



COMUNE DI PISCINAS



PROGETTO DEFINITIVO

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

Committente:

Green Genius Italy Utility 14 srl

Corso Giuseppe Garibaldi, 49
20121 Milano (MI)



StudioTECNICO
Ing. Marco G. Balzano
Via Cannello Rottolano, 3
70125 BARI | Italy
+39 331.6794367
www.ingbalzano.com
f i in



Spazio Riservato agli Enti:

REV	DATA	ESEGUITO	VERIFICA	APPROV	DESCRIZ
R0	02/02/2022	Ing. Di Spiridione S.	Ing. Balzano M.G.	Ing. Balzano M.G.	Prima Emissione

Numero Commessa:

SV671

Data Elaborato:

02/02/2022

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.02

Sommario

1. Premessa	4
1.1 Generalità.....	4
1.2 Localizzazione.....	6
1.3 Descrizione Sintetica dell'Iniziativa	9
1.4 Contatti.....	12
1.5 Oggetto	12
Cluster Nord	13
1.6 Calcolo della Producibilità.....	13
Radiazione Solare e Informazioni Metereologiche	13
1.7 Perdite del Sistema	14
Perdite per ombreggiamento	14
Perdite per basso irraggiamento	14
Perdite per temperatura	14
Perdite per qualità del modulo fotovoltaico.....	14
Perdite per mismatch del generatore fotovoltaico.....	15
Degrado delle prestazioni dei moduli fotovoltaici	15
Perdite sul sistema di conversione.....	15
Consumi ausiliari.....	15
1.8 Risultati.....	15
1.9 ALLEGATO: REPORT PVSYSY	16
Cluster Sud	17
1.10 Calcolo della Producibilità.....	17
Radiazione Solare e Informazioni Metereologiche	17
1.11 Perdite del Sistema	18
Perdite per ombreggiamento	18
Perdite per basso irraggiamento	18
Perdite per temperatura	18
Perdite per qualità del modulo fotovoltaico.....	18
Perdite per mismatch del generatore fotovoltaico.....	19

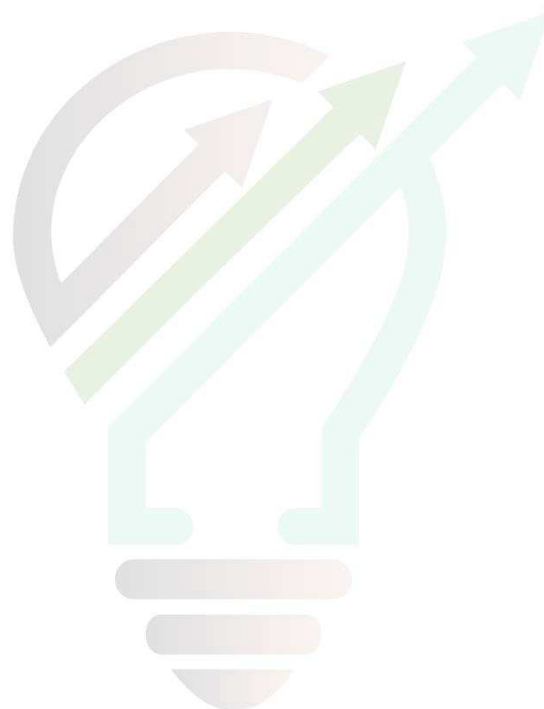


StudioTECNICO | Ing. Marco G Balzano
Via Canello Rotto, 3 | 70125 BARI | Italy
www.ingbalzano.com - +39.331.6764367



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

Degrado delle prestazioni dei moduli fotovoltaici	19
Perdite sul sistema di conversione	19
Consumi ausiliari	19
1.12 Risultati	19
1.13 ALLEGATO: REPORT PVSYST	20



STUDIOTECNICO 
ing. Marco BALZANO
SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 3 di 20

1. Premessa

1.1 Generalità

La Società **Green Genius Italy Utility 14 s.r.l.**, con sede in Corso G. Garibaldi, 49 – 20121 Milano (MI), è soggetto Proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un progetto **Agri-Fotovoltaico** denominato **"Piscinas-01"**.

L'iniziativa prevede la realizzazione integrata di un impianto fotovoltaico destinato alla **produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e di un progetto agronomico**.

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

Il costo della produzione energetica, mediante questa tecnologia, è concorrenziale alle fonti fossili, ma con tutti i vantaggi derivanti dalla tecnologia fotovoltaica.

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. sfrutta il sole, risorsa gratuita ed inesauribile;
2. non comporta emissioni inquinanti;
3. non comporta inquinamento acustico;
4. permette la diversificazione delle fonti energetiche e la riduzione del deficit elettrico;
5. presenta una estrema affidabilità e lunga vita utile (superiore a 30 anni);
6. comporta costi di manutenzione ridotti;
7. offre modularità di sistema;
8. si può integrare facilmente con sistemi di accumulo;
9. consente la delocalizzazione della produzione di energia elettrica.

L'impianto in progetto, sfruttando l'energia rinnovabile del sole, 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	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 4 di 20



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



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

L'iniziativa si inquadra, pertanto, nel piano di realizzazione di impianti per la produzione di energia rinnovabile che la società intende realizzare nella Regione Sardegna per contribuire al soddisfacimento delle esigenze di energia pulita e sviluppo sostenibile sancite fin dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997 e in anni più recenti dall'Accordo sul Clima delle Nazioni Unite (Parigi, Dicembre 2015), dal Piano Nazionale Energia e Clima (PNIEC - 2020) e dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR - 2021), tutti concordi nel porre la priorità sulla transizione energetica dalle fonti fossili alle rinnovabili, con l'ulteriore vantaggio che le fonti energetiche rinnovabili possono contribuire a migliorare il tenore di vita e il reddito nelle regioni più svantaggiate, periferiche e insulari, favorendo lo sviluppo interno, contribuendo alla creazione di posti di lavoro locali permanenti, con il risultato di conseguire una maggiore coesione economica e sociale.

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

In questa ottica ed in ragione delle motivazioni sopra esposte si colloca e trova giustificazione il progetto dell'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione.

Per la parte energetica, l'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.

Ai sensi dell'art. 4 comma 3 del D.Lgs. n.28 del 3.03.2011 "al fine di evitare l'elusione della normativa di tutela dell'ambiente, del patrimonio culturale, della salute e della pubblica incolumità, fermo restando quanto disposto dalla Parte quinta del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, e, in particolare, dagli articoli 270, 273 e 282, per quanto attiene all'individuazione degli impianti e al convogliamento delle emissioni, le Regioni e le Province autonome stabiliscono i casi in cui la presentazione di più progetti per la realizzazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili e localizzati nella medesima area o in aree contigue sono da valutare in termini cumulativi nell'ambito della valutazione di impatto ambientale".

Pertanto, in ottemperanza ai **punti I e IV della Deliberazione n.59/90 del 27.11.2020 Allegato f)** della **Regione Autonoma della Sardegna**, gli **impianti agri-fotovoltaici distanti 230 m circa**, pur essendo **elettricamente indipendenti**, sono **presentati congiuntamente nel procedimento autorizzativo**.

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.

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 5 di 20

Circa il **progetto agronomico**, da realizzare in consociazione con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, si è condotta un'approfondita analisi con lo scopo di:

- Attivare un progetto per favorire la biodiversità e la salvaguardia ambientale;
- Potenziare la copertura a verde dell'area, anche in compensazione di ambiti degradati dal punto di vista ambientale situati nei dintorni dell'area progetto;
- Preservare la producibilità colturale condotta sul fondo ed il contesto paesaggistico.

1.2 Localizzazione

L'iniziativa agrofotovoltaica si collocherà in Sardegna, nell'agro del **Comune di Piscinas** (SU). L'area di progetto, distinta in **due cluster elettricamente indipendenti**, ha un'estensione complessiva di **27,545** ha, in località, a nord del centro abitato.



Fig. 1-1: Localizzazione area di intervento, in blu la perimetrazione delle aree a disposizione del proponente, in giallo e rosso il tracciato della connessione

Coordinate GPS (WGS84):

Latitudine: 39.082802° N

Longitudine: 8.662869° E

Altezza: 60 m.s.l.m

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 6 di 20

L'area di progetto è censita catastalmente nel Comune di **Piscinas** (CA) come di seguito specificato:

Titolarità	Ubicazione	Foglio	Particella	Classamento	Consistenza
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	1	62	SEMINATIVO	2,7010
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	1	63	SEMINATIVO	1,0170
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	1	88	SEMINATIVO	1,1010
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	1	89	SEMINATIVO	6,9400
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	1	145	SEMINATIVO	0,1435
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	1	232	SEMINATIVO	2,0740
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	1	437	SEMINATIVO	2,2195
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	1	438	CATASTO FABBRICATI - C/6	0,0055

Titolarità	Ubicazione	Foglio	Particella	Classamento	Consistenza
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	4	25	PASCOLO	0,2815
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	4	28	SEMINATIVO	4,5925
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	4	29	SEMINATIVO	4,565

Il proponente, come da contratto preliminare, dispone inoltre dei seguenti mappali che potranno essere utilizzati per futuri sviluppi dell'iniziativa.

Titolarità	Ubicazione	Foglio	Particella	Classamento	Consistenza
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	2	69	SEMINATIVO	1,5255
NIEDDU ADRIANO NIEDDU GRAZIA MARIA NIEDDU GUIDO NIEDDU MARINA	PISCINAS (CA)	2	154	PASCOLO	0,3845

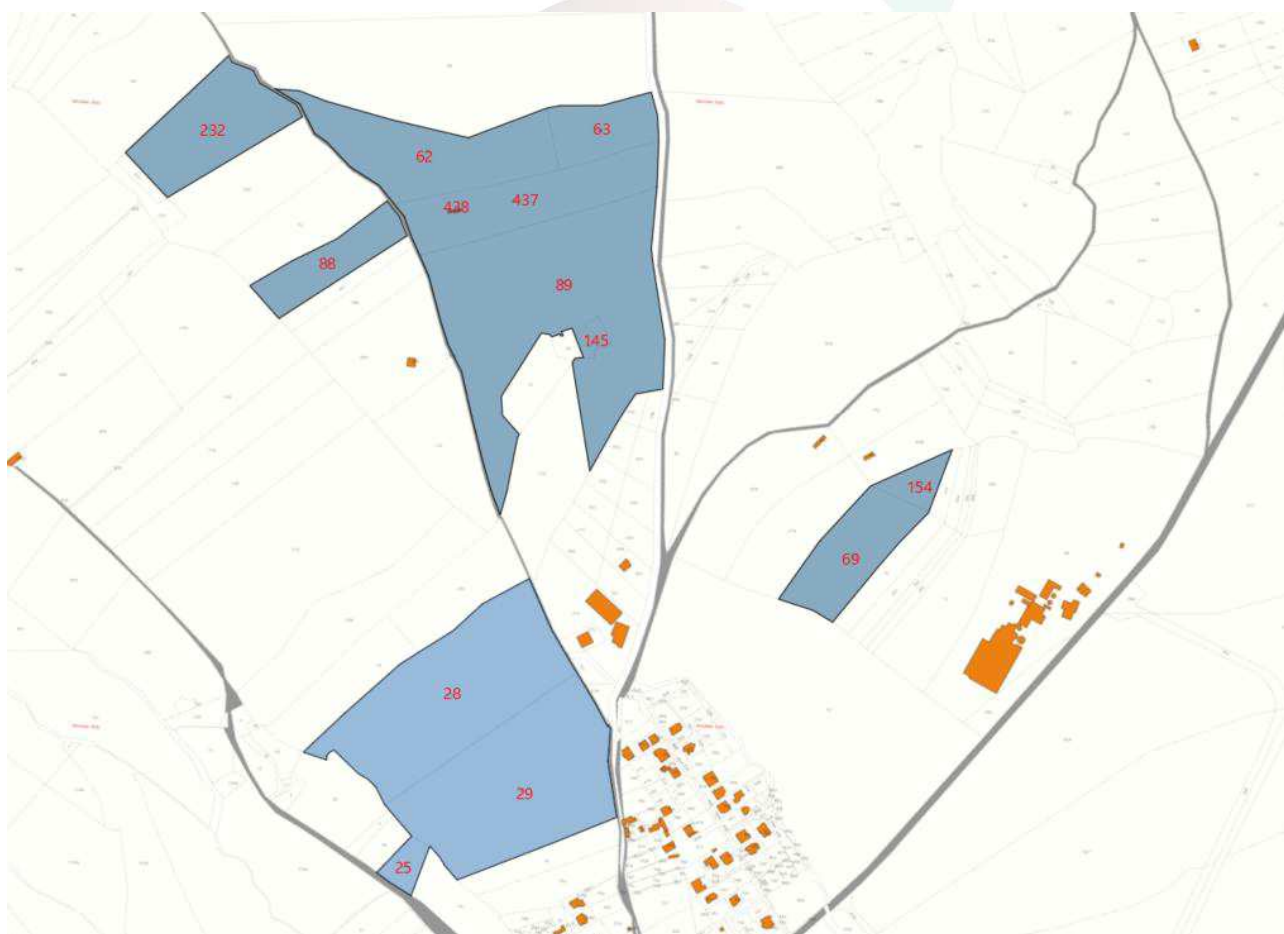


Fig. 1-2: Localizzazione area di intervento su planimetria catastale

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

1.3 Descrizione Sintetica dell'Iniziativa

L'iniziativa è da realizzarsi nell'agro del Comune di **Piscinas** (SU).

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.



Fig. 1-3: Stato di fatto

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 9 di 20

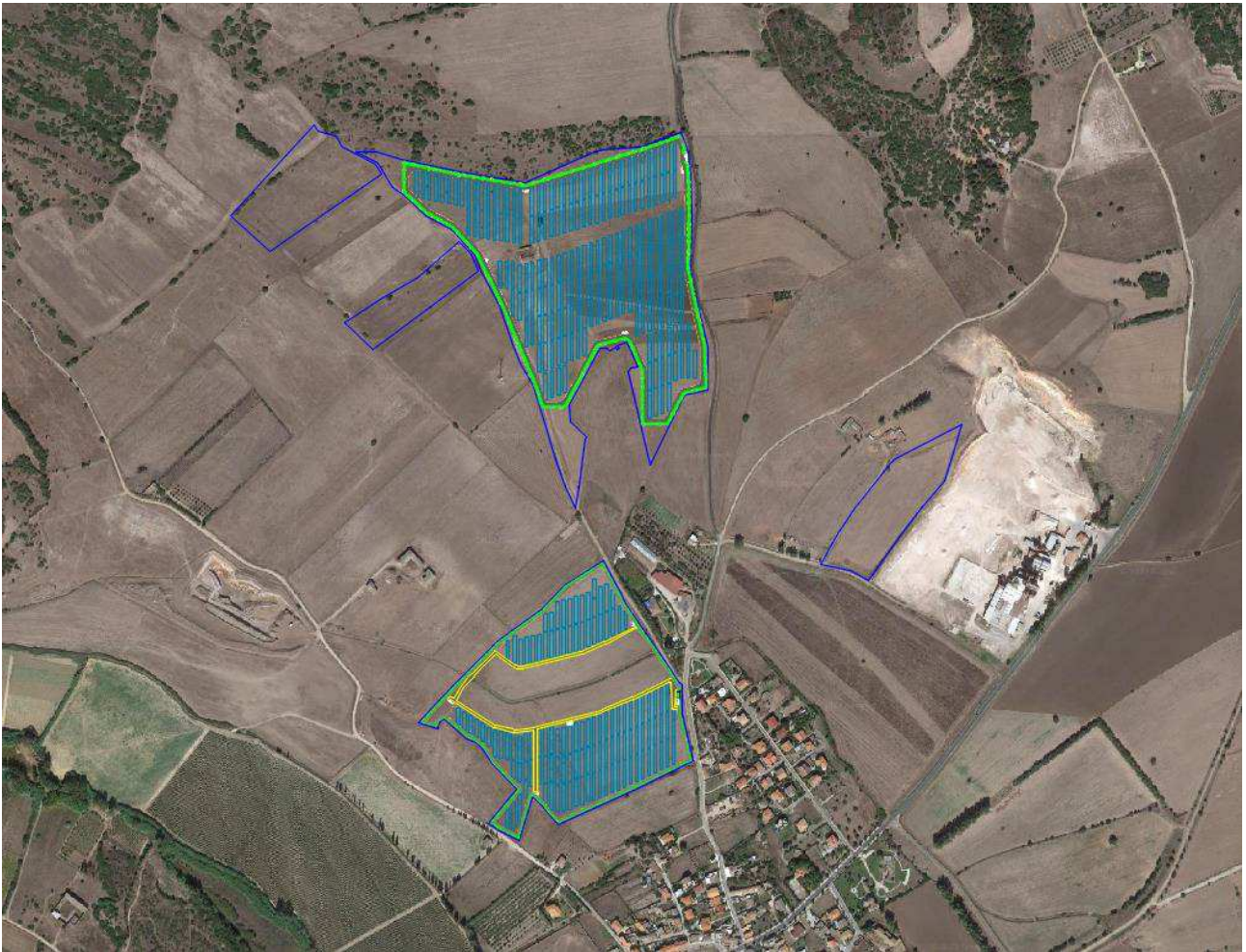


Fig. 1-4: Stato di progetto

Per quel che concerne i dati tecnici degli impianti fotovoltaici, questi avranno una potenza di:

Cluster Nord: **6,000 MWn – 7,87968 MWp;**

Cluster Sud: **4,000 MWn – 4,70592 MWp.**

Gli inverter saranno connessi a gruppi a un trasformatore 800/15.000 V (per i dettagli si veda lo schema unifilare allegato).

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 10 di 20



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



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

Segue un riassunto generale dei dati relativi ai due impianti:

Cluster Nord

Potenza nominale:	6.000 kWn
Potenza picco:	7.879,68 kWp
Inverter:	24 unità
Strutture:	192 inseguitori monoassiali da 72 moduli
Moduli fotovoltaici:	13.824 u. x 570 Wp

Cluster Sud

Potenza nominale:	4.000 kWn
Potenza picco:	4.705,92 kWp
Inverter:	16 unità
Strutture:	102 inseguitori monoassiali da 72 moduli 19 inseguitori monoassiali da 48 moduli
Moduli fotovoltaici:	8.256 u. x 570 Wp

Presso gli impianti verranno realizzate le rispettive cabine di campo e cabine principali di impianto. Gli impianti saranno collegati in M.T. alla Rete di Distribuzione gestita da E-Distribuzione S.p.A. attraverso due infrastrutture di rete elettricamente indipendenti in base alle soluzioni di connessione **STMG ENEL/P1311367 del 09/07/2021 - CODICE RINTRACCIABILITA' 280245644** per il cluster nord e **STMG ENEL/P1366488 del 09/08/2021 - CODICE RINTRACCIABILITA' 295343398** per il cluster sud, mediante la realizzazione di **nuove cabine di consegna** collegate in **antenna** con linee dedicate alla Cabina Primaria **AT/MT VILLAPERUCCI**.

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.

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 11 di 20



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

1.4 Contatti

Società promotrice: **GREEN GENIUS ITALY UTILITY 14 S.R.L**

Indirizzo: Corso Giuseppe Garibaldi, 49
20121 MILANO
PEC: greengeniussitalyutility14@unapec.it
Mob: +39 331.6794367

Progettista: **Ing. MARCO G. BALZANO**

Indirizzo: Via Canello Rotto, 3
70125 BARI (BA)
PEC: ing.marcobalzano@pec.it
E-mail: studiotecnico@ingbalzano.com
Mob: +39 331.6794367

1.5 Oggetto

Scopo della presente relazione è quello di illustrare il calcolo della producibilità degli impianti, nella configurazione illustrata negli elaborati progettuali.

In considerazione della totale indipendenza degli impianti denominati "Cluster Nord" e "Cluster Sud", sono state effettuate due simulazioni separate. In tal modo è stato anche possibile effettuare simulazioni più realistiche sulla base delle peculiarità degli impianti.

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 12 di 20

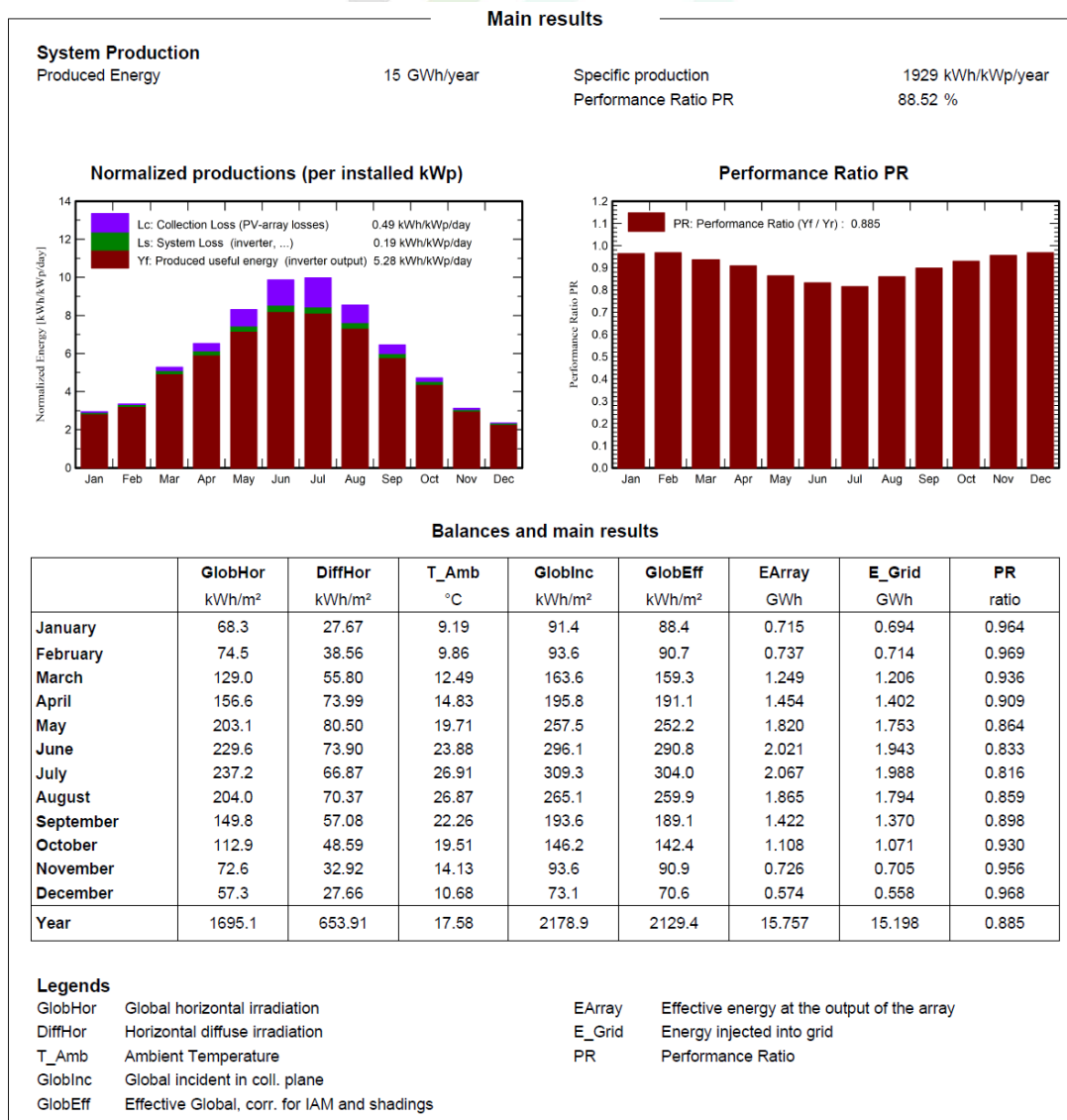
Cluster Nord

1.6 Calcolo della Producibilità

RADIAZIONE SOLARE E INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

Il database internazionale MeteoNorm rende disponibili i dati meteorologici per la località di **Piscinas** (SU): l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, per cui possono essere utilizzati nell'elaborazione statistica per la stima della radiazione solare sitespecifica.

Nelle immagini che seguono si riportano i dati meteorologici assunti per la presente simulazione.



1.7 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, garantendo opportune distanze tra strutture consecutive, il valore calcolato è contenuto.

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	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 14 di 20

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 **4W/kW**.

1.8 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 **15.198 MWh/anno**.

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 15 di 20



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



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

Considerata la potenza nominale dell'impianto, pari a **6.000,00** kWn, e la potenza di picco pari a **7.879,68** kWp, si ha una produzione specifica pari a **1.929** (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 **88,52** %.

1.9 ALLEGATO: REPORT PVSYS

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.



Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 16 di 20

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Piscinas

Variant: Impianto Cluster Nord

Tracking system with backtracking

System power: 7880 kWp

Piscinas - Italy



Project: Piscinas

Variant: Impianto Cluster Nord

PVsyst V7.2.11

VC1, Simulation date:
22/02/22 13:00
with v7.2.11

Project summary

Geographical Site Piscinas Italy	Situation Latitude 39.09 °N Longitude 8.67 °E Altitude 73 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Piscinas Meteonorm 7.3 (1991-2010), Sat=81% - 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		Inverters	
PV Array			
Nb. of modules	13824 units	Nb. of units	24 units
Pnom total	7880 kWp	Pnom total	5400 kWac
		Pnom ratio	1.459

Results summary

Produced Energy	15 GWh/year	Specific production	1929 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	88.52 %
-----------------	-------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

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



Project: Piscinas

Variant: Impianto Cluster Nord

PVsyst V7.2.11

VC1, Simulation date:
22/02/22 13:00
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	192 units
Axis azimuth		0 °	
		Sizes	
		Tracker Spacing	10.00 m
		Collector width	4.71 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	47.1 %
		Phi min / max.	-/+ 55.0 °
		Backtracking limit angle	
		Phi limits	+/- 61.8 °
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	4.71 m	Bifaciality factor	80 %
GCR	47.1 %	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	Sungrow
Model	JKM570N-72HL4-BDV	Model	SG250HX
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	570 Wp	Unit Nom. Power	225 kWac
Number of PV modules	13824 units	Number of inverters	24 units
Nominal (STC)	7880 kWp	Total power	5400 kWac
Modules	576 Strings x 24 In series	Operating voltage	600-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	250 kWac
Pmpp	7292 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.46
U mpp	928 V		
I mpp	7854 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	7880 kWp	Total power	5400 kWac
Total	13824 modules	Number of inverters	24 units
Module area	35711 m²	Pnom ratio	1.46
Cell area	32866 m²		

Array losses

Thermal Loss factor		DC wiring losses		LID - Light Induced Degradation	
Module temperature according to irradiance		Global array res.	1.9 mΩ	Loss Fraction	1.5 %
Uc (const)	29.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % 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

VC1, Simulation date:
22/02/22 13:00
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 2.66 % at STC

Inverter: SG250HX

Wire section (24 Inv.) Copper 24 x 3 x 150 mm²
Average wires length 420 m

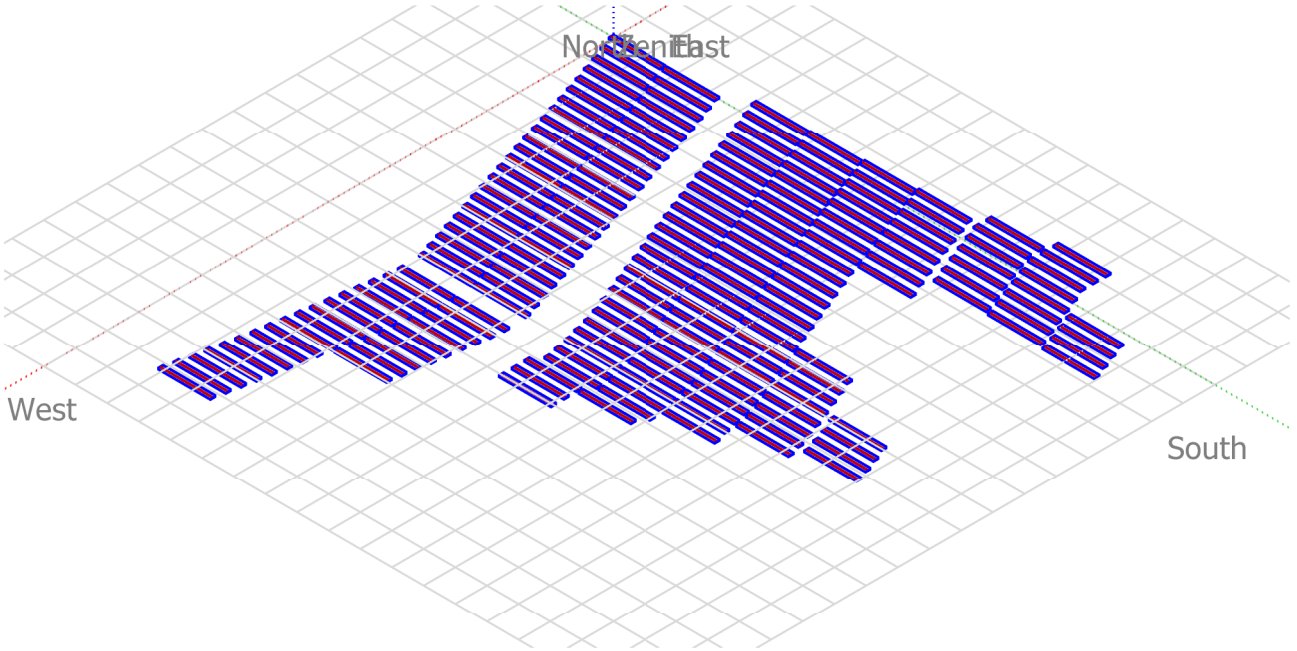


PVsyst V7.2.11

VC1, Simulation date:
22/02/22 13:00
with v7.2.11

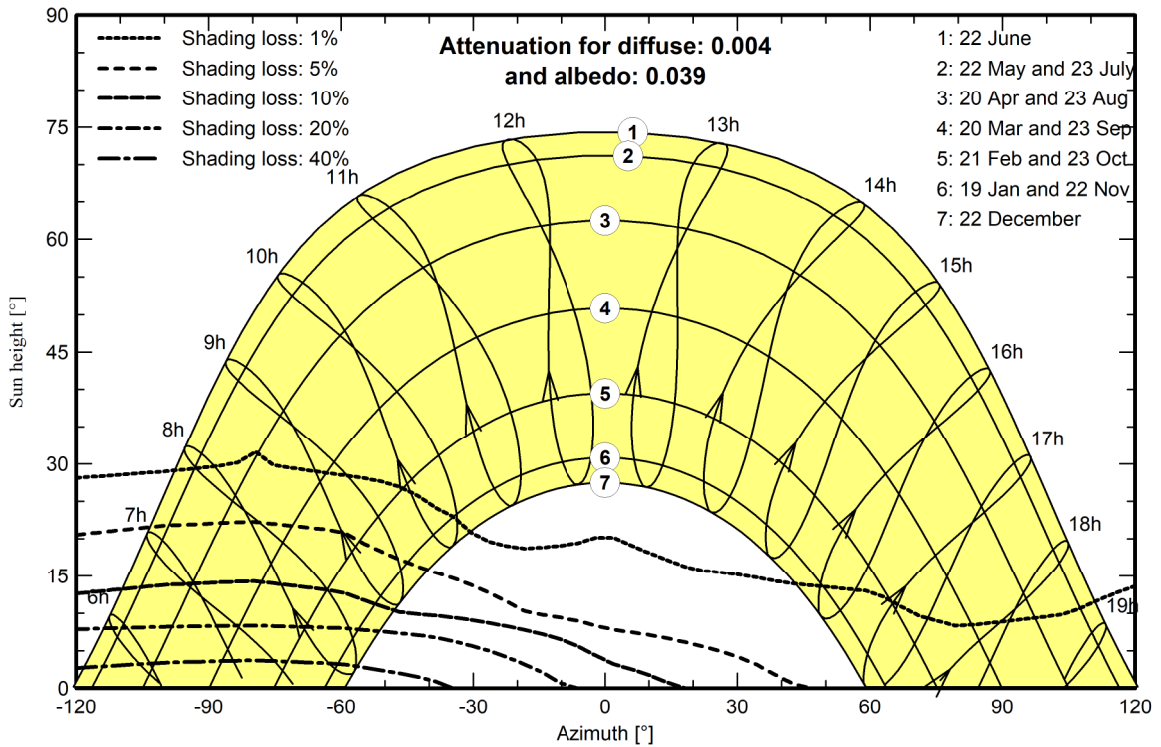
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1





PVsyst V7.2.11

VC1, Simulation date:
22/02/22 13:00
with v7.2.11

Main results

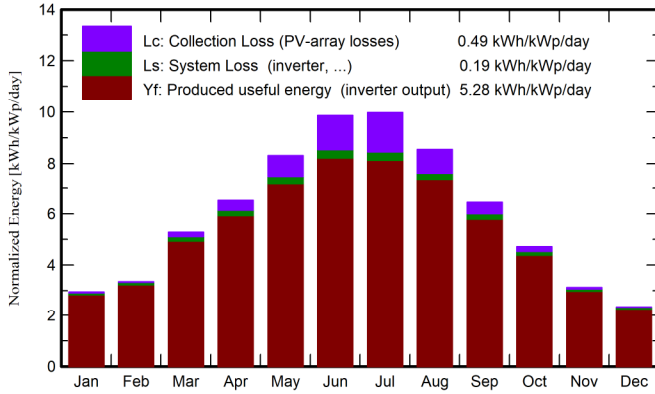
System Production

Produced Energy 15 GWh/year

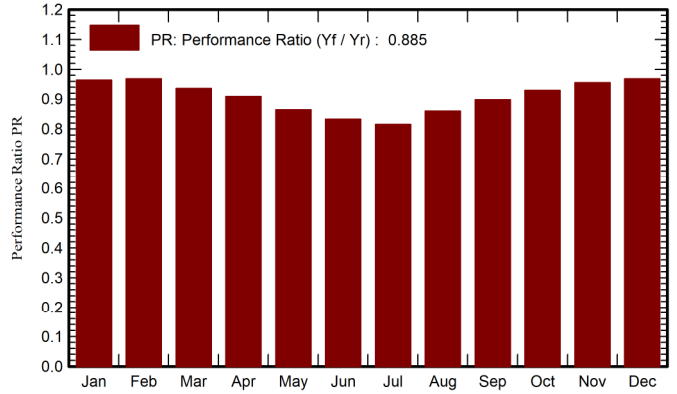
Specific production
Performance Ratio PR

1929 kWh/kWp/year
88.52 %

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	68.3	27.67	9.19	91.4	88.4	0.715	0.694	0.964
February	74.5	38.56	9.86	93.6	90.7	0.737	0.714	0.969
March	129.0	55.80	12.49	163.6	159.3	1.249	1.206	0.936
April	156.6	73.99	14.83	195.8	191.1	1.454	1.402	0.909
May	203.1	80.50	19.71	257.5	252.2	1.820	1.753	0.864
June	229.6	73.90	23.88	296.1	290.8	2.021	1.943	0.833
July	237.2	66.87	26.91	309.3	304.0	2.067	1.988	0.816
August	204.0	70.37	26.87	265.1	259.9	1.865	1.794	0.859
September	149.8	57.08	22.26	193.6	189.1	1.422	1.370	0.898
October	112.9	48.59	19.51	146.2	142.4	1.108	1.071	0.930
November	72.6	32.92	14.13	93.6	90.9	0.726	0.705	0.956
December	57.3	27.66	10.68	73.1	70.6	0.574	0.558	0.968
Year	1695.1	653.91	17.58	2178.9	2129.4	15.757	15.198	0.885

Legends

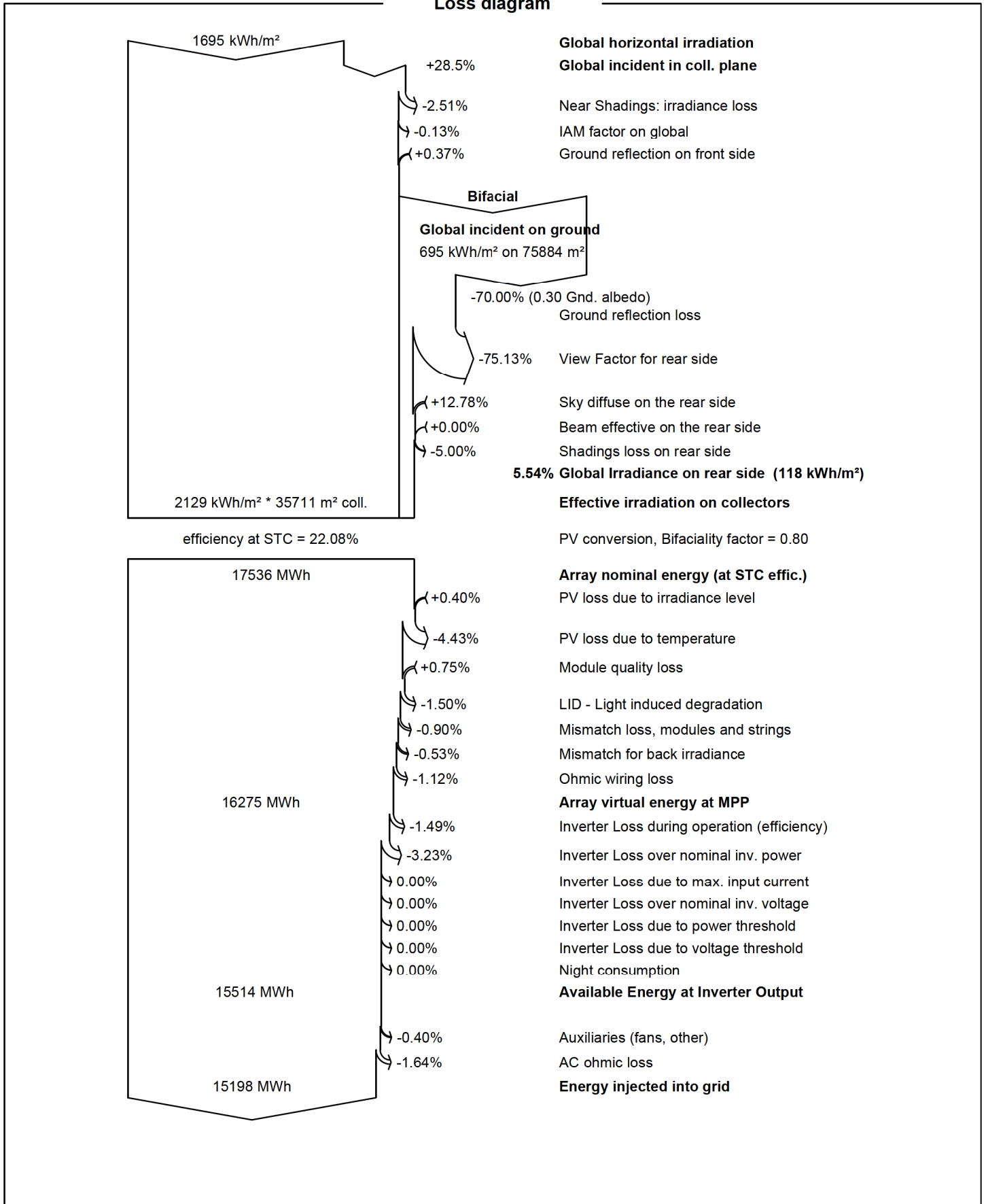
- | | | | |
|---------|--|--------|---|
| GlobHor | Global horizontal irradiation | EArray | Effective energy at the output of the array |
| DiffHor | Horizontal diffuse irradiation | E_Grid | Energy injected into grid |
| T_Amb | Ambient Temperature | PR | Performance Ratio |
| GlobInc | Global incident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



PVsyst V7.2.11

VC1, Simulation date:
22/02/22 13:00
with v7.2.11

Loss diagram



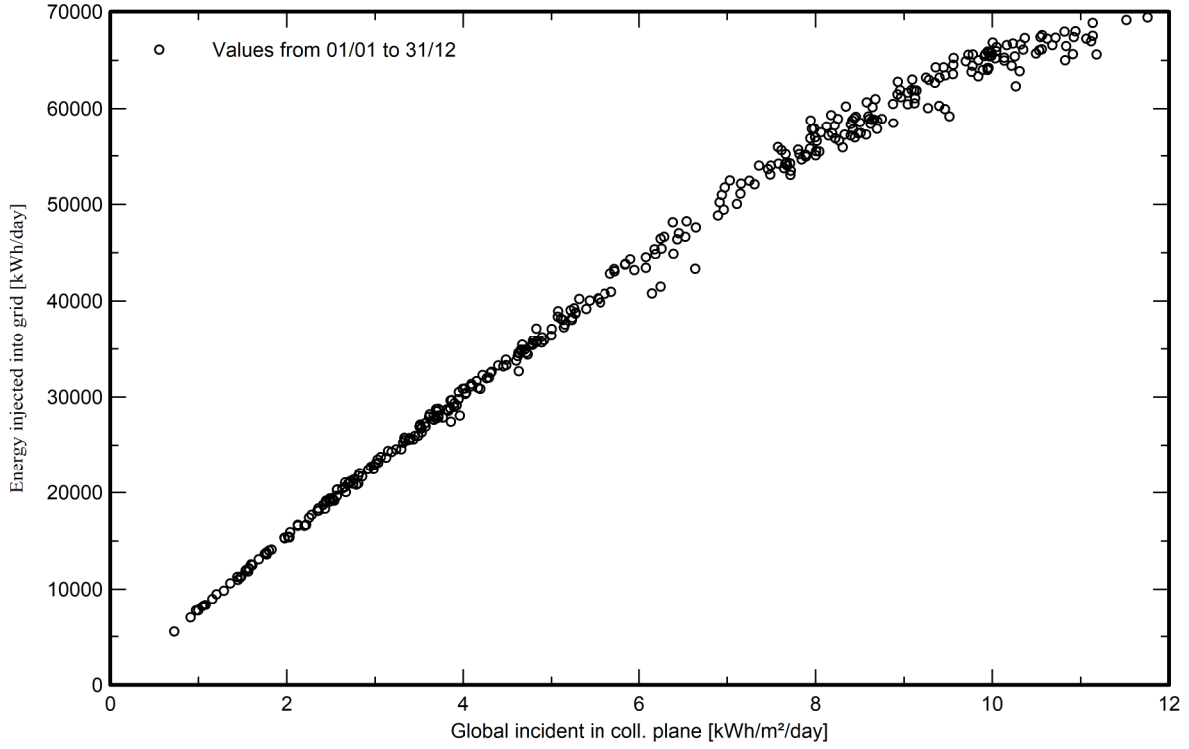


PVsyst V7.2.11

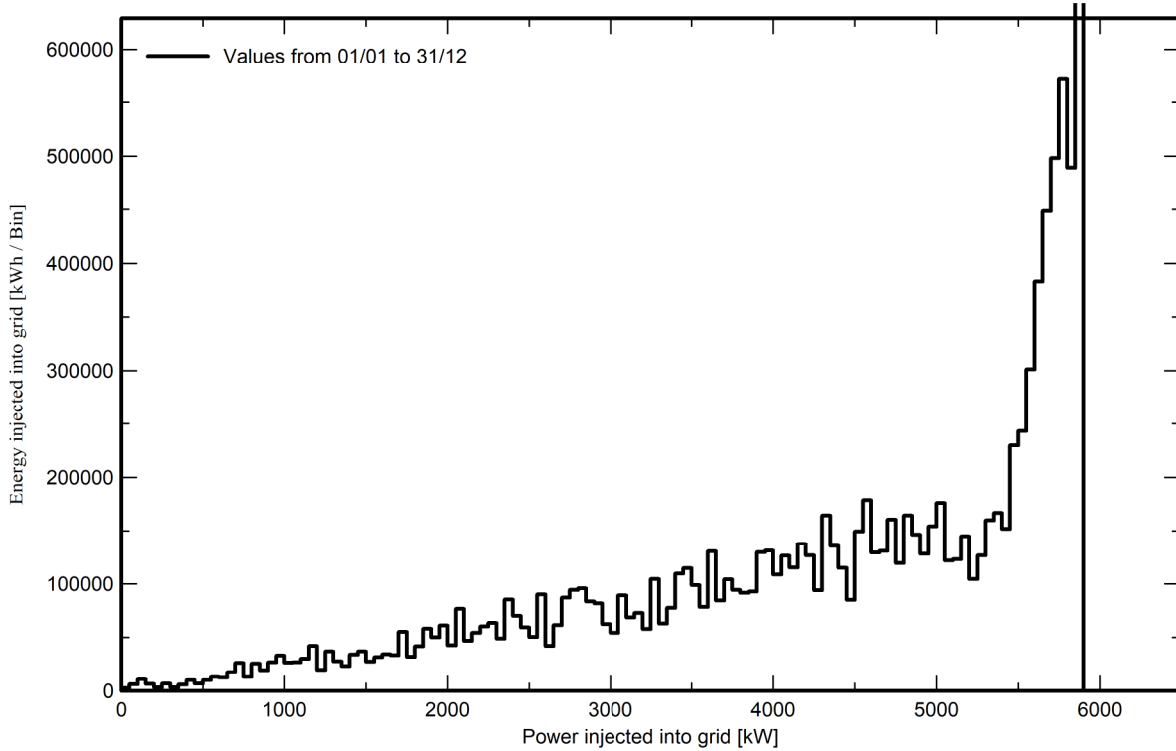
VC1, Simulation date:
22/02/22 13:00
with v7.2.11

Special graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



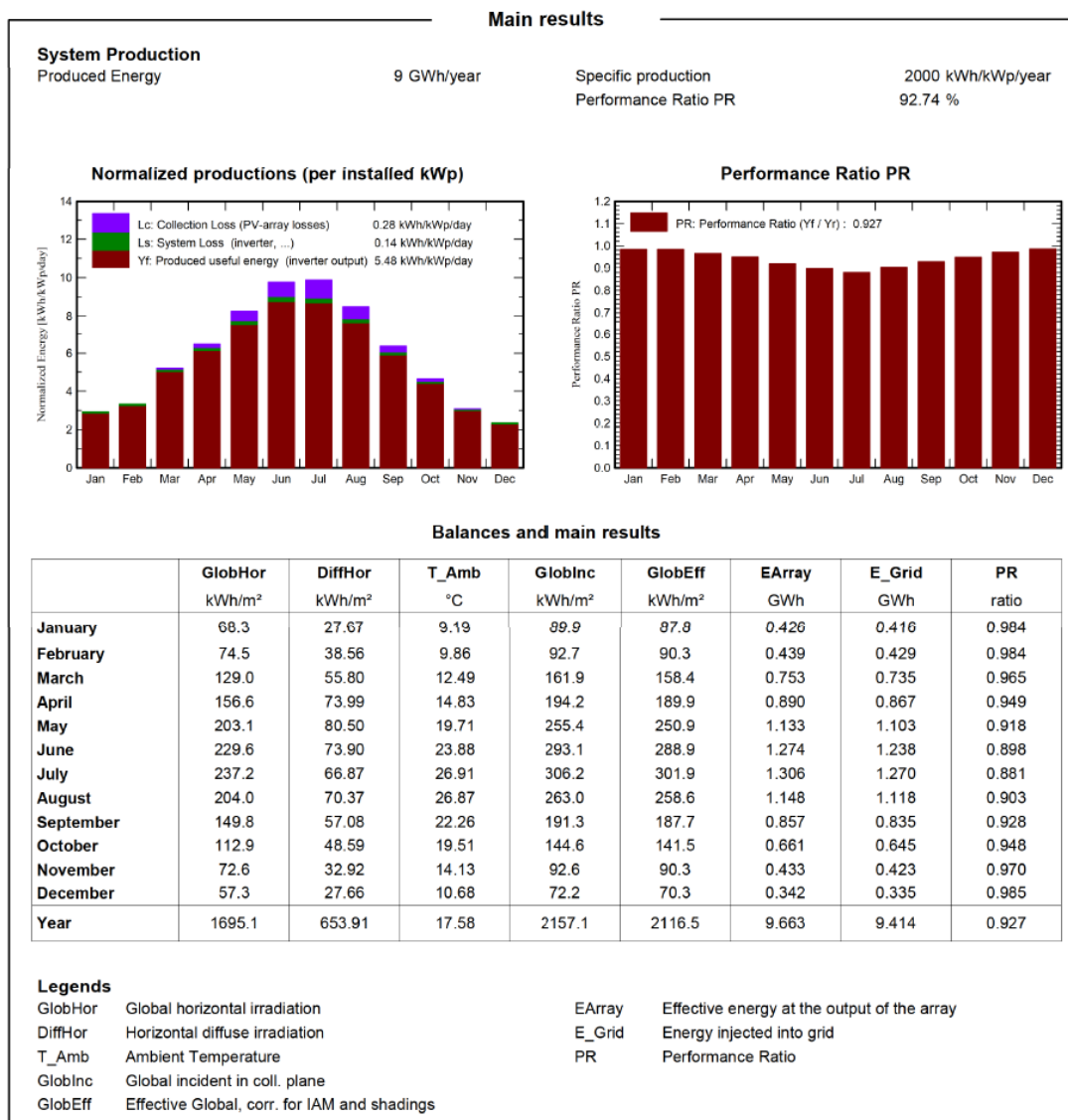
Cluster Sud

1.10 Calcolo della Producibilità

RADIAZIONE SOLARE E INFORMAZIONI METEOROLOGICHE

Il database internazionale MeteoNorm rende disponibili i dati meteorologici per la località di **Piscinas** (SU): l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, per cui possono essere utilizzati nell'elaborazione statistica per la stima della radiazione solare sitespecifica.

Nelle immagini che seguono si riportano i dati meteorologici assunti per la presente simulazione.



1.11 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, garantendo opportune distanze tra strutture consecutive, il valore calcolato è contenuto.

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	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 18 di 20

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 **4W/kW**.

1.12 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 **9.414 MWh/anno**.

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 19 di 20



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



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

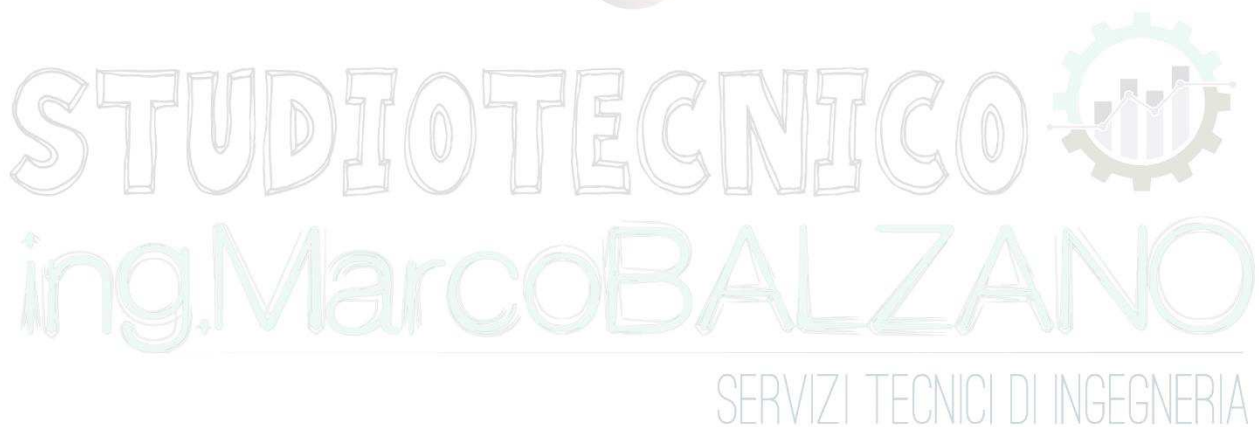
Considerata la potenza nominale dell'impianto, pari a **4.000,00** kWn, e la potenza di picco pari a **4.705,92** kWp, si ha una produzione specifica pari a **2.000** (kWh/KWp)/anno.

Sulla base di tutte le perdite precedentemente illustrate, l'impianto in progetto consente di ottenere un indice di rendimento (Performance Ratio PR) pari a **92,74** %.

1.13 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.



Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV671-P.02	Valutazione della Producibilità	02/02/2022	R0	Pagina 20 di 20

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Piscinas

Variant: Impianto Cluster Sud

Tracking system with backtracking

System power: 4706 kWp

Piscinas - Italia



Project: Piscinas

Variant: Impianto Cluster Sud

PVsyst V7.2.11

VC2, Simulation date:
22/02/22 15:54
with v7.2.11

Project summary

Geographical Site Piscinas Italia	Situation Latitude 39.09 °N Longitude 8.67 °E Altitude 73 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Piscinas Meteonorm 7.3 (1991-2010), Sat=81% - 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	8256 units	Nb. of units	16 units
Pnom total	4706 kWp	Pnom total	3600 kWac
		Pnom ratio	1.307

Results summary

Produced Energy	9 GWh/year	Specific production	2000 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	92.74 %
-----------------	------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

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



Project: Piscinas

Variant: Impianto Cluster Sud

PVsyst V7.2.11

VC2, Simulation date:
22/02/22 15:54
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	121 units
Axis azimuth	0 °	Identical arrays	
		Sizes	
		Tracker Spacing	9.43 m
		Collector width	4.71 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	49.9 %
		Phi min / max.	-/+ 55.0 °
		Backtracking limit angle	
		Phi limits	+/- 59.9 °
Horizon		Near Shadings	User's needs
Free Horizon		Linear shadings	Unlimited load (grid)
Bifacial system			
Model	2D Calculation		
	unlimited trackers		
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	9.43 m	Ground albedo	0.30
Tracker width	4.71 m	Bifaciality factor	80 %
GCR	49.9 %	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	Sungrow
Model	JKM570N-72HL4-BDV	Model	SG250HX
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	570 Wp	Unit Nom. Power	225 kWac
Number of PV modules	8256 units	Number of inverters	16 units
Nominal (STC)	4706 kWp	Total power	3600 kWac
Modules	344 Strings x 24 In series	Operating voltage	600-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	250 kWac
Pmpp	4355 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.31
U mpp	928 V		
I mpp	4691 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	4706 kWp	Total power	3600 kWac
Total	8256 modules	Number of inverters	16 units
Module area	21327 m²	Pnom ratio	1.31
Cell area	19628 m²		



PVsyst V7.2.11

VC2, Simulation date:
22/02/22 15:54
with v7.2.11

Array losses

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 1.1 mΩ
Loss Fraction 0.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.5 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.8 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

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: SG250HX

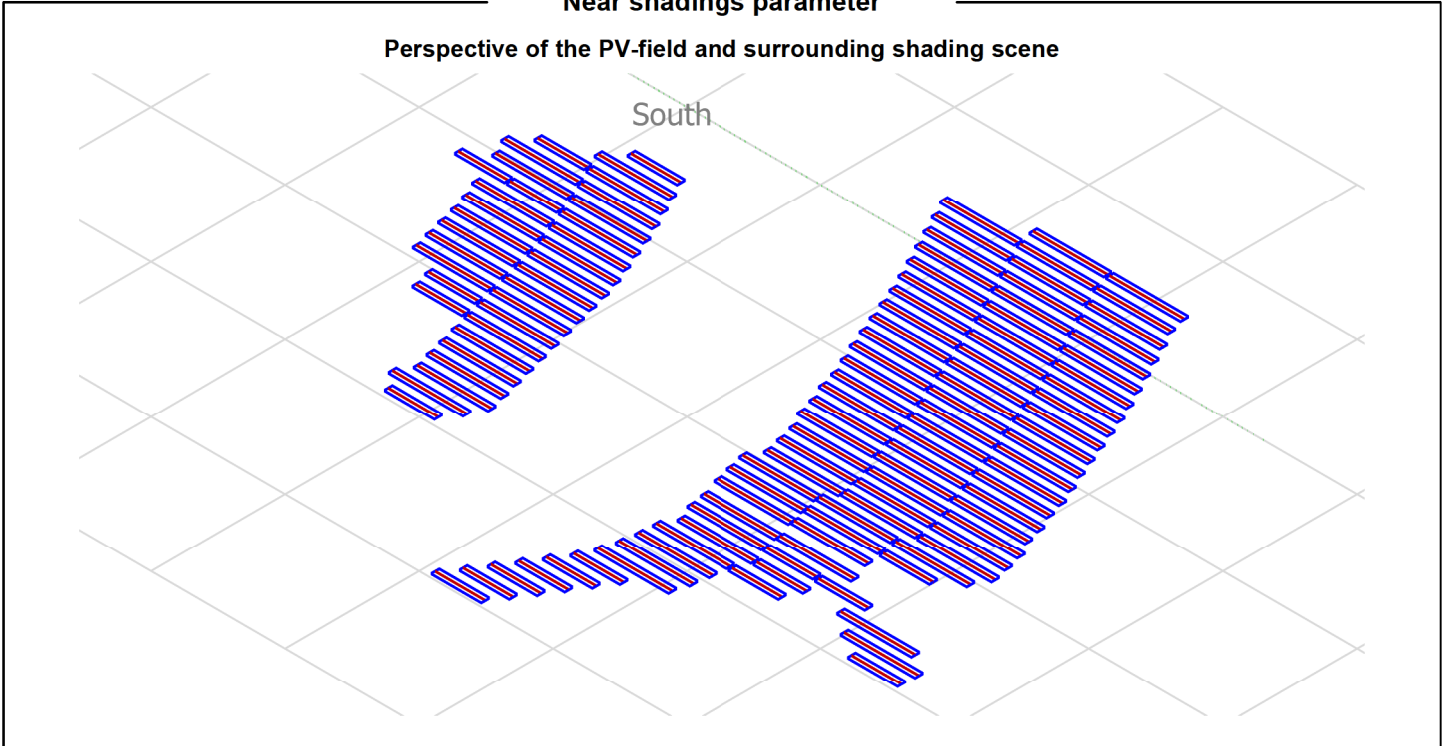
Wire section (16 Inv.) Copper 16 x 3 x 150 mm²
Average wires length 176 m



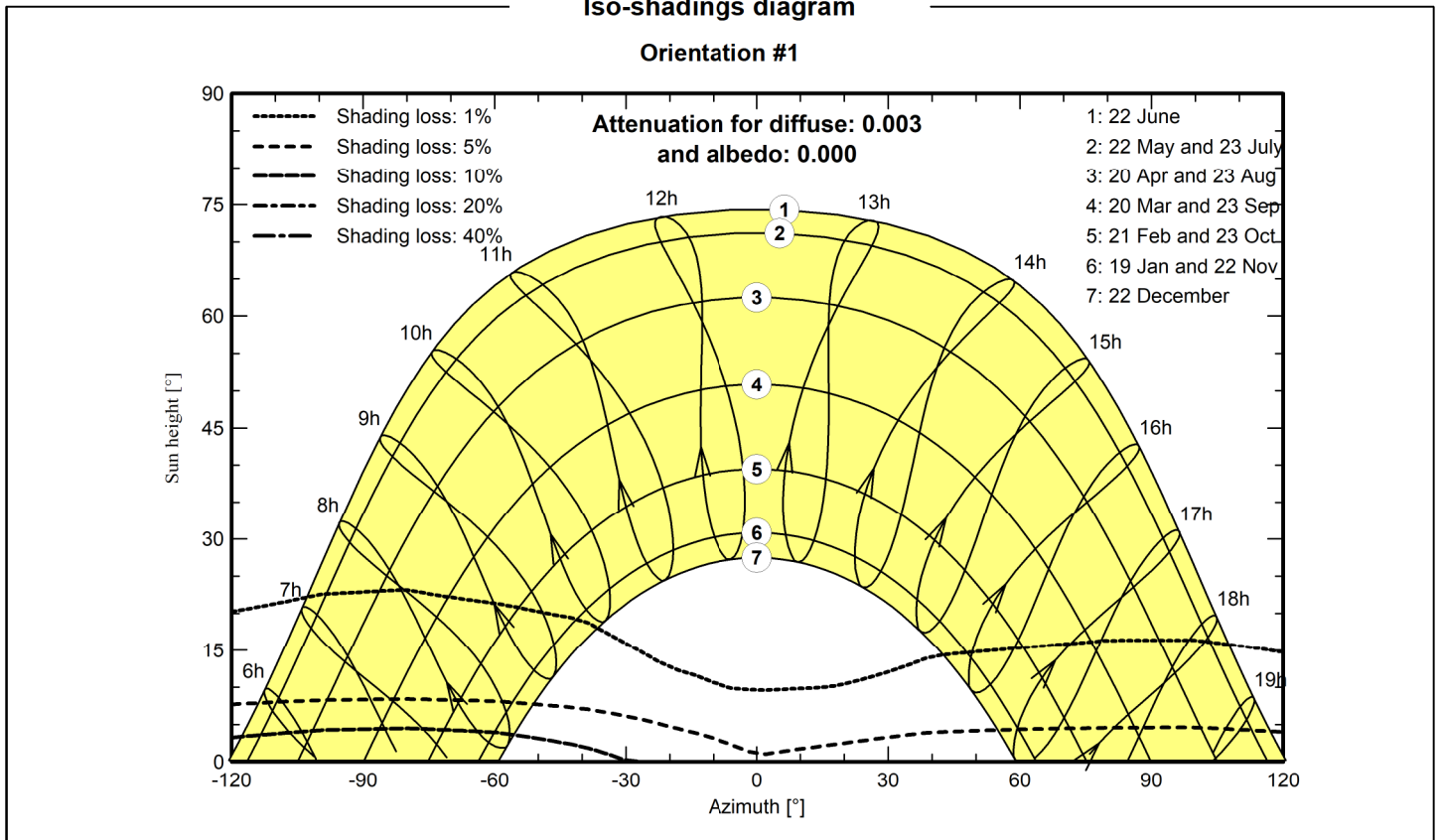
PVsyst V7.2.11

VC2, Simulation date:
22/02/22 15:54
with v7.2.11

Near shadings parameter



Iso-shadings diagram





Project: Piscinas
Variant: Impianto Cluster Sud

PVsyst V7.2.11

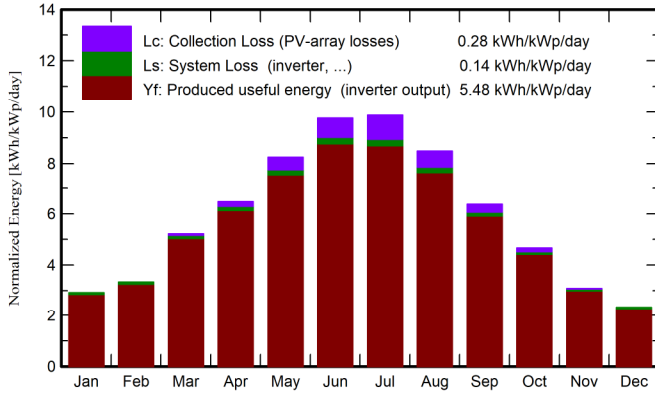
VC2, Simulation date:
22/02/22 15:54
with v7.2.11

Main results

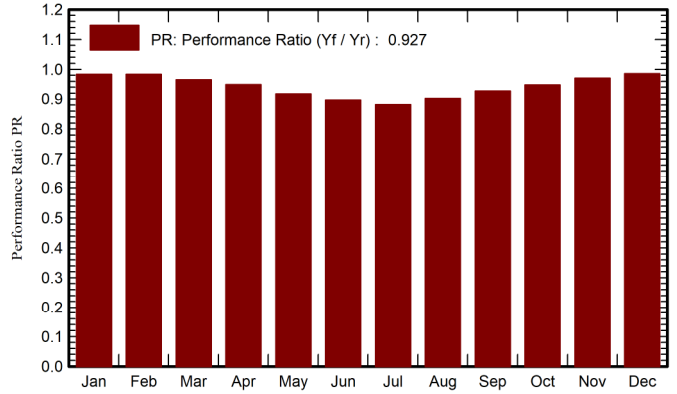
System Production

Produced Energy 9 GWh/year Specific production 2000 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 92.74 %

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	68.3	27.67	9.19	89.9	87.8	0.426	0.416	0.984
February	74.5	38.56	9.86	92.7	90.3	0.439	0.429	0.984
March	129.0	55.80	12.49	161.9	158.4	0.753	0.735	0.965
April	156.6	73.99	14.83	194.2	189.9	0.890	0.867	0.949
May	203.1	80.50	19.71	255.4	250.9	1.133	1.103	0.918
June	229.6	73.90	23.88	293.1	288.9	1.274	1.238	0.898
July	237.2	66.87	26.91	306.2	301.9	1.306	1.270	0.881
August	204.0	70.37	26.87	263.0	258.6	1.148	1.118	0.903
September	149.8	57.08	22.26	191.3	187.7	0.857	0.835	0.928
October	112.9	48.59	19.51	144.6	141.5	0.661	0.645	0.948
November	72.6	32.92	14.13	92.6	90.3	0.433	0.423	0.970
December	57.3	27.66	10.68	72.2	70.3	0.342	0.335	0.985
Year	1695.1	653.91	17.58	2157.1	2116.5	9.663	9.414	0.927

Legends

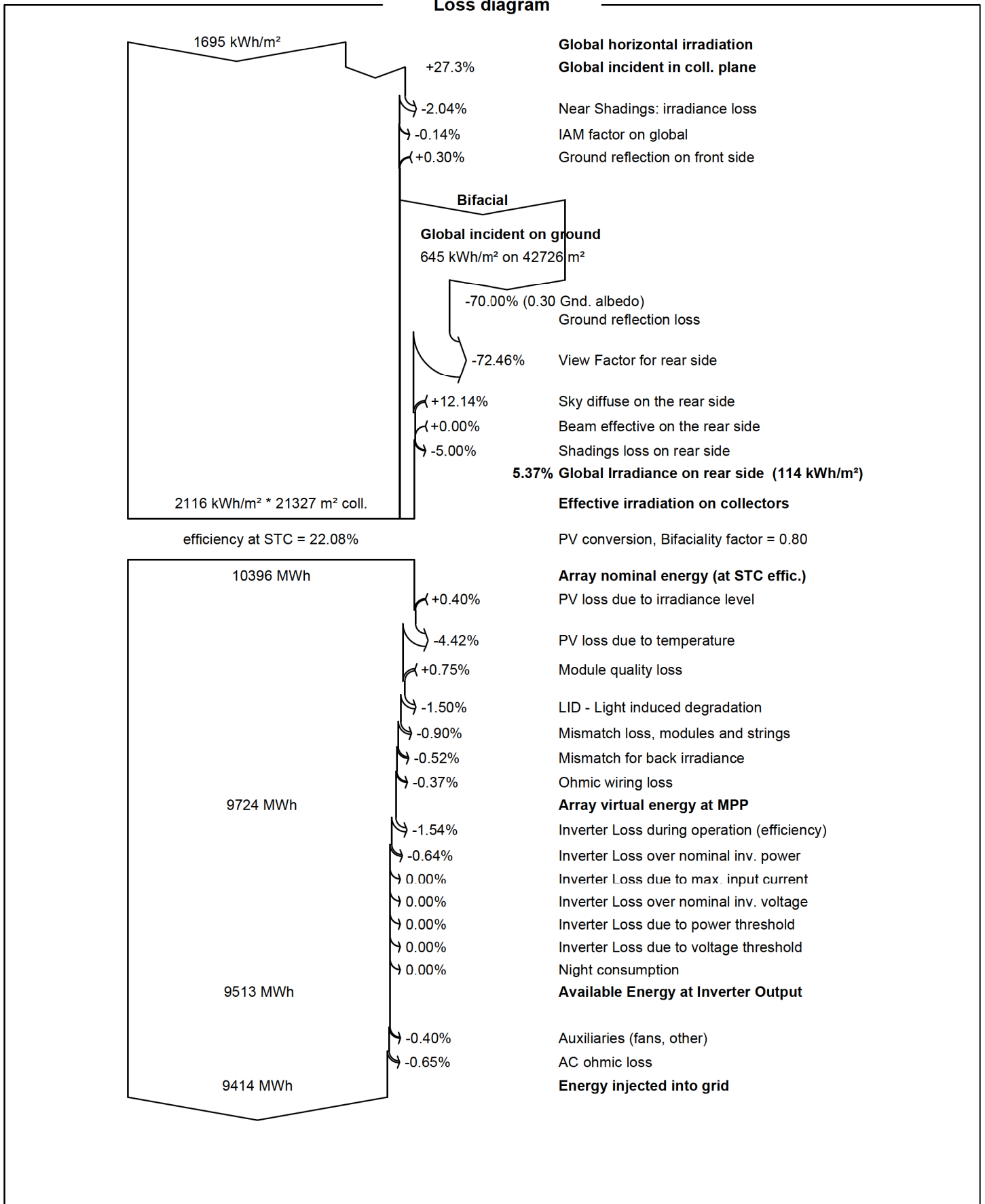
- | | | | |
|---------|--|--------|---|
| GlobHor | Global horizontal irradiation | EArray | Effective energy at the output of the array |
| DiffHor | Horizontal diffuse irradiation | E_Grid | Energy injected into grid |
| T_Amb | Ambient Temperature | PR | Performance Ratio |
| GlobInc | Global incident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



PVsyst V7.2.11

VC2, Simulation date:
 22/02/22 15:54
 with v7.2.11

Loss diagram



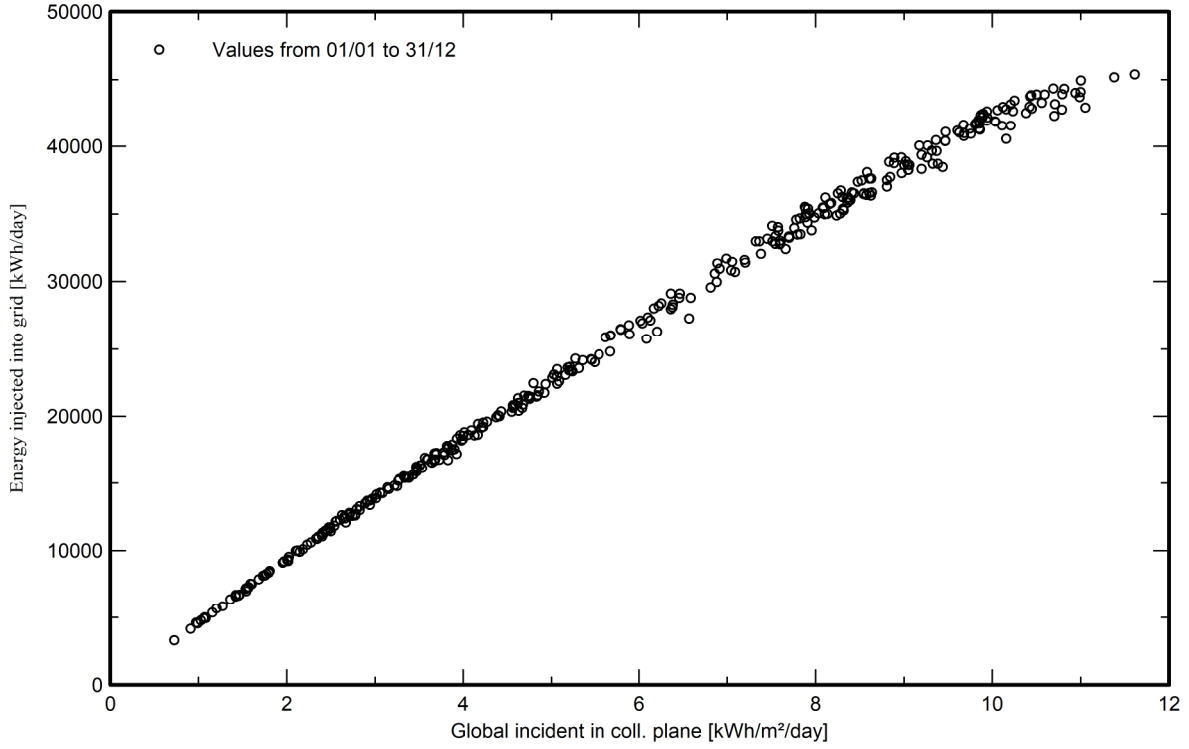


PVsyst V7.2.11

VC2, Simulation date:
22/02/22 15:54
with v7.2.11

Special graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

