



## PROGETTO DEFINITIVO

### PROGETTO AGROFOTOVOLTAICO ACCOPPIATO AD UN SISTEMA BESS E AD UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE

Committente:

**URBA-I 130108 S.r.l.**

Via Giorgio Giulini, 2  
20123 Milano (MI)



**StudioTECNICO**  
**Ing. Marco G Balzano**

Via Canello Rotto, 3  
70125 BARI | Italy  
+39 331.6794367  
[www.ingbalzano.com](http://www.ingbalzano.com)



Spazio Riservato agli Enti:

REV	DATA	ESEGUITO	VERIFICA	APPROV	DESCRIZ
R0	12/10/2023	CL	MBG	MBG	Prima Emissione

Numero Commessa:

**SV664**

Data Elaborato:

**12/10/2023**

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

<b>1. Premessa</b> .....	<b>3</b>
1.1 Generalità.....	3
1.2 Descrizione sintetica dell'iniziativa.....	5
1.3 Contatto.....	7
1.4 Localizzazione .....	8
IMPIANTO AGROVOLTAICO .....	8
IMPIANTO BATTERY ENERGY STORAGE.....	9
IMPIANTO IDROGENO VERDE.....	10
1.5 Oggetto .....	10
<b>2. Calcolo della Producibilità</b> .....	<b>11</b>
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
<b>3. Risultati</b> .....	<b>14</b>
<b>ALLEGATO: REPORT PVSYST</b> .....	<b>14</b>

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 2 di 14

## 1. Premessa

### 1.1 Generalità

La Società **URBA-I 130108 SRL**, con sede in Via Giorgio Giulini, 2 – 20121 Milano (MI), è soggetto Proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un progetto **Agri-fotovoltaico** denominato **"AgroPV – San Marco"**.

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 agronomica**.

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 CO<sub>2</sub>, 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	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 3 di 14

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 che, a partire dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997 sono state anche dall'Accordo sul Clima delle Nazioni Unite (Parigi, Dicembre 2015) e dal pacchetto di proposte legislative climatico "Fit for 55" a livello internazionale oltre che dal Piano Nazionale Energia e Clima (PNIEC - 2020) e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR - 2021) a livello nazionale. Tutti gli strumenti di pianificazione concordano nel porre la priorità sulla transizione energetica dalle fonti fossili alle rinnovabili che, oltre a ridurre gli impatti sull'ambiente, contribuiscono a migliorare il tenore di vita delle popolazioni e la distribuzione di reddito nelle regioni più svantaggiate, periferiche o insulari, anche grazie alla creazione di posti di lavoro locali permanenti che consente 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.

Di rilievo il **Regolamento UE n. 2577/2022** che, al fine di favorire ulteriormente la transizione e l'indipendenza energetica dell'Unione Europea, stabilisce che **gli impianti FER sono ex lege di interesse pubblico prevalente** rispetto ad altri interessi potenzialmente in conflitto.

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 agrivoltaica 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 consociazione 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:

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

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 4 di 14

## 1.2 Descrizione sintetica dell'iniziativa

L'iniziativa è da realizzarsi in agro dei Comuni di **Orta Nova, Ascoli Satriano, Ortona, Candela e Deliceto (FG)**, circa 8,8 km a Sud-Ovest del centro abitato di Orta Nova.

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.

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.

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 dislocate lungo le fasce perimetrali, un articolato progetto agronomico nelle aree utili interne ed esterne la recinzione, oltre alla installazione di apiari per favorire la biodiversità.

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.

Collegate all'iniziativa agrivoltaica presentata, sono previsti anche un impianto di produzione di **idrogeno verde** e un **sistema di accumulo**.

L'**idrogeno verde** sarà prodotto usando corrente prodotta dalla centrale fotovoltaica in progetto; risulta essere la tipologia di idrogeno più sostenibile tra le diverse modalità di produzione. Nel sito individuato per la realizzazione dell'impianto di idrogeno è presente un metanodotto SNAM.

Il **sistema di accumulo**, o energy storage, è fondamentale per le necessità sempre crescenti di produzione energetica green, basata su fonti rinnovabili come solare ed eolico caratterizzate da una produzione non programmabile. L'iniziativa, dunque, al fine di poter soddisfare la domanda di energia senza precludersi la possibilità di contribuire alla erogazione del surplus di domanda rispetto alle previsioni, prevede la realizzazione di un Impianto di Stoccaggio di Energia connesso in media tensione alla Stazione di Elevazione Utente.

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 5 di 14

Il **Battery Energy Storage System** o **BESS** è un dispositivo elettrochimico che, grazie alla capacità di convertire l'energia elettrica in energia chimica e viceversa, consente di stoccare l'energia prodotta dalla componente fotovoltaica dell'impianto agrivoltaico e, a seconda della necessità della rete e dinamiche del mercato energetico, **di erogarla in un momento diverso da quello di produzione, ovvero, in un prossimo futuro di partecipare alle attività per la stabilità della rete elettrica nazionale.**

Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni e ai layout di dettaglio.

Per quel che concerne l'impianto fotovoltaico, esso avrà una potenza complessiva pari a **70,40 MWn – 85,3944 MWp.**

L'impianto sarà composto da inverter trifase, connessi a gruppi a trasformatori BT/MT o BT/AT (per i dettagli si veda lo schema unifilare allegato).

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 – CODICE PRATICA 202001451**), l'impianto fotovoltaico sarà collegato alla rete di trasmissione **in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150 kV denominata "Deliceto"**.

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.

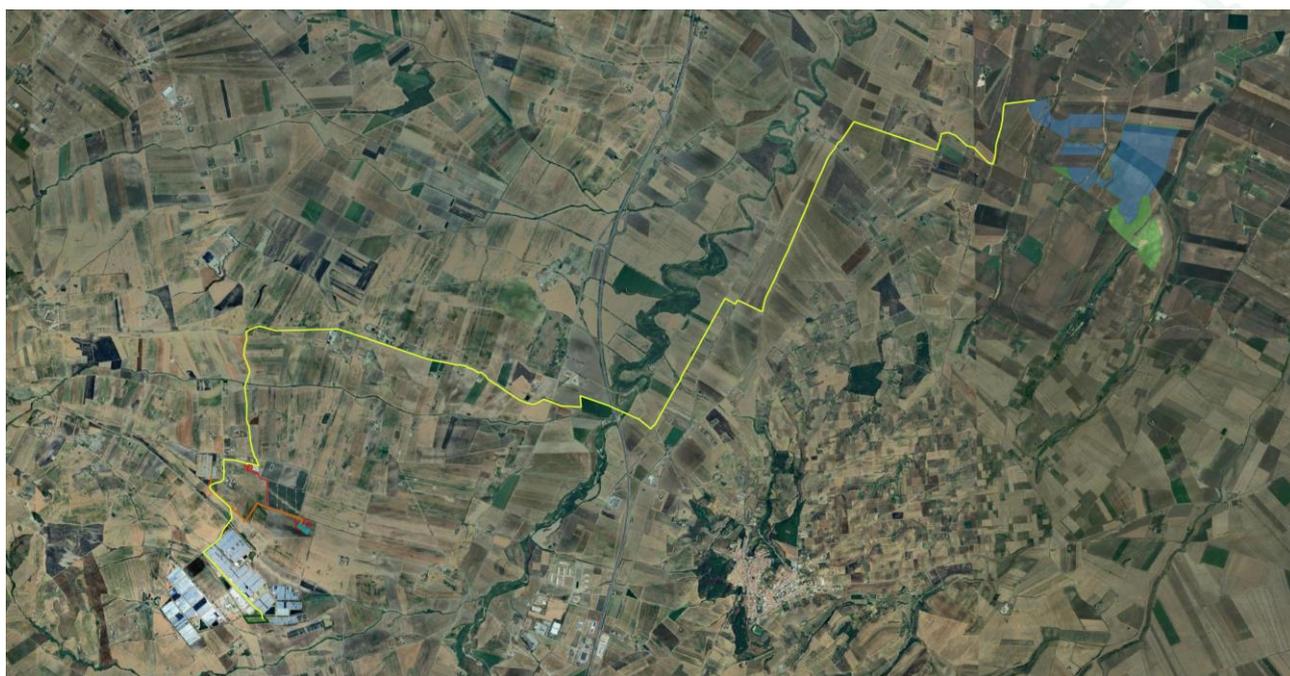


Fig. 1-1: Progetto agrivoltaico

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 6 di 14



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: **URBA-I 130108 S.R.L**

Indirizzo: Via Giorgio Giulini, 2  
20213 MILANO  
PEC: urba130108@legalmail.it  
Mob: +39 331.6794367

Progettista: **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	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 7 di 14

## 1.4 Localizzazione

### IMPIANTO AGROVOLTAICO

L'area contrattualizzata dal proponente, dell'estensione di **222,64 ha**, sarà destinata alla realizzazione dell'impianto in progetto, denominato "**AgroPV-San Marco**", si trova in Puglia nel Comune di **Orta Nova (FG) e Ascoli Satriano (FG)**, in località "**San Marco**".



Fig. 1-2: Localizzazione area di intervento – in azzurro le aree dell'impianto agrivoltaico – in verde le aree agricole esterne

#### Coordinate GPS:

Latitudine: 41.258369° N

Longitudine: 15.618153° E

Altezza s.l.m.: 166 m

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 8 di 14

## IMPIANTO BATTERY ENERGY STORAGE

L'area destinata alla realizzazione dell'impianto Battery Energy Storage System (BESS) per il progetto "**AgroPV-San Marco**" è collocata nel comune di Deliceto, Foglio 42 Particella 383.



Fig. 1-3: Localizzazione area di intervento – in azzurro l'area dedicata al BESS

### Coordinate GPS:

Latitudine: 41.219124° N

Longitudine: 15.480917° E

Altezza s.l.m.: 288 m

## IMPIANTO IDROGENO VERDE

L'area destinata alla realizzazione dell'impianto di produzione di Idrogeno Verde per il progetto "AgroPV-San Marco" è collocata nel foglio 1 del comune di Candela.

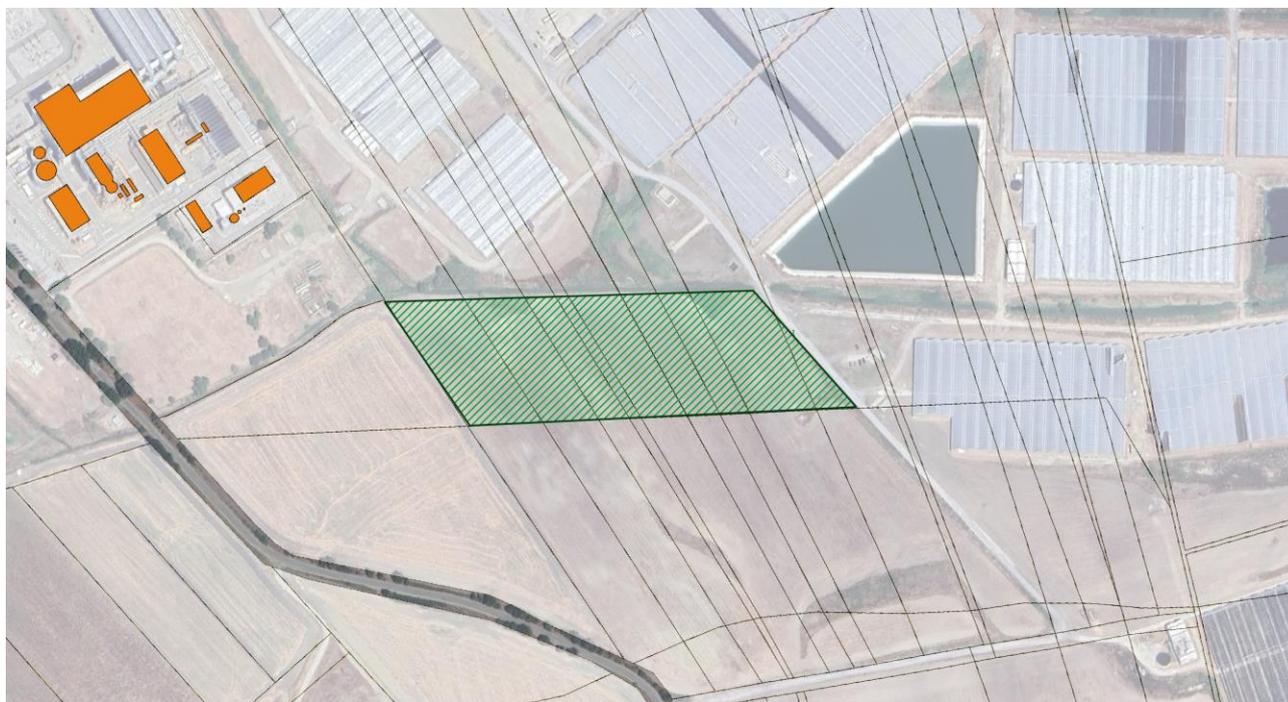


Fig. 1-4: Localizzazione area di intervento – in verde l'area dedicata all'impianto di produzione di Idrogeno Verde

### Coordinate GPS:

Latitudine: 41.200156°N

Longitudine: 15.480478°E

Altezza s.l.m.: 240 m

### 1.5 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.

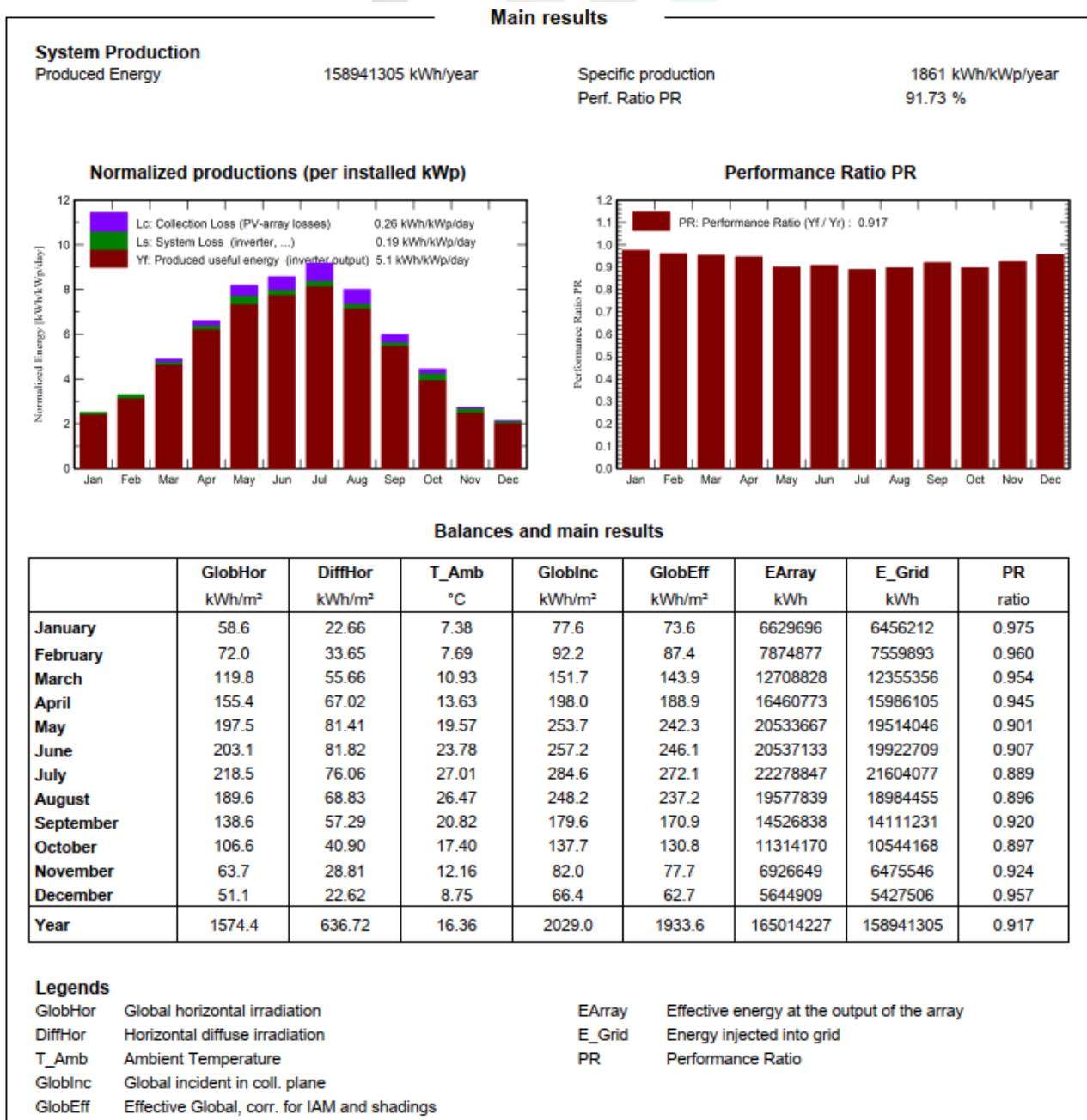
Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 10 di 14

## 2. Calcolo della Producibilità

### 2.1 Radiazione Solare e Informazioni Meteorologiche

Il database internazionale MeteoNorm rende disponibili i dati meteorologici per la località di **Orta Nova (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.

Nelle immagini che seguono 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, 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/m<sup>2</sup>, 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	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 12 di 14

---

## 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 **4W/kW**.

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

Rif. Elaborato:	Elaborato:	Data	Rev	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 13 di 14

### 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 PVSyst.

Stabilita quindi la disponibilità della fonte solare, e determinate tutte le perdite illustrate, la produzione dell'impianto fotovoltaico in progetto risulta pari a **158.941,305** MWh/anno.

Considerata la potenza nominale dell'impianto, pari a **70.400,00** kWn, e la potenza di picco pari a **85.394,00** kWp, si ha una produzione specifica pari a **1.861** (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 **91,73** %.

### 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	
SV664 -P.03	Valutazione della Producibilità	12/10/2023	R0	Pagina 14 di 14

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: San Marco

Variant: Nuova variante di simulazione

Tracking system with backtracking

System power: 85.39 MWp

Durando - Italy



# Project: San Marco

Variant: Nuova variante di simulazione

## PVsyst V7.4.0

VCO, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0

### Project summary

<b>Geographical Site</b>	<b>Situation</b>	<b>Project settings</b>
<b>Durando</b>	Latitude 41.26 °N	Albedo 0.20
Italy	Longitude 15.63 °E	
	Altitude 193 m	
	Time zone UTC+1	
<b>Meteo data</b>		
Durando		
Meteonorm 7.3 (1986-2005), Sat=81% - Sintetico		

### System summary

<b>Grid-Connected System</b>	<b>Tracking system with backtracking</b>		
Simulation for year no 1			
<b>PV Field Orientation</b>	<b>Tracking algorithm</b>	<b>Near Shadings</b>	
<b>Orientation</b>	Astronomic calculation	Linear shadings	
Tracking plane, tilted axis	Backtracking activated	Diffuse shading	Automatic
Avg axis tilt -1.1 °			
Avg axis azim. 0 °			
<b>System information</b>			
<b>PV Array</b>		<b>Inverters</b>	
Nb. of modules 142324 units		Nb. of units 220 units	
Pnom total 85.39 MWp		Pnom total 70.40 MWac	
		Pnom ratio 1.213	
<b>User's needs</b>			
Unlimited load (grid)			

### Results summary

Produced Energy 158941305 kWh/year	Specific production 1861 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 91.73 %
------------------------------------	---------------------------------------	------------------------

### Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Predef. graphs	9
Single-line diagram	10

**PVsyst V7.4.0**

VC0, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0

**General parameters****Grid-Connected System****PV Field Orientation****Orientation**

Tracking plane, tilted axis  
Avg axis tilt -1.1 °  
Avg axis azim. 0 °

**Models used**

Transposition Perez  
Diffuse Perez, Meteororm  
Circumsolar separate

**Horizon**

Free Horizon

**Bifacial system**

Model 2D Calculation  
unlimited trackers

**Bifacial model geometry**

Tracker Spacing 11.00 m  
Tracker width 4.82 m  
GCR 43.8 %  
Axis height above ground 2.50 m

**Tracking system with backtracking****Tracking algorithm**

Astronomic calculation  
Backtracking activated

**Near Shadings**

Linear shadings  
Diffuse shading Automatic

**Backtracking array**

Nb. of trackers 2737 units  
Identical arrays

**Sizes**

Tracker Spacing 11.0 m  
Collector width 4.82 m  
Ground Cov. Ratio (GCR) 43.8 %  
Phi min / max. -/+ 55.0 °

**Backtracking strategy**

Phi limits for BT -/+ 63.9 °  
Backtracking pitch 11.0 m  
Backtracking width 4.82 m

**User's needs**

Unlimited load (grid)

**PV Array Characteristics****PV module**

Manufacturer JA Solar  
Model JAM72D40-600/LB  
(Custom parameters definition)  
Unit Nom. Power 600 Wp  
Number of PV modules 142324 units  
Nominal (STC) 85.39 MWp

**Array #1 - Campo FV 1**

Number of PV modules 124800 units  
Nominal (STC) 74.88 MWp  
Modules 4800 Strings x 26 In series

**At operating cond. (50°C)**

Pmpp 69.28 MWp  
U mpp 1040 V  
I mpp 66605 A

**Inverter**

Manufacturer Sungrow  
Model SG350HX-20A-Preliminary  
(Custom parameters definition)  
Unit Nom. Power 320 kWac  
Number of inverters 220 units  
Total power 70400 kWac

Number of inverters 192 units  
Total power 61440 kWac

Operating voltage 500-1500 V  
Max. power (=>30°C) 352 kWac  
Pnom ratio (DC:AC) 1.22  
Power sharing within this inverter

**PVsyst V7.4.0**

VC0, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0

**PV Array Characteristics****Array #2 - Configurazione #2**

Number of PV modules	16848 units	Number of inverters	27 units
Nominal (STC)	10.11 MWp	Total power	8640 kWac
Modules	648 Strings x 26 In series		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	9352 kWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	1040 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.17
I mpp	8992 A	Power sharing within this inverter	

**Array #3 - Configurazione #3**

Number of PV modules	676 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	406 kWp	Total power	320 kWac
Modules	26 Strings x 26 In series		
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Operating voltage	500-1500 V
Pmpp	375 kWp	Max. power (=>30°C)	352 kWac
U mpp	1040 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.27
I mpp	361 A	Power sharing within this inverter	

**Total PV power**

Nominal (STC)	85394 kWp
Total	142324 modules
Module area	376536 m <sup>2</sup>

**Total inverter power**

Total power	70400 kWac
Max. power	77440 kWac
Number of inverters	220 units
Pnom ratio	1.21

**Array losses****Array Soiling Losses**

Loss Fraction 3.0 %

**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance  
Uc (const) 29.0 W/m<sup>2</sup>K  
Uv (wind) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

**LID - Light Induced Degradation**

Loss Fraction 0.3 %

**Module Quality Loss**

Loss Fraction -0.4 %

**Module mismatch losses**

Loss Fraction 0.5 % at MPP

**Strings Mismatch loss**

Loss Fraction 0.1 %

**Module average degradation**

Year no 1  
Loss factor 0.4 %/year

**Mismatch due to degradation**

Imp RMS dispersion 0.4 %/year  
Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

**IAM loss factor**

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	50°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.994	0.967	0.919	0.748	0.000

**DC wiring losses**

Global wiring resistance 0.084 mΩ  
Loss Fraction 0.4 % at STC



**PVsyst V7.4.0**

VC0, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0

**DC wiring losses**

<b>Array #1 - Campo FV 1</b>		<b>Array #2 - Configurazione #2</b>	
Global array res.	0.075 mΩ	Global array res.	0.55 mΩ
Loss Fraction	0.4 % at STC	Loss Fraction	0.4 % at STC
<b>Array #3 - Configurazione #3</b>			
Global array res.	14 mΩ		
Loss Fraction	0.4 % at STC		

**System losses**

<b>Unavailability of the system</b>		<b>Auxiliaries loss</b>	
Time fraction	1.7 %	Proportionnal to Power	4.0 W/kW
	6.2 days, 5 periods	0.0 kW from Power thresh.	

**AC wiring losses**

<b>Inv. output line up to MV transfo</b>			
Inverter voltage	800 Vac tri		
Loss Fraction	0.75 % at STC		
<b>Inverter: SG350HX-20A-Preliminary</b>			
Wire section (220 Inv.)	Alu 220 x 3 x 240 mm <sup>2</sup>		
Average wires length	96 m		
<b>MV line up to Injection</b>			
MV Voltage	30 kV		
Average each inverter			
Wires	Alu 3 x 1500 mm <sup>2</sup>		
Length	2500 m		
Loss Fraction	0.02 % at STC		

**AC losses in transformers**

<b>MV transfo</b>			
Medium voltage	30 kV		
<b>One transfo parameters</b>		<b>Operating losses at STC (full system)</b>	
Nominal power at STC	3.82 MVA	Nb. identical MV transfos	22
Iron Loss (night disconnect)	3.82 kVA	Nominal power at STC	84.13 MVA
Iron loss fraction	0.10 % at STC	Iron loss (night disconnect)	84.13 kVA
Copper loss	30.98 kVA	Copper loss	681.48 kVA
Copper loss fraction	0.81 % at STC		
Coils equivalent resistance	3 x 1.36 mΩ		

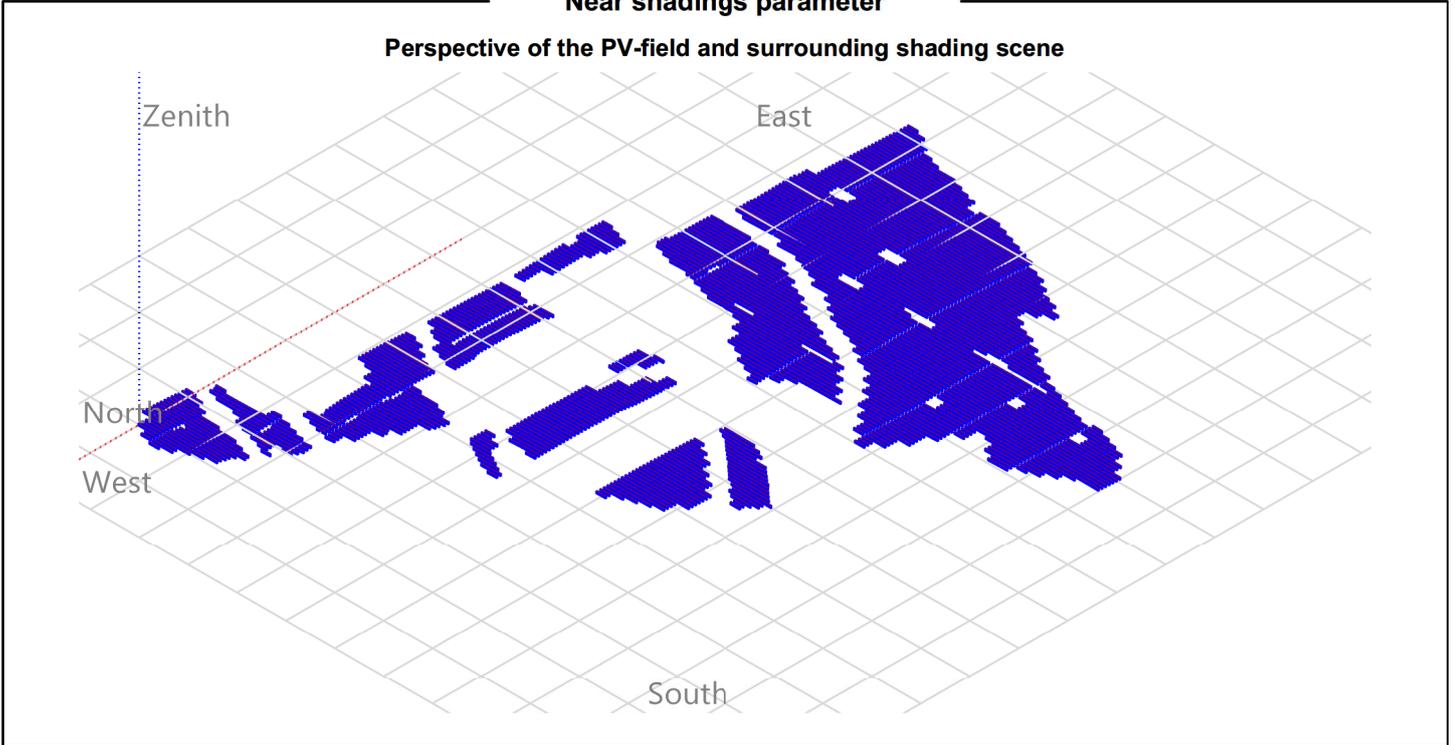


PVsyst V7.4.0

VC0, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0

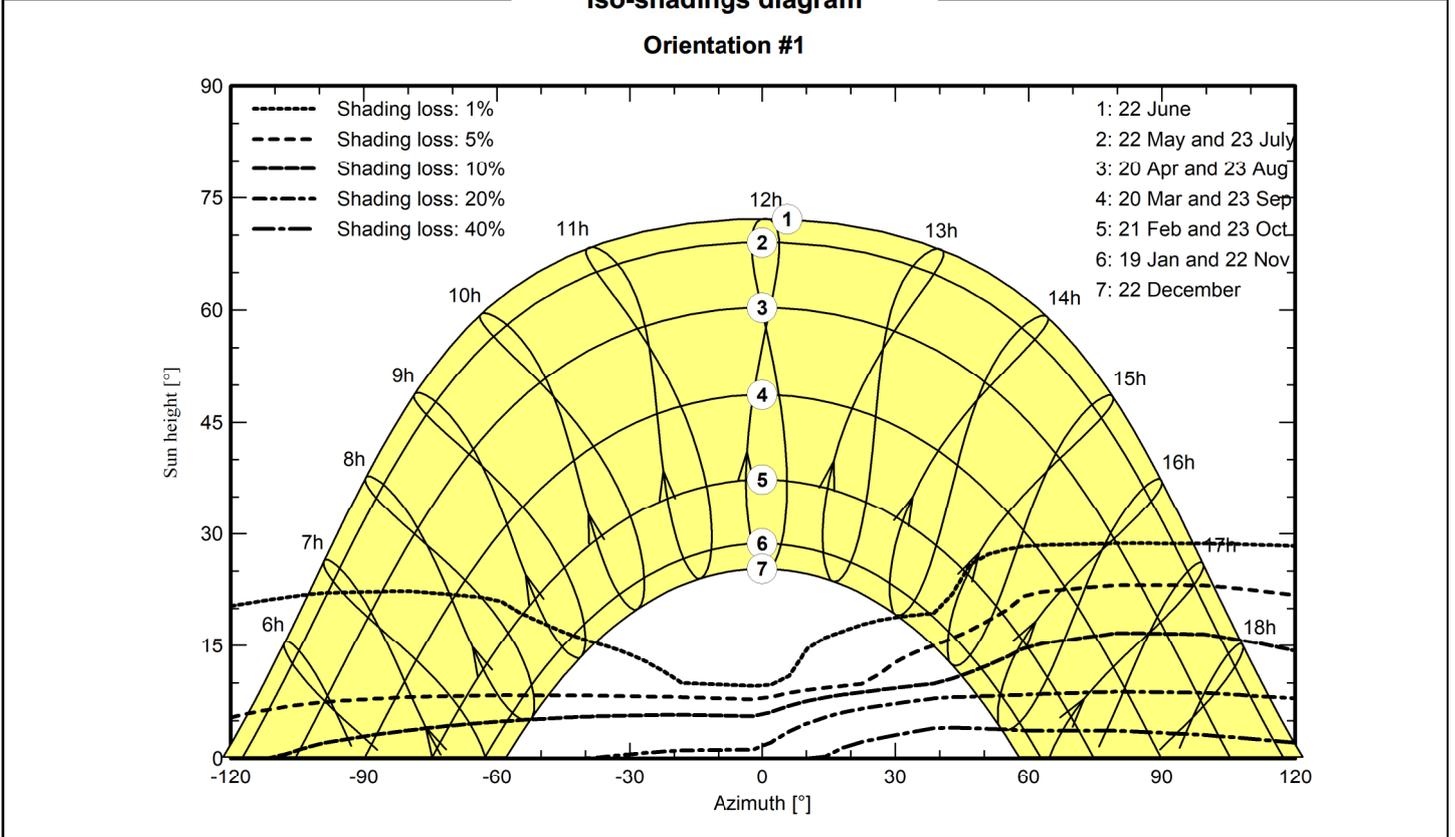
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1





**PVsyst V7.4.0**

VC0, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0

**Main results**

**System Production**

Produced Energy 158941305 kWh/year

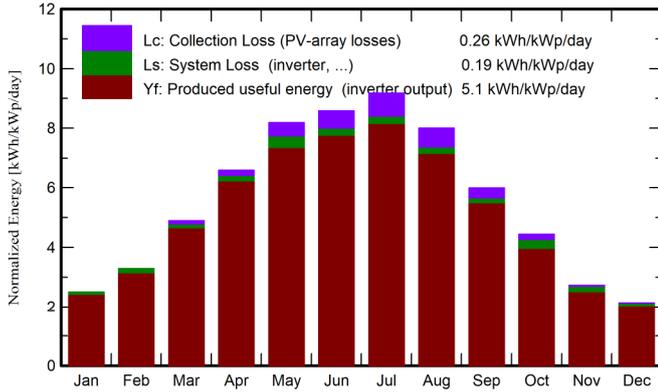
Specific production

1861 kWh/kWp/year

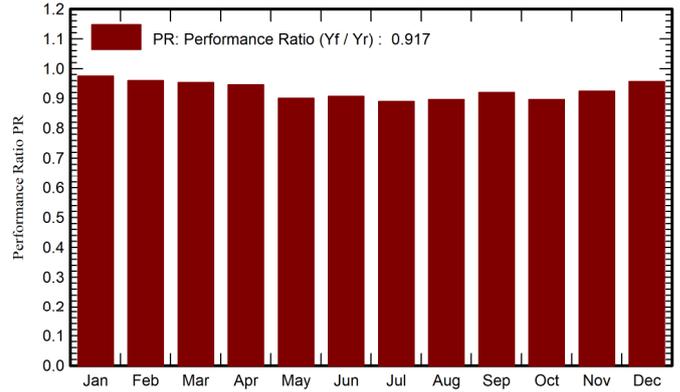
Perf. Ratio PR

91.73 %

**Normalized productions (per installed kWp)**



**Performance Ratio PR**



**Balances and main results**

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> kWh	<b>E_Grid</b> kWh	<b>PR</b> ratio
<b>January</b>	58.6	22.66	7.38	77.6	73.6	6629696	6456212	0.975
<b>February</b>	72.0	33.65	7.69	92.2	87.4	7874877	7559893	0.960
<b>March</b>	119.8	55.66	10.93	151.7	143.9	12708828	12355356	0.954
<b>April</b>	155.4	67.02	13.63	198.0	188.9	16460773	15986105	0.945
<b>May</b>	197.5	81.41	19.57	253.7	242.3	20533667	19514046	0.901
<b>June</b>	203.1	81.82	23.78	257.2	246.1	20537133	19922709	0.907
<b>July</b>	218.5	76.06	27.01	284.6	272.1	22278847	21604077	0.889
<b>August</b>	189.6	68.83	26.47	248.2	237.2	19577839	18984455	0.896
<b>September</b>	138.6	57.29	20.82	179.6	170.9	14526838	14111231	0.920
<b>October</b>	106.6	40.90	17.40	137.7	130.8	11314170	10544168	0.897
<b>November</b>	63.7	28.81	12.16	82.0	77.7	6926649	6475546	0.924
<b>December</b>	51.1	22.62	8.75	66.4	62.7	5644909	5427506	0.957
<b>Year</b>	1574.4	636.72	16.36	2029.0	1933.6	165014227	158941305	0.917

**Legends**

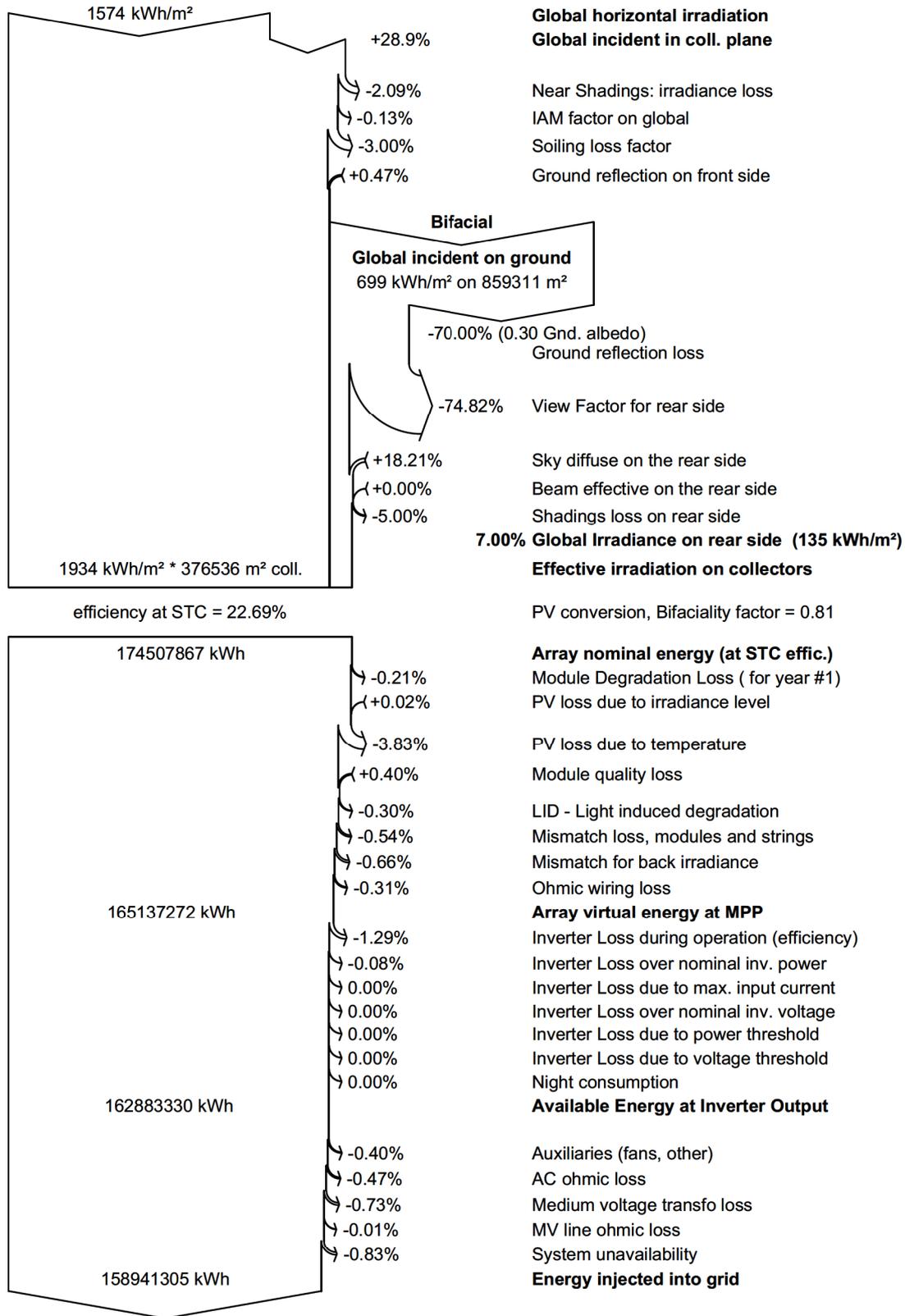
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



PVsyst V7.4.0

VC0, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0

Loss diagram



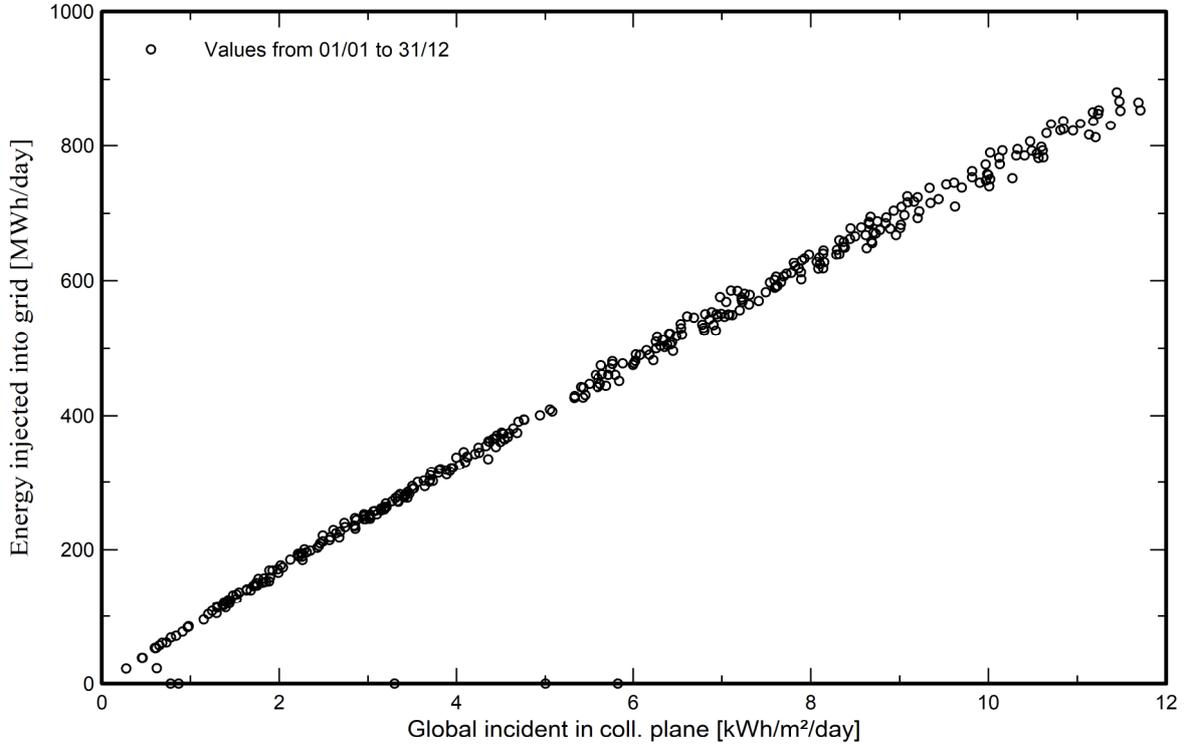


**PVsyst V7.4.0**

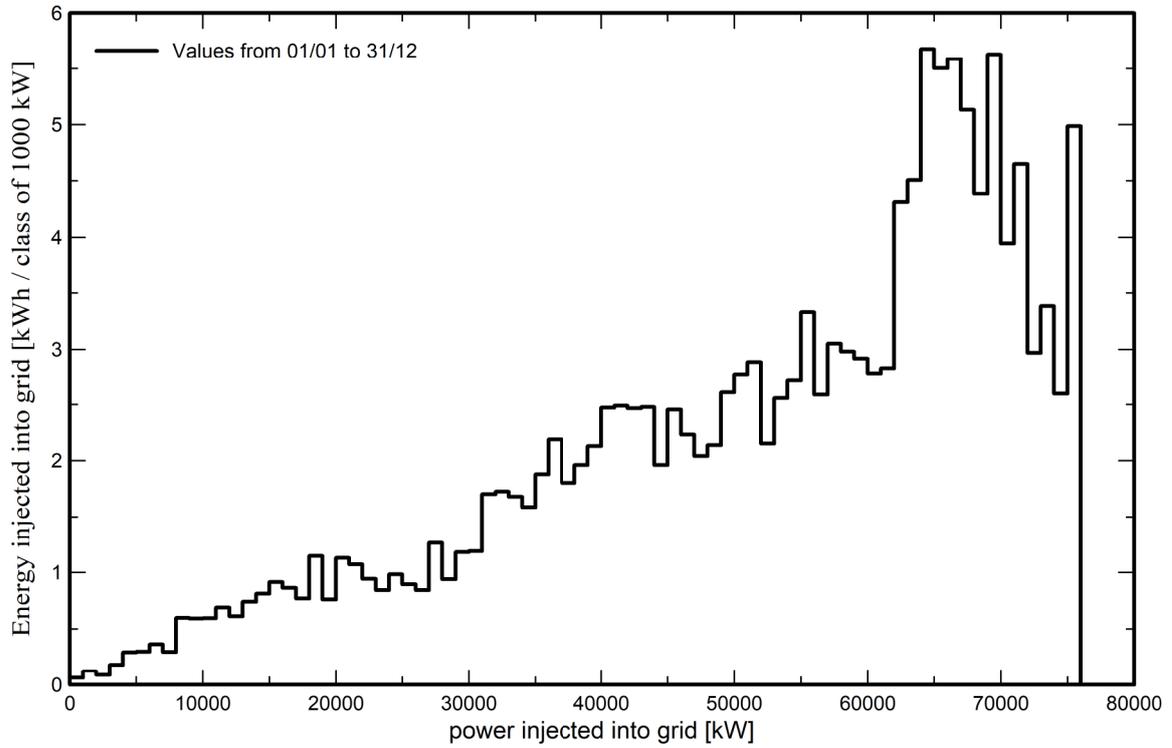
VC0, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0

**Predef. graphs**

**Diagramma giornaliero entrata/uscita**



**Distribuzione potenza in uscita sistema**

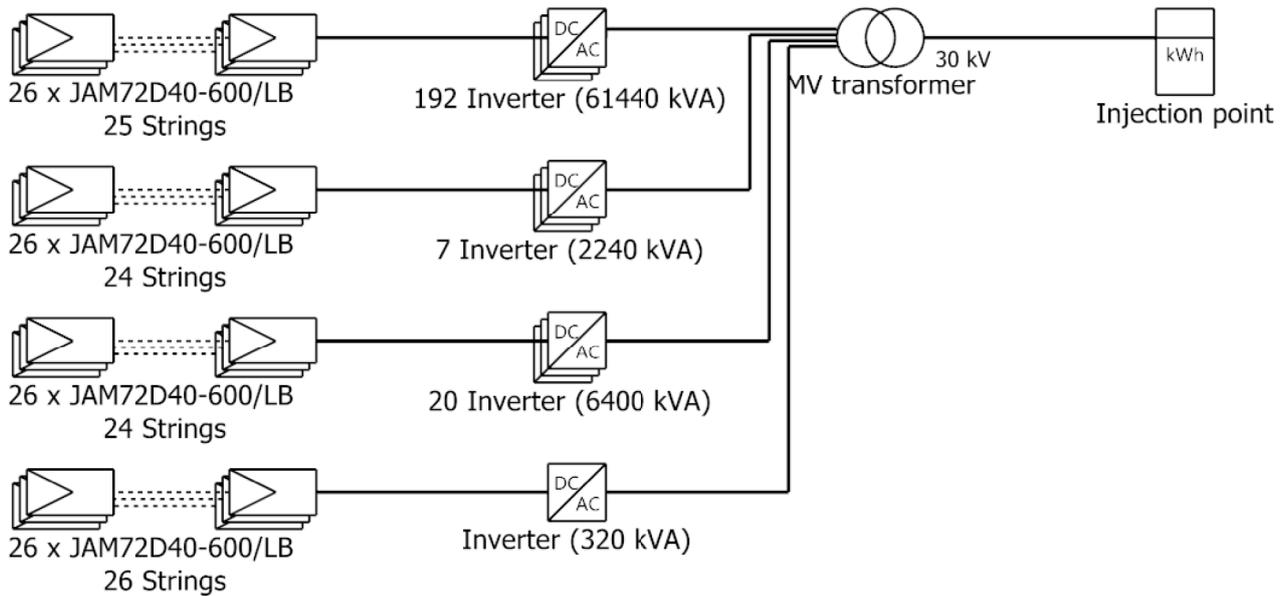




# Single-line diagram

**PVsyst V7.4.0**

VC0, Simulation date:  
28/11/23 13:30  
with v7.4.0



PV module	JAM72D40-600/LB
Inverter	SG350HX-20A-Preliminary
String	26 x JAM72D40-600/LB

**San Marco**

VC0 : Nuova variante di simulazione

28/11/23