'allegato.

CONSUMI AUSILIARI

Si stima una perdita sul totale della produzione pari a circa il **4 W/kW**.

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|-----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 13 di 15 |

3. Risultati

Sulla scorta di tutte le considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, è stato effettuato il calcolo della producibilità del sistema, partendo dal modello dell'impianto imputato nel software di calcolo PVSystem.

Stabilita quindi la disponibilità della fonte solare, e determinate tutte le perdite illustrate, la produzione dell'impianto fotovoltaico in progetto risulta pari a **182.302,848** MWh/anno.

Considerata la potenza nominale dell'impianto, pari a **84.000,00** kWn, e la potenza di picco pari a **104.832,00** kWp, si ha una produzione specifica pari a **1.739** (kWh/KWp)/anno.

Sulla base di tutte le perdite precedentemente illustrate, l'impianto in progetto consente di ottenere un indice di rendimento (Performance Ratio PR) pari a **93,62** %.



StudioTECNICO | Ing. Marco G Balzano
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6764367



Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

ALLEGATO: REPORT PVSYST

Di seguito viene riportato il Rapporto di Simulazione.

Riguardo le caratteristiche tecniche degli elementi, si precisa che, considerata la continua e rapida evoluzione tecnologica, si potranno in futuro supportare scelte differenti rispetto a quelle riportate.



STUDIOTECNICO 
ing.MarcoBALZANO
SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|-----------------|
| SV240-P.03 | Valutazione della Producibilità | 13/09/2022 | R0 | Pagina 15 di 15 |

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: SV240-Agro PV Mezzana

Variant: Nuova variante di simulazione

Tracking system with backtracking

System power: 104.8 MWp

Borgo Libertà - Italy



PVsyst V7.2.11

VCO, Simulation date:
21/11/22 16:53
with v7.2.11

Project summary

| | | |
|---|--|--|
| Geographical Site Borgo Libertà Italy | Situation Latitude 41.18 °N Longitude 15.71 °E Altitude 243 m Time zone UTC+1 | Project settings Albedo 0.20 |
| Meteo data Borgo Libertà Meteonorm 8.0 (1986-2005), Sat=100% - Sintetico | | |

System summary

| | | |
|--|--|--|
| Grid-Connected System | Tracking system with backtracking | |
| PV Field Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0 ° | Near Shadings Linear shadings | User's needs Unlimited load (grid) |
| System information | | |
| PV Array | | Inverters |
| Nb. of modules 174720 units | | Nb. of units 420 units |
| Pnom total 104.8 MWp | | Pnom total 84.00 MWac |
| | | Pnom ratio 1.248 |

Results summary

| | | |
|------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Produced Energy 182 GWh/year | Specific production 1739 kWh/kWp/year | Perf. Ratio PR 93.62 % |
|------------------------------|---------------------------------------|------------------------|

Table of contents

| | |
|---|---|
| Project and results summary | 2 |
| General parameters, PV Array Characteristics, System losses | 3 |
| Near shading definition - Iso-shadings diagram | 5 |
| Main results | 6 |
| Loss diagram | 7 |
| Special graphs | 8 |



PVsyst V7.2.11

VC0, Simulation date:
21/11/22 16:53
with v7.2.11

General parameters

| | | | |
|-------------------------------------|---------|--|------------|
| Grid-Connected System | | Tracking system with backtracking | |
| PV Field Orientation | | Backtracking strategy | |
| Orientation | | Models used | |
| Tracking plane, horizontal N-S axis | | Nb. of trackers | 3535 units |
| Axis azimuth | | 0 ° | |
| | | Sizes | |
| | | Tracker Spacing | 10.00 m |
| | | Collector width | 5.08 m |
| | | Ground Cov. Ratio (GCR) | 50.8 % |
| | | Phi min / max. | -/+ 60.0 ° |
| | | Backtracking limit angle | |
| | | Phi limits | +/- 59.4 ° |
| Horizon | | Near Shadings | |
| Free Horizon | | Linear shadings | |
| Bifacial system | | User's needs | |
| Model | | Unlimited load (grid) | |
| | | 2D Calculation | |
| | | unlimited trackers | |
| Bifacial model geometry | | Bifacial model definitions | |
| Tracker Spacing | 10.00 m | Ground albedo | 0.30 |
| Tracker width | 5.08 m | Bifaciality factor | 80 % |
| GCR | 50.8 % | Rear shading factor | 5.0 % |
| Axis height above ground | 2.10 m | Rear mismatch loss | 10.0 % |
| | | Shed transparent fraction | 0.0 % |

PV Array Characteristics

| | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------|
| PV module | | Inverter | |
| Manufacturer | Jinkosolar | Manufacturer | Huawei Technologies |
| Model | JKM600N-78HL4-BDV | Model | SUN2000-215KTL-H0 |
| (Custom parameters definition) | | (Custom parameters definition) | |
| Unit Nom. Power | 600 Wp | Unit Nom. Power | 200 kWac |
| Number of PV modules | 174720 units | Number of inverters | 420 units |
| Nominal (STC) | 104.8 MWp | Total power | 84000 kWac |
| Modules | 6720 Strings x 26 In series | Operating voltage | 500-1500 V |
| At operating cond. (50°C) | | Max. power (=>33°C) | 215 kWac |
| Pmpp | 96.99 MWp | Pnom ratio (DC:AC) | 1.25 |
| U mpp | 1088 V | | |
| I mpp | 89127 A | | |
| Total PV power | | Total inverter power | |
| Nominal (STC) | 104832 kWp | Total power | 84000 kWac |
| Total | 174720 modules | Number of inverters | 420 units |
| Module area | 488397 m² | Pnom ratio | 1.25 |
| Cell area | 450002 m² | | |

Array losses

| | | | | | |
|--|---------------|-------------------------------|--------------|--|-------|
| Thermal Loss factor | | DC wiring losses | | LID - Light Induced Degradation | |
| Module temperature according to irradiance | | Global array res. | 0.066 mΩ | Loss Fraction | 1.5 % |
| Uc (const) | 29.0 W/m²K | Loss Fraction | 0.5 % at STC | | |
| Uv (wind) | 0.0 W/m²K/m/s | | | | |
| Module Quality Loss | | Module mismatch losses | | Strings Mismatch loss | |
| Loss Fraction | -0.8 % | Loss Fraction | 0.8 % at MPP | Loss Fraction | 0.1 % |



PVsyst V7.2.11

VC0, Simulation date:
21/11/22 16:53
with v7.2.11

Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

| 0° | 30° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.989 | 0.971 | 0.931 | 0.737 | 0.000 |

System losses

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 4.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to injection point

Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 1.00 % at STC

Inverter: SUN2000-215KTL-H0

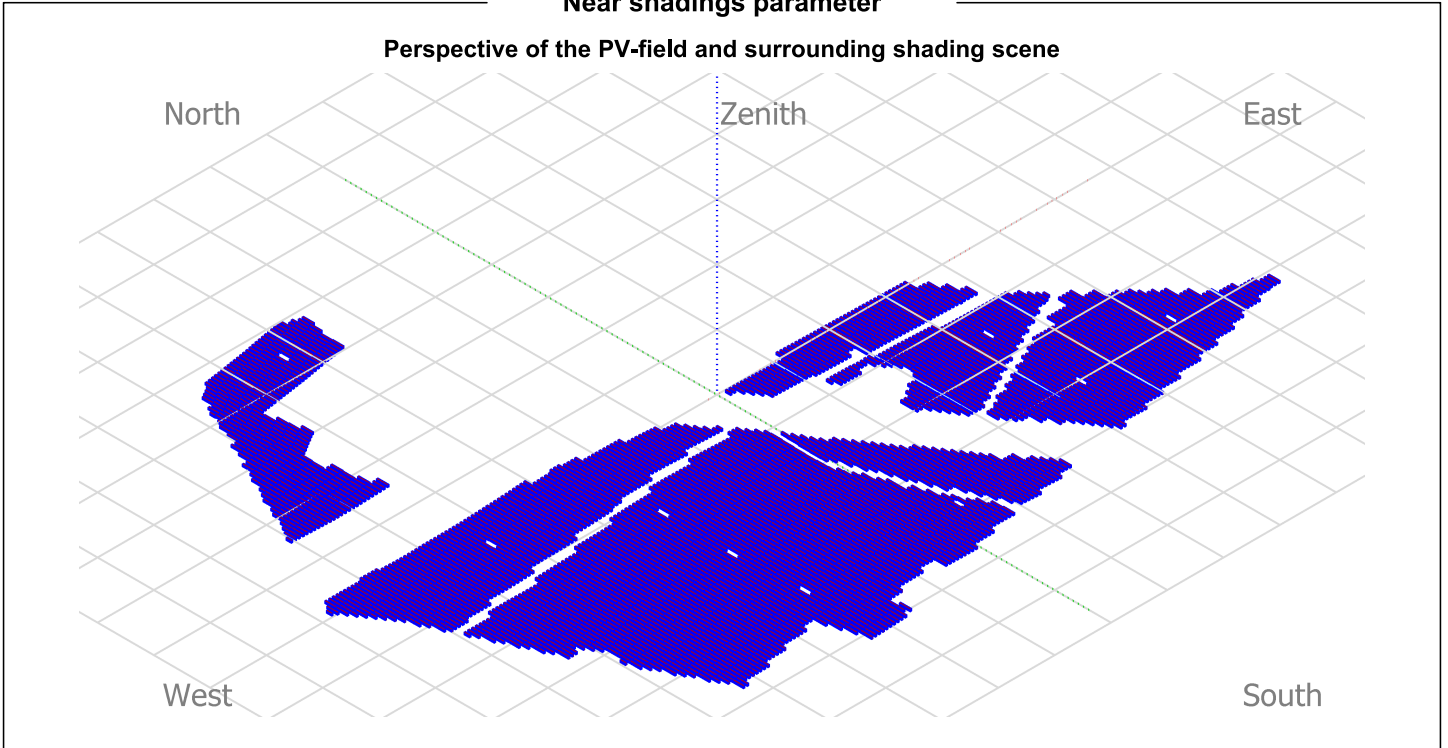
Wire section (420 Inv.) Alu 420 x 3 x 500 mm²
Average wires length 415 m



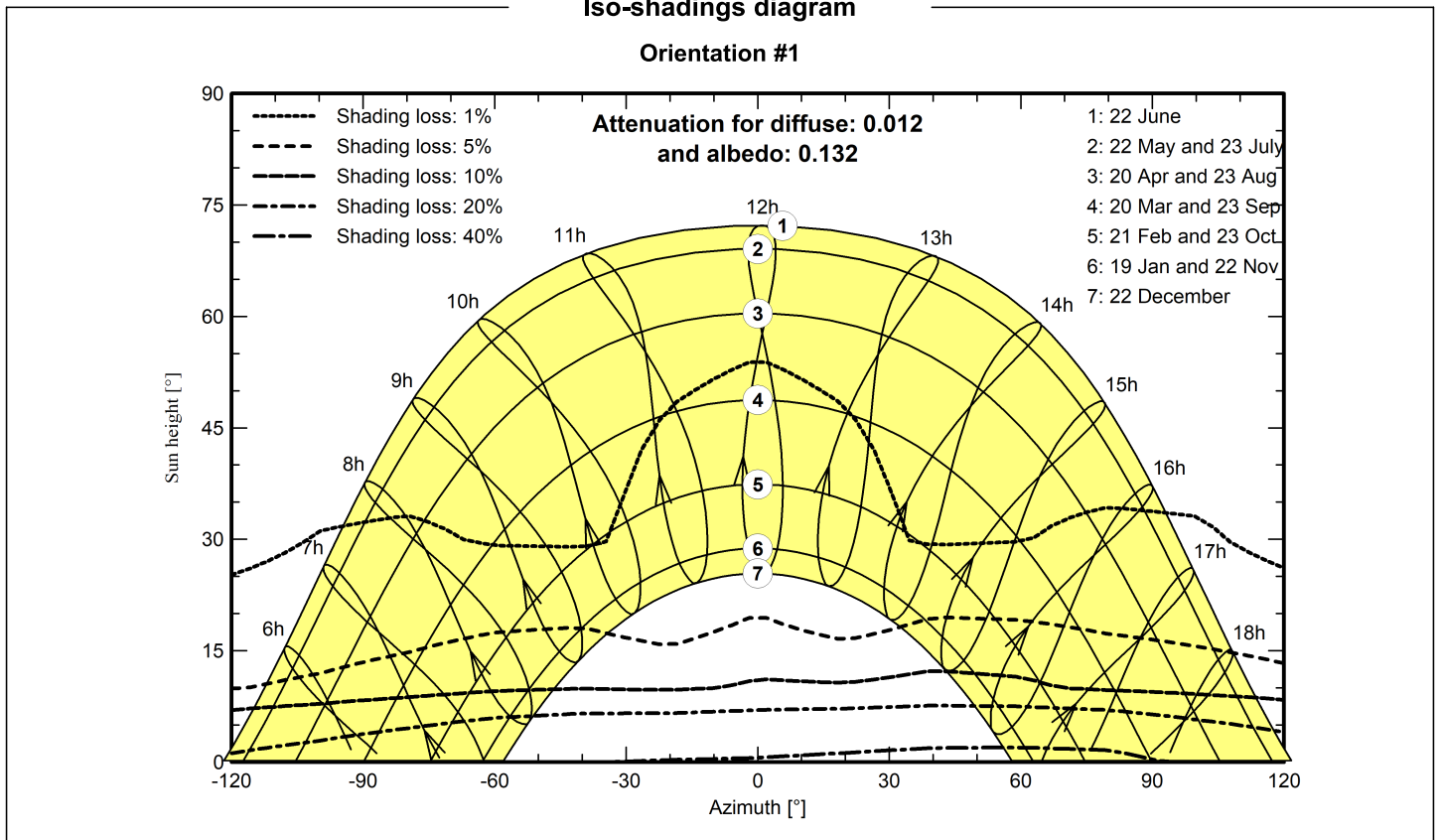
PVsyst V7.2.11

VC0, Simulation date:
21/11/22 16:53
with v7.2.11

Near shadings parameter



Iso-shadings diagram





PVsyst V7.2.11

VCO, Simulation date:
21/11/22 16:53
with v7.2.11

Main results

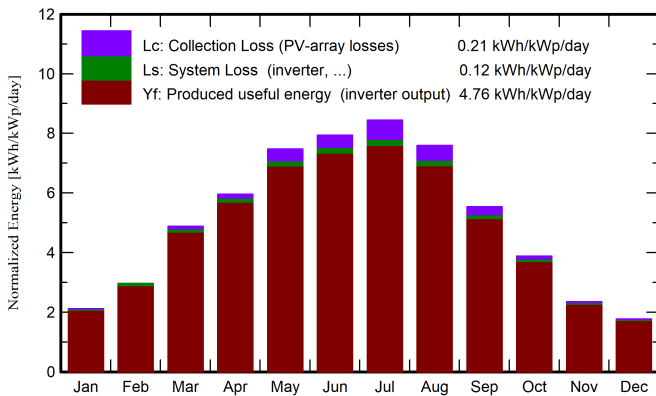
System Production

Produced Energy 182 GWh/year

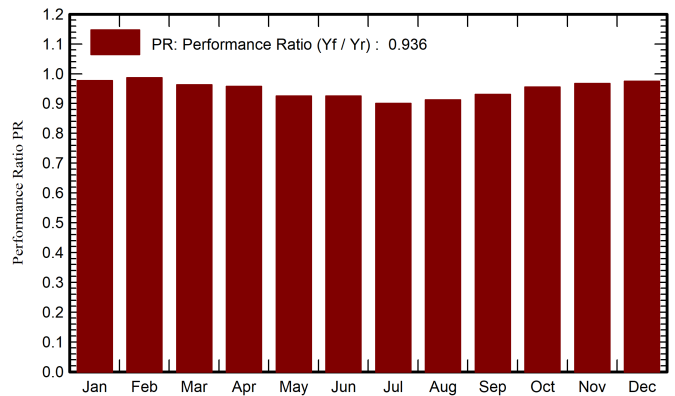
Specific production
Performance Ratio PR

1739 kWh/kWp/year
93.62 %

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 GWh | E_Grid GWh | PR ratio |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| January | 51.3 | 23.10 | 7.77 | 65.6 | 63.2 | 6.86 | 6.72 | 0.977 |
| February | 67.1 | 36.97 | 8.25 | 82.4 | 80.0 | 8.70 | 8.52 | 0.986 |
| March | 120.5 | 49.72 | 11.19 | 151.2 | 148.2 | 15.63 | 15.26 | 0.963 |
| April | 145.5 | 68.19 | 14.08 | 178.7 | 175.9 | 18.37 | 17.93 | 0.957 |
| May | 184.9 | 76.85 | 19.12 | 231.6 | 228.6 | 23.05 | 22.47 | 0.925 |
| June | 193.2 | 91.64 | 23.74 | 238.3 | 235.4 | 23.71 | 23.11 | 0.925 |
| July | 207.6 | 77.42 | 26.68 | 261.9 | 258.8 | 25.38 | 24.72 | 0.900 |
| August | 185.9 | 72.04 | 26.38 | 235.4 | 232.3 | 23.11 | 22.51 | 0.912 |
| September | 131.6 | 54.13 | 21.32 | 166.2 | 163.0 | 16.61 | 16.21 | 0.930 |
| October | 96.7 | 47.57 | 17.51 | 120.3 | 117.2 | 12.32 | 12.05 | 0.955 |
| November | 56.9 | 29.11 | 12.62 | 70.7 | 68.1 | 7.31 | 7.16 | 0.967 |
| December | 43.8 | 23.53 | 9.03 | 55.0 | 52.7 | 5.73 | 5.62 | 0.975 |
| Year | 1485.1 | 650.28 | 16.53 | 1857.3 | 1823.4 | 186.80 | 182.29 | 0.936 |

Legends

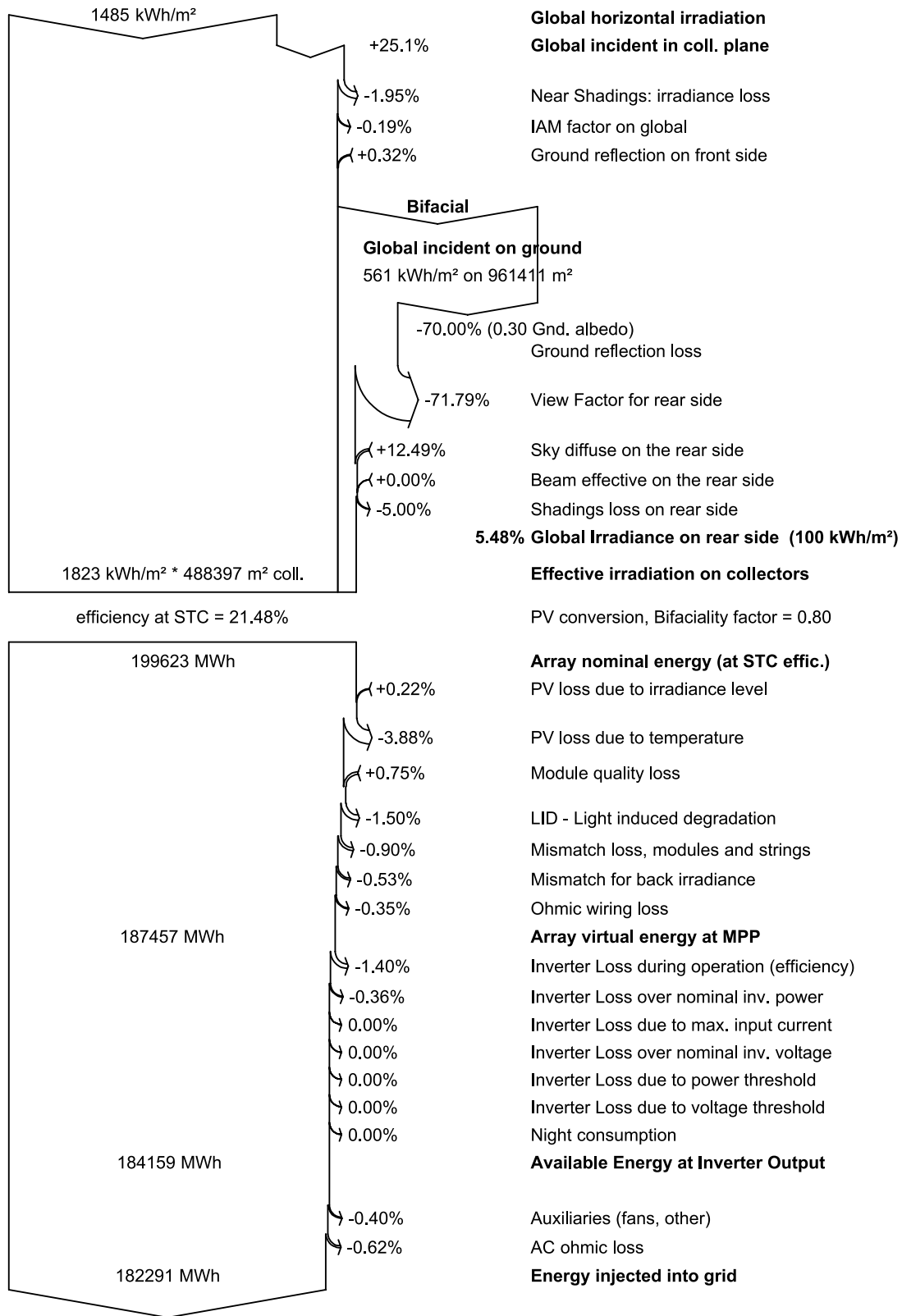
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance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



PVsyst V7.2.11

VC0, Simulation date:
21/11/22 16:53
with v7.2.11

Loss diagram



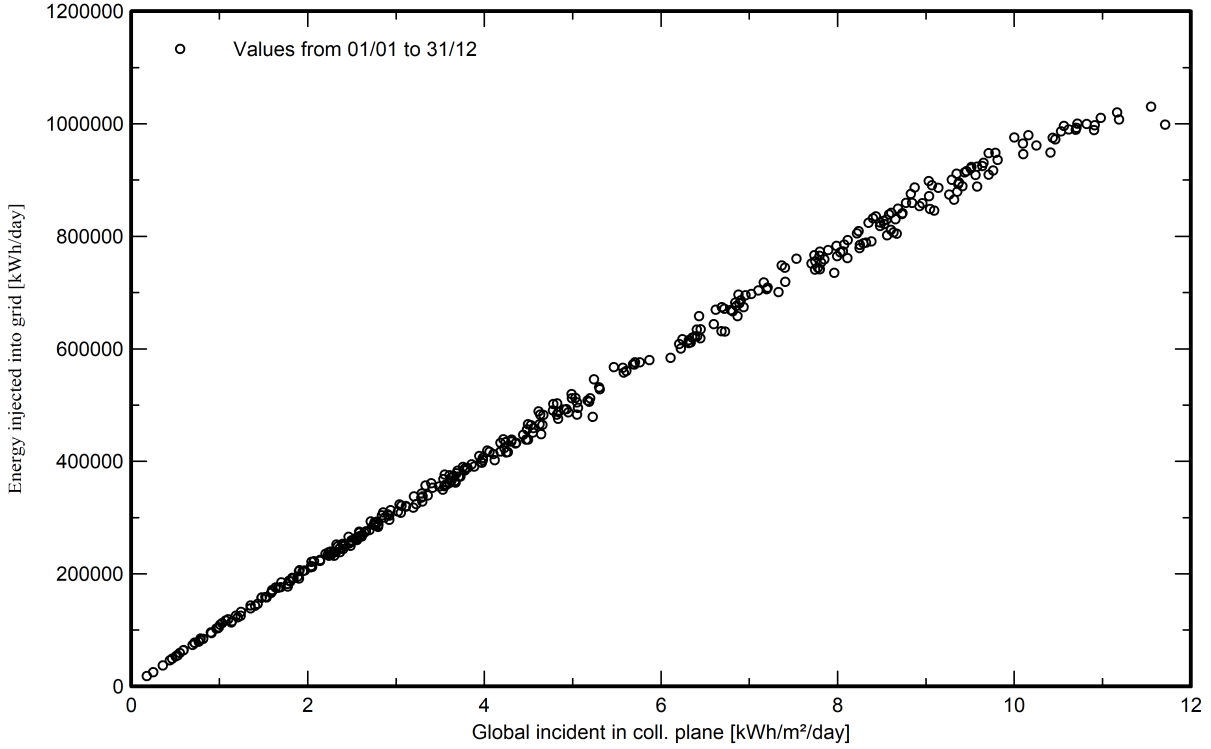


PVsyst V7.2.11

VC0, Simulation date:
21/11/22 16:53
with v7.2.11

Special graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

