

REGIONE SICILIANA
Libero Consorzio Comunale di
Ragusa



COMUNE DI ACATE E VITTORIA



NOME PROGETTO

VICTORIA SOLAR FARM



TITOLO
PROGETTO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
E L'ESERCIZIO DI UN PARCO
AGROVOLTAICO DA 179,53 MWP NEI
COMUNI DI ACATE E VITTORIA E
DELLE OPERE DI CONNESSIONE
ALLA RETE DI TRASMISSIONE
NAZIONALE**

N. ELABORATO

R04

N. REVISIONE

02

TITOLO ELABORATO

Relazione calcolo producibilità impianto

N. GENERALE

065

GRADO PROG.

PD

AMBITO

PRO

TIPO ELAB.

R

SCALA

-

IDENTIFICATORE

VSF065PROR04

VISTI E APPROVAZIONI

PROGETTAZIONE

METRAN srls
Via Gen. C. A. Dalla Chiesa n. 40
90143 Palermo
CF e P. IVA 06514460820
PEC: metran@pec.it



ING. F. TRENTACOSTI
Ordine Ingegneri Palermo
n. 8363

ING. G. DI MARTINO
Ordine Ingegneri Palermo
n.7391

SOGGETTO PROPONENTE

EDPR Sicilia PV s.r.l.

Via Lepetit n. 8-10
20124 Milano
CF e P. IVA 11064600965
pec: edprsiciliapvsrl@legalmail.it

edp renewables

COLLABORAZIONE SPERIMENTALE



**UNIVERSITÀ
degli STUDI
di CATANIA**

Dipartimento
di Agricoltura,
Alimentazione
e Ambiente
Di3A

data:

oggetto:

Eseguito:

Validato:

EMISSIONE

FEBBRAIO 2022

P.U.A. - art. 27 D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii.

ing. Di Martino - Trentacosti

ing. Di Martino - Trentacosti

REV. 1

SETTEMBRE 2023

REV. 2

NOVEMBRE 2023

RELAZIONE CALCOLO PRODUCIBILITÀ IMPIANTO

SOMMARIO

1.	PRESENTAZIONE DEL PROGETTO	2
2.	CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO	3
3.	DATI PER IL CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ	6
3.1	Radiazione solare media annua su base giornaliera	6
3.2	Sistema	8
3.3	Perdite per ombreggiamento	8
3.4	Perdite per basso irraggiamento	8
3.5	Perdite per temperatura	9
3.6	Perdite per qualità del modulo fotovoltaico	9
3.7	Perdite per mismatch del generatore fotovoltaico	9
3.8	Degrado delle prestazioni dei moduli fotovoltaici	9
3.9	Perdite ohmiche di cablaggio CC	10
3.10	Perdite sul sistema di conversione	10
3.11	Perdite sui circuiti di corrente alternata	10
3.11.1	Perdite circuiti in corrente alternata in BT 800V	10
3.11.2	Perdite circuiti in corrente alternata in MT interne all'impianto	10
3.11.3	Perdite sui trasformatori MT/BT	10
3.11.4	Perdite sezione AT	10
4.	REPORT DI CALCOLO	10

1. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

L'intervento oggetto del presente Progetto Definitivo riguarda la realizzazione di un parco agrovoltaiico (AFV), ad inseguimento monoassiale, per la produzione di energia elettrica, la cui potenza è pari a 179.530 kWp. Il parco sarà realizzato su lotti di terreni all'interno dei comuni di Acate e Vittoria, provincia di Ragusa per un'estensione complessiva di 303 ettari. A questa viene sommata una superficie di compensazione ambientale di 41,19 ha per un totale 339,9 ha.

La Società EDPR (o "la Società") intende realizzare nell'agro dei Comuni di Acate e Vittoria (RG), un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica ad inseguimento monoassiale integrato con l'attività di coltivazione agricola dei terreni non direttamente interessati dalla collocazione dei pannelli, e delle relative strutture ed infrastrutture a servizio.

La Società dispone di una STMG elaborata dal Gestore di rete Terna S.p.A. ed accettata in data 30.11.2021 per una potenza in immissione di 160,00 MW. La STMG prevede che l'impianto agrofotovoltaico venga collegato in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV della Stazione di Trasformazione 220/150 kV di Chiaramonte Gulfi, previa realizzazione degli interventi previsti nell'ambito del Piano di Sviluppo Terna.

Dati relativi al Soggetto proponente	
Soggetto Proponente	EDPR Sicilia PV S.r.l
Indirizzo:	Milano, Via Lepetit n. 8/10
Partita IVA e Codice fiscale	11064600965

Località di realizzazione dell'intervento	
Indirizzo:	Campo agrovoltaiico: Comuni di Acate (RG) e Vittoria (RG) Cavidotto AT: comuni di Vittoria (RG) Comiso (RG) e Chiaramonte Gulfi (RG)
Destinazione d'uso dei terreni:	Verde Agricolo "E"

2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO

In ottemperanza alle procedure poste in essere dal Codice della Rete Elettrica Nazionale, EDPR Sicilia PV s.r.l., soggetto proponente, ha accettato il preventivo di connessione della Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), redatto dal gestore della Rete di Trasmissione Nazionale Terna (codice pratica n. 202001226) S.p.A.. La STMG prevede che il parco fotovoltaico venga collegato in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/220/150 kV di Chiaramonte Gulfi, previo ampliamento della stessa.

Ai sensi dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt 99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente, l'elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla citata stazione di Chiaramonte Gulfi costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'impianto che la EDPR Sicilia PV s.r.l. presenta in autorizzazione è composto da:

- N.7 sezioni di impianto agro-fotovoltaico, nel Comune di Acate e Vittoria (RG) che raccolgono la potenza di n.29 Sottocampi.
- SSE di Elevazione, nel comune di Vittoria (RG);
- Cavidotti di collegamento MT, siti nei territori dei Comune di Acate e Vittoria (RG);
- Cavidotto di collegamento AT 150kV sito nel comune di Vittoria, Comiso e Chiaramonte Gulfi (RG);

Al fine di avere la massima efficacia ed efficienza dall'impianto, si prevede una struttura elettrica ad albero. Si è scelta una conversione di tipo distribuito. L'impianto agrovoltaico risulta costituito da n.29 sottocampi. Ogni sottocampo risulta costituito da un massimo di n.25 Inverter di stringa modello SUNGROW SG350HX da 320 KW. La potenza generata dagli inverter di ogni sottocampo, attraverso cavidotti interrati BT 800V, viene trasferita alla cabina di Sottocampo, dove all'interno avviene la trasformazione della tensione da BT 800V a MT 30kV. Ad ognuno degli inverter costituenti il sottocampo sono collegate n.19/20/21/22/23 stringhe fotovoltaiche. Ogni stringa fotovoltaica risulta composta da n.26 moduli fotovoltaici **JINKO JKM635N-78HL4, al silicio monocristallino, da 635Wp (227,17 Wp/mq).**

L'impianto agrovoltaico risulta composto da n.7 sezioni d'impianto. Ogni sezione d'impianto fa capo ad una cabina "STAR" che raccoglie la potenza MT 30kV di un numero variabile di sottocampi, attraverso cavidotti interrati MT 30kV.

La potenza delle n.7 cabine STAR attinenti alle sezioni d'impianto, viene raccolta nella Sottostazione elettrica di elevazione dove avviene la trasformazione di tensione da MT 30kV a AT 150kV.

Dalla SSE di elevazione, attraverso un cavidotto interrato in AT 150kV, la potenza dell'impianto agrovoltaico viene trasferita alla SE di Chiaramonte Gulfi di Terna spa.

Il collegamento elettrico in AT 150 kV che trasporterà l'energia dall'impianto agrovoltaico proveniente dalla SSE di Elevazione alla SE Terna situata nel comune di Chiaramonte Gulfi, sarà realizzata interamente in cavo interrato su viabilità pubblica per uno sviluppo complessivo di 16 km interessando le strade provinciali SP (Vedi tavola). Analogamente le Linee MT 30 kV che

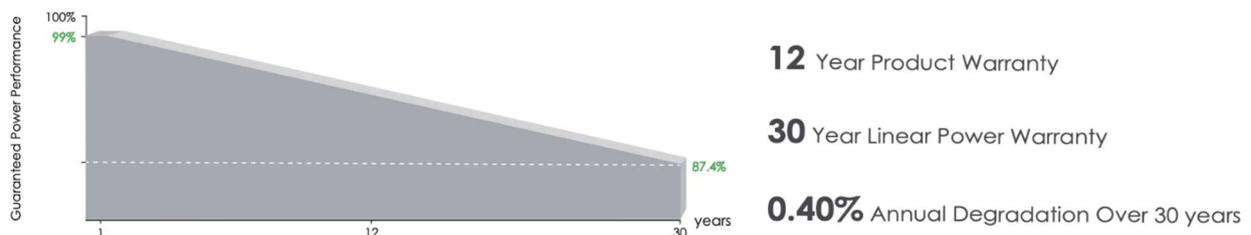
collegheranno i sottocampi con le Cabine STAR e le altre linee MT tra le cabine STAR fino alla Stazione di Conversione 150/30 kV saranno realizzate sulla viabilità pubblica costituita da strade comunali e strade provinciali meglio descritte nella Relazione Interferenze e nelle tavole.

Sia per i percorsi interni che per quelli esterni ai lotti di produzione, i cavi saranno posati direttamente entro scavi a sezione obbligatoria con adeguata protezione meccanica e nastri di segnalazione. La posa dei cavi è prevista ad una profondità minima di 1,00 mt. e massima di 1,70 mt ed in formazione a trifoglio. Le sezioni tipiche di posa dei cavi e rappresentata nell'elaborato "sezioni cavidotti".

È prevista la soluzione con installazione a terra "non integrata" con moduli fotovoltaici, del tipo JINKO JKM635N-78HL4, bifacciali con una potenza di picco di 635 Wp (227,17 Wp/mq), disposti su strutture ad inseguimento monoassiale (tracker).

Tali moduli presentano una curva di perdita di performance lineare durante tutta la fase di esercizio, con l'87,4% di efficienza residua dopo 30 anni di vita ed una degradazione annua dello 0,40%.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



Tali Tracker, disposti a filari, saranno in acciaio zincato e saranno opportunamente distanziati sia per evitare l'ombreggiamento reciproco, sia per consentire la coltivazione agricola del terreno nello spazio tra i filari.

L'impianto agrovoltaiico in progetto prevede l'installazione a terra, su un lotto di terreno di estensione totale di 303 ha di moduli fotovoltaici (moduli) in silicio monocristallino della potenza unitaria di 635 Wp. Attualmente l'area interessata dall'intervento è in destinazione agricola (zona agricola "E"). Il rendimento e la produttività di un impianto agro-fotovoltaico dipendono da numerosi fattori, non soltanto dalla Potenza nominale e dall'efficienza dei pannelli installati.

La resa complessiva dell'impianto dipende anche dal posizionamento dei pannelli, dalla struttura elettrica del loro collegamento in stringhe e sottocampi, dalla tipologia e dalle prestazioni dei componenti di raccolta e conversione dell'energia prodotta, dalla tipologia e dalla lunghezza dei cablaggi e dei cavi utilizzati per il trasporto dell'energia.

Oltre al posizionamento dei pannelli in configurazione fissa che consente di massimizzare la captazione di energia radiante del sole nelle fasce orarie centrali della giornata, esistono anche tecnologie di inseguimento solare che possono essere ad un asse o a due assi.

Tali tecnologie prevedono il montaggio dei pannelli su strutture dotate di motorizzazione che opportunamente sincronizzate e comandate a seconda della latitudine del sito di installazione,

modificano l'inclinazione dei pannelli durante l'intera giornata per far sì che questi si trovino sempre nella posizione ottimale rispetto all'incidenza dei raggi solari.

L'inseguimento monoassiale prevede che i pannelli siano montati con esposizione a sud e ruotano attorno all'asse est-ovest durante il giorno. Per l'impianto in progetto si è optato per una tecnologia ad inseguimento monoassiale che permette di avere con ingombri praticamente simili a quelli richiesti da una configurazione fissa una producibilità superiore di almeno il 25% durante l'anno. I pannelli saranno montati su strutture ad inseguimento monoassiale in configurazione bifilare.

Tale soluzione permette di ottimizzare l'occupazione di territorio massimizzando al contempo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e la coltivazione del terreno tra i filari dei tracker. La struttura impiegata verrà fissata al suolo tramite zavorre in CLS armato adeguatamente dimensionate per resistere alle varie sollecitazioni.

L'area di impianto ha un'estensione di circa 339,9 ha e l'ubicazione è prevista su un terreno classificato urbanisticamente come area "Agricola" sia dal Comune di Acate (RG) e dal Comune di Vittoria (RG).

Il progetto prevede in totale n. 2.363 tracker di lunghezza pari a 60 m (Tracker 104) e n. 711 tracker di lunghezza pari a 30 m (tracker 52).

Il tracker 104 contiene n. 104 moduli fotovoltaici suddivisi su due file e costituenti n.4 stringhe fotovoltaiche da 26 moduli ciascuna. Il tracker 52 contiene n. 52 moduli fotovoltaici suddivisi su due file e costituenti n.2 stringhe fotovoltaiche da 26 moduli ciascuna. In totale l'impianto agrovoltaco risulta composto da n. 11.874 stringhe fotovoltaiche composte ognuna da n.26 moduli fotovoltaici da 635 Wp.

N. stringhe FV	N. inverter	N. Tracker 104	N. Tracker 52	N. MODULI FV	P MODULO [Wp]	Pcc [MWp]
11.874	500	2.363	711	282.724	635	179,530

Le stringhe fotovoltaiche sono collegate direttamente a gruppi di 19, 20, 21,22 o 23 agli Inverter di stringa SUNGROW SG350HX da 320 KW per un totale di n.500 Inverter su tutto l'impianto agrovoltaco. La potenza Nominale dell'impianto in corrente alternata è pertanto di 160,000 MW.

N. Inverter	N. Stringhe fv ad inverter	P. Inverter [kW]	N. MODULI FV	Pac Impianto [MW]
500	19-23	320	282.724	160,000

3. DATI PER IL CALCOLO DELLA PRODUCIBILITA'

Per determinare la producibilità dell'impianto è stata condotta una simulazione attraverso il software PVsyst.

L'uniformità delle caratteristiche orografiche ed impiantistiche dell'impianto agrovoltaiico consentono di simulare soltanto uno dei sottocampi costituenti l'impianto. Attraverso tale simulazione si potrà determinare la producibilità specifica [kWh/kWp] installato. Da tale dato poi si potrà determinare la producibilità assoluta dell'impianto e l'energia annuale immessa in rete.

Di seguito vengono analizzati i dati caratteristici di INPUT inseriti nella simulazione.

3.1 Radiazione solare media annua su base giornaliera

Il sito di installazione appartiene all'area sicula che dispone di dati climatici storici riportati in diversi database.

Il database internazionale MeteoNorm rende disponibili i dati meteorologici per la località di Vittoria (RG): l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito.

In particolare sono stati utilizzati i dati del database MeteoNorm 7.1, aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo.

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

PVSYST V6.43 18/12/21 16h08

Definizione di un luogo geografico

Luogo geografico

VITTORIA

Paese Italia

File New.SIT del 00/00/00 00h00

Ubicazione

Ora definita come

Latitudine 37.0°N
 Ora legale Fuso orario TU

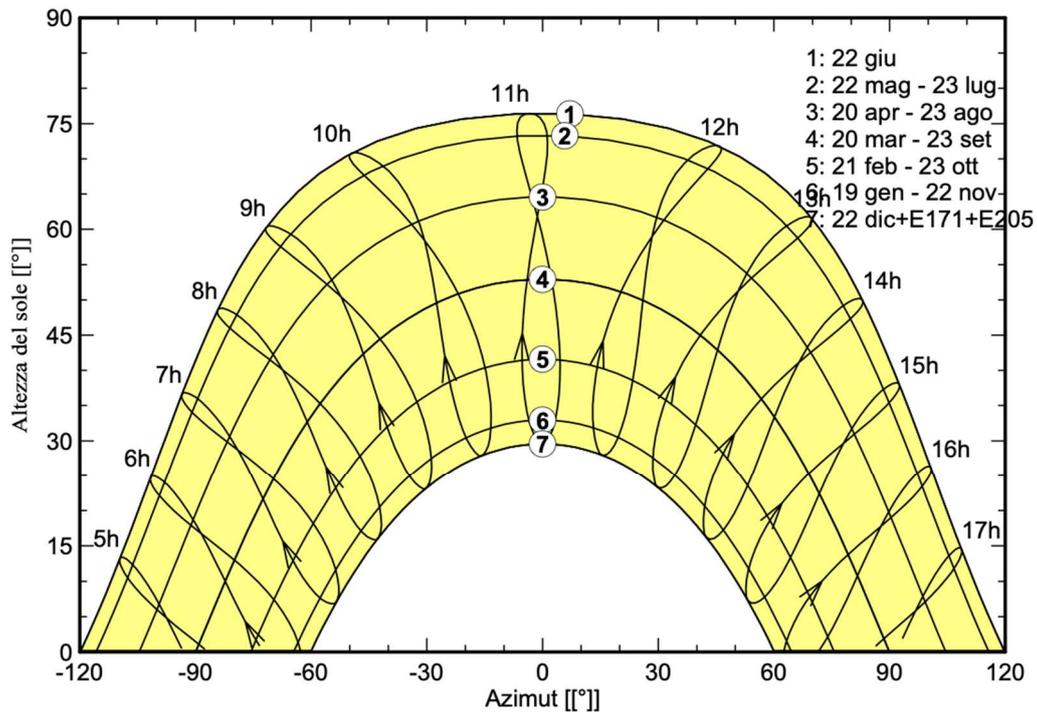
Longitudine 14.5°E
 Altitudine 200 m

Valori meteo mensili

Fonte VITTORIA_MN71_1980 a 1997.SIT -- Meteonorm 7.1 (1965)

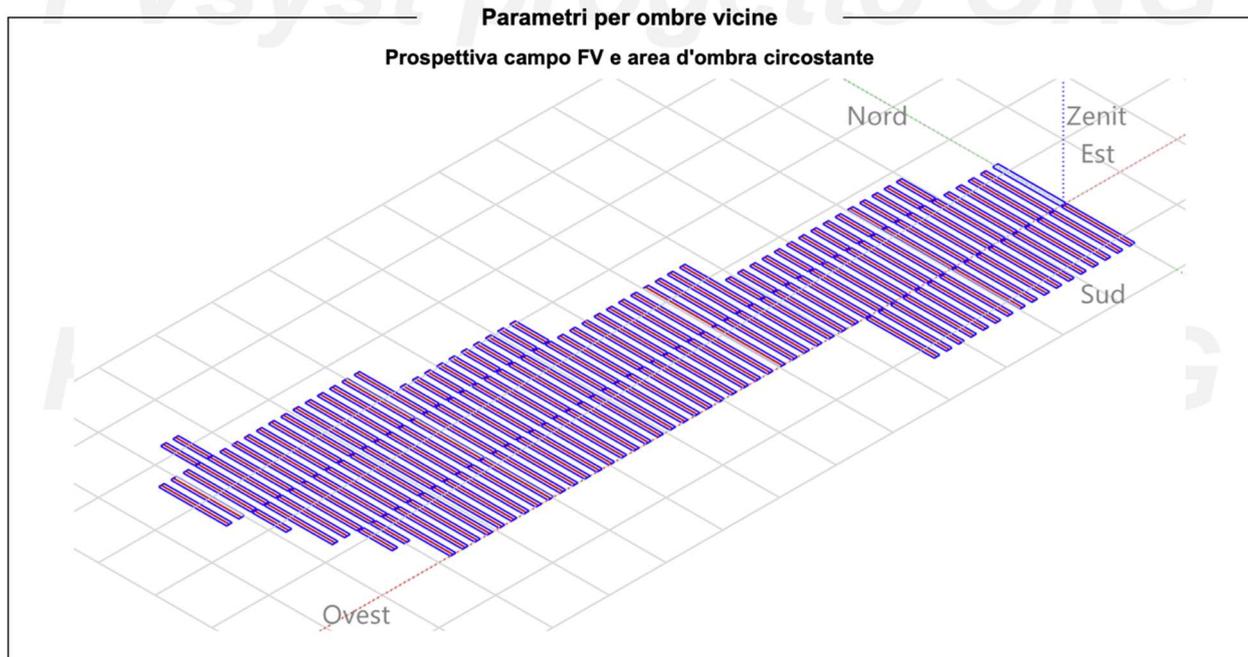
	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu	Lug.	Ago	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Anno	
Hor. global	82.2	96.3	144.4	182.6	226.4	232.4	245.8	218.4	170.9	129.5	92.0	74.0	1894.9	kWh/m ² .m
Hor. diffuse	30.6	38.2	56.9	61.7	66.3	66.8	57.8	56.8	49.3	39.9	29.2	28.4	581.9	kWh/m ² .m
Extraterrestrial	148.2	175.6	249.2	295.8	343.4	347.3	351.9	321.9	263.1	213.8	155.7	134.9	3000.8	kWh/m ² .m
Clearness Index	0.555	0.548	0.579	0.617	0.659	0.669	0.699	0.679	0.650	0.606	0.591	0.548	0.631	
Amb. temper.	11.8	11.5	13.7	15.8	20.0	23.4	26.5	26.7	23.6	20.9	16.5	13.3	18.6	°C
Wind velocity	3.3	3.8	3.9	4.0	3.7	3.5	3.5	3.5	3.6	3.2	3.4	3.4	3.6	m/s

Traiettoria del sole a VITTORIA, (Lat. 37.0°N, long. 14.5°E, alt. 200 m) - Ora legale



3.2 Sistema

Il sistema posto in simulazione è relativo al sottocampo n.3 formato da n.23 inverter Sungrow SG350HX da 320kW di potenza collegati a 147 tracker monoassiali, contenenti 528 stringhe fotovoltaiche composte da n.26 moduli fotovoltaici JINKOSOLAR JKM635N-78HL4 da 635Wp. In totale viene simulata una potenza del campo fotovoltaico di 8.717kWp e una potenza in AC a valle degli inverter di 7.360 kWp.



3.3 Perdite per ombreggiamento

Le perdite per ombreggiamento reciproco fra le vele 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 all'utilizzo di strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale, dotate di sistema di "backtracking", tenuto conto della distribuzione spaziale delle strutture, il valore individuato in sede di progettazione definitiva risulta pari a pari a -2,6%.

Le perdite per ombreggiamento lontano sono relative all'ombreggiamento derivante dal profilo dell'orizzonte nello specifico sito, e sono state calcolate pari a 0 %.

3.4 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 seguente:

$$\Delta\eta = -0,4 \cdot \ln(I/1000) \cdot \eta_n$$

dove:

I = irraggiamento in W/m² e η_n l'efficienza all'irraggiamento nominale di 1000 W/m².

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

Sulla scorta di tali considerazioni, il valore delle perdite per basso irraggiamento attraverso le simulazioni nel software PVSyst risulta essere pari a -0,49%.

3.5 Perdite per temperatura

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

In sede di progetto definitivo 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), ottenendo un valore di calcolo pari a -3,63%.

3.6 Perdite per qualità del modulo fotovoltaico

Tale valore tiene in considerazione della tolleranza sulla potenza nominale del modulo fotovoltaico. In particolare, il modulo proposto in progetto ha una tolleranza positiva, in termini percentuali, -0% + 3% sulla potenza nominale di 635Wp.

La corretta formulazione di tale parametro di perdita tiene conto di una media pesata delle tolleranze positive dei moduli fotovoltaici, secondo formule di pesatura assunte a standard in letteratura.

Secondo tale criterio di pesatura precedentemente richiamato, con la tolleranza positiva del modulo in progetto, il valore di tali perdite è stato calcolato pari a +0,4% (guadagno).

3.7 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 degli inverter, l'ottimizzazione delle linee elettriche DC, fanno sì che le differenze di prestazioni elettriche fra una stringa e l'altra risultino minimizzati, potendo così calcolare tale perdita ad un valore pari a -0,2%.

3.8 Degradamento 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 97% e un decadimento annuo successivo massimo del 0,5% per i 30 anni successivi.

Nel software di calcolo PVSyst è stato inserito il corretto modello del modulo, con la curva di decadimento appena descritta. Si considera quindi il valore medio di perdita pari a -0,5%.

3.9 Perdite ohmiche di cablaggio CC

Si tratta di una perdita legata alle sezioni e alla lunghezza dei cavi elettrici e al loro cablaggio. Sulla base del progetto elettrico dell'impianto, con il dimensionamento e la verifica delle linee elettriche BT ed MT, grazie all'ottimizzazione dei percorsi dei cavi di corrente continua e all'utilizzo di sezioni di cavi per le stringhe di sezione idonea, il valore di tali perdite è stato calcolato pari a -1,2%.

3.10 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, marca e dallo schema di trasformazione.

Secondo i calcoli delle perdite di rete con il software PVSyst, imputando nel modello di calcolo i dati dell'inverter in progetto, le perdite sono state calcolate pari al -1,15%.

3.11 Perdite sui circuiti di corrente alternata

In questa voce vanno considerate le seguenti componenti:

3.11.1 Perdite circuiti in corrente alternata in BT 800V

Tali perdite ohmiche AC sono state determinate in 0,87%.

3.11.2 Perdite circuiti in corrente alternata in MT interne all'impianto

Secondo lo schema unifilare di progetto e la disposizione planimetrica delle cabine di sottocampo e quelle STAR, sono state calcolate le perdite della rete MT.

Il parametro di perdite sui circuiti in corrente alternata è assunto pari a -1,09%.

3.11.3 Perdite sui trasformatori MT/BT

Sulla base delle considerazioni effettuate al paragrafo precedente, ai fini del calcolo, pertanto, il parametro di perdite sui trasformatori MT/BT è stato calcolato pari a -1,19%.

3.11.4 Perdite sezione AT

Ai fini della presente relazione non si terrà conto delle perdite sulla sezione AT di impianto, potendosi queste considerare di poca rilevanza rispetto alle altre perdite si qui calcolate. Ad ogni buon fine, tali perdite saranno calcolate con dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

4. REPORT DI CALCOLO

Di seguito il report dei risultati della simulazione condotta sul sottocampo n.7:



Progetto: VICTORIA SOLAR FARM

Variante: Sottocampo N.3

PVsyst V7.2.16

VC1, Simulato su
 20/12/23 10:46
 con v7.2.16

Sommario del progetto

<p>Luogo geografico Acate - Vittoria (RG) Italia</p> <p>Dati meteo Acate - Vittoria (RG) Meteonorm 8.0 (1989-2003), Sat=100% - Sintetico</p>	<p>Ubicazione</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>Latitudine</td><td style="text-align: right;">37.00 °N</td></tr> <tr><td>Longitudine</td><td style="text-align: right;">14.50 °E</td></tr> <tr><td>Altitudine</td><td style="text-align: right;">178 m</td></tr> <tr><td>Fuso orario</td><td style="text-align: right;">UTC+1</td></tr> </table>	Latitudine	37.00 °N	Longitudine	14.50 °E	Altitudine	178 m	Fuso orario	UTC+1	<p>Parametri progetto</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>Albedo</td><td style="text-align: right;">0.20</td></tr> </table>	Albedo	0.20
Latitudine	37.00 °N											
Longitudine	14.50 °E											
Altitudine	178 m											
Fuso orario	UTC+1											
Albedo	0.20											

Sommario del sistema

<p>Sistema connesso in rete</p> <p>Orientamento campo FV Orientamento Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °</p> <p>Informazione sistema Campo FV</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>Numero di moduli</td><td style="text-align: right;">13728 unità</td></tr> <tr><td>Pnom totale</td><td style="text-align: right;">8717 kWc</td></tr> </table> <p>Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)</p>	Numero di moduli	13728 unità	Pnom totale	8717 kWc	<p>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</p> <p>Algoritmo dell'inseguimento Calcolo astronomico Backtracking attivato</p> <p>Inverter</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>Numero di unità</td><td style="text-align: right;">23 unità</td></tr> <tr><td>Pnom totale</td><td style="text-align: right;">7360 kWac</td></tr> <tr><td>Rapporto Pnom</td><td style="text-align: right;">1.184</td></tr> </table>	Numero di unità	23 unità	Pnom totale	7360 kWac	Rapporto Pnom	1.184	<p>Ombre vicine Ombre lineari</p>
Numero di moduli	13728 unità											
Pnom totale	8717 kWc											
Numero di unità	23 unità											
Pnom totale	7360 kWac											
Rapporto Pnom	1.184											

Sommario dei risultati

Energia prodotta	16 GWh/anno	Prod. Specif.	1795 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR	86.01 %
------------------	-------------	---------------	-------------------	----------------------	---------

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	5
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici speciali	8



Progetto: VICTORIA SOLAR FARM

Variante: Sottocampo N.3

PVsyst V7.2.16

 VC1, Simulato su
 20/12/23 10:46
 con v7.2.16

Parametri principali

Sistema connesso in rete	Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
Orientamento campo FV	Algoritmo dell'inseguimento	Campo con backtracking
Orientamento	Calcolo astronomico	N. di elio stati 150 unità
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S	Backtracking attivato	Campo (array) identico
Asse dell'azimut 0 °		Dimensioni
		Distanza elio stati 10.8 m
		Larghezza collettori 4.95 m
		Fattore occupazione (GCR) 46.0 %
		Phi min / max +/- 60.0 °
		Strategia Backtracking
		Limiti phi +/- 62.5 °
		Distanza tavole backtracking 10.8 m
		Larghezza backtracking 4.95 m
Modelli utilizzati	Ombre vicine	Bisogni dell'utente
Trasposizione Perez	Ombre lineari	Carico illimitato (rete)
Diffuso Perez, Meteonorm		
Circumsolare separare		
Orizzonte		
Orizzonte libero		

Caratteristiche campo FV

Modulo FV	Inverter
Costruttore Jinkosolar	Costruttore Sungrow
Modello JKM-635N-78HL4	Modello SG350HX
(definizione customizzata dei parametri)	(definizione customizzata dei parametri)
Potenza nom. unit. 635 Wp	Potenza nom. unit. 320 kWac
Numero di moduli FV 13728 unità	Numero di inverter 23 unità
Nominale (STC) 8717 kWc	Potenza totale 7360 kWac
Moduli 1056 Stringhe x 13 In serie	Voltaggio di funzionamento 500-1500 V
In cond. di funz. (50°C)	Rapporto Pnom (DC:AC) 1.18
Pmpp 8147 kWc	
U mpp 574 V	
I mpp 14192 A	
Potenza PV totale	Potenza totale inverter
Nominale (STC) 8717 kWp	Potenza totale 7360 kWac
Totale 13728 moduli	Numero di inverter 23 unità
Superficie modulo 38374 m²	Rapporto Pnom 1.18

Perdite campo

Perdite per sporco campo	Fatt. di perdita termica	Perdite DC nel cablaggio
Fraz. perdite 2.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento	Res. globale campo 0.22 mΩ
	Uc (cost) 29.0 W/m²K	Fraz. perdite 0.5 % a STC
	Uv (vento) 0.0 W/m²K/m/s	
LID - Light Induced Degradation	Perdita di qualità moduli	Perdite per mismatch del modulo
Fraz. perdite 1.5 %	Fraz. perdite -0.4 %	Fraz. perdite 0.2 % a MPP
Perdita disadattamento Stringhe		
Fraz. perdite 0.1 %		



Progetto: VICTORIA SOLAR FARM

Variante: Sottocampo N.3

PVsyst V7.2.16

 VC1, Simulato su
 20/12/23 10:46
 con v7.2.16

Perdite campo

Fattore di perdita IAM

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

Perdite sistema

Perdite ausiliarie

 Ventilatori costanti 1.00 kW
 0.0 kW dalla soglia di potenza
 Cons. aus. notturno 5.00 kW

Perdite cablaggio AC

Linea uscita inv. sino al trasformatore MT

 Tensione inverter 640 Vac tri
 Fraz. perdite 1.43 % a STC

Inverter: SG350HX

 Sezione cavi (23 Inv.) Rame 23 x 3 x 240 mm²
 Lunghezza media dei cavi 200 m

Linea MV fino alla iniezione

 Voltaggio MV 30 kV
 Conduttori Rame 3 x 120 mm²
 Lunghezza 2000 m
 Fraz. perdite 0.30 % a STC

Perdite AC nei trasformatori

Trafo MV

Tensione rete 30 kV

Perdite di operazione in STC

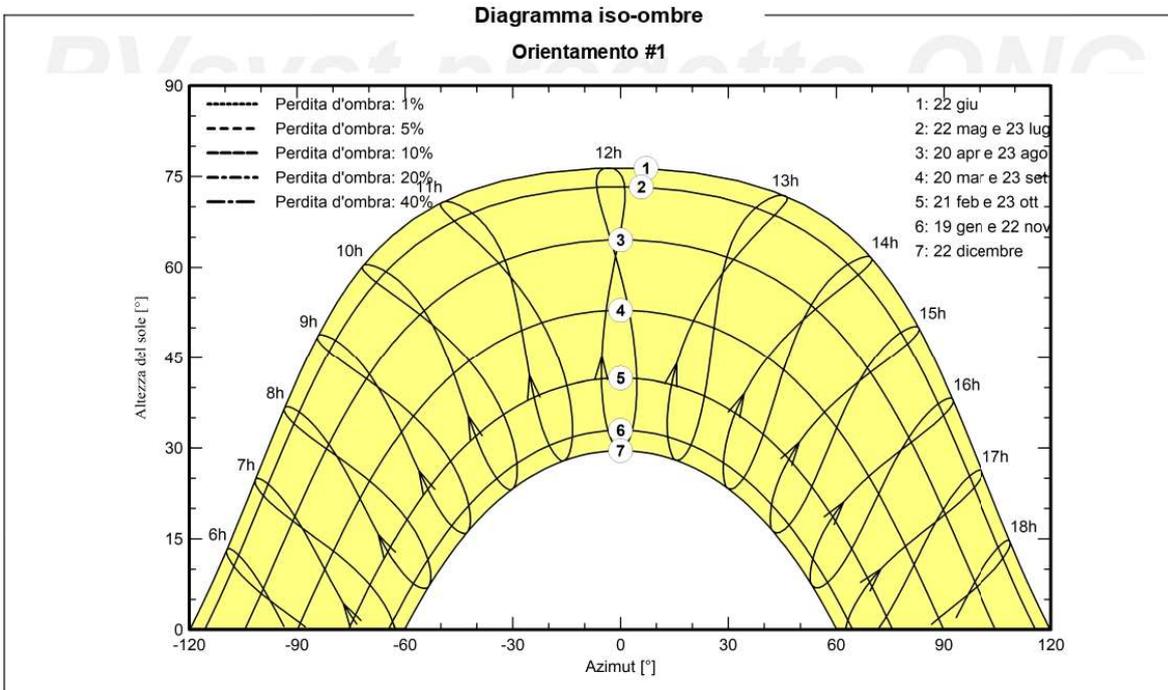
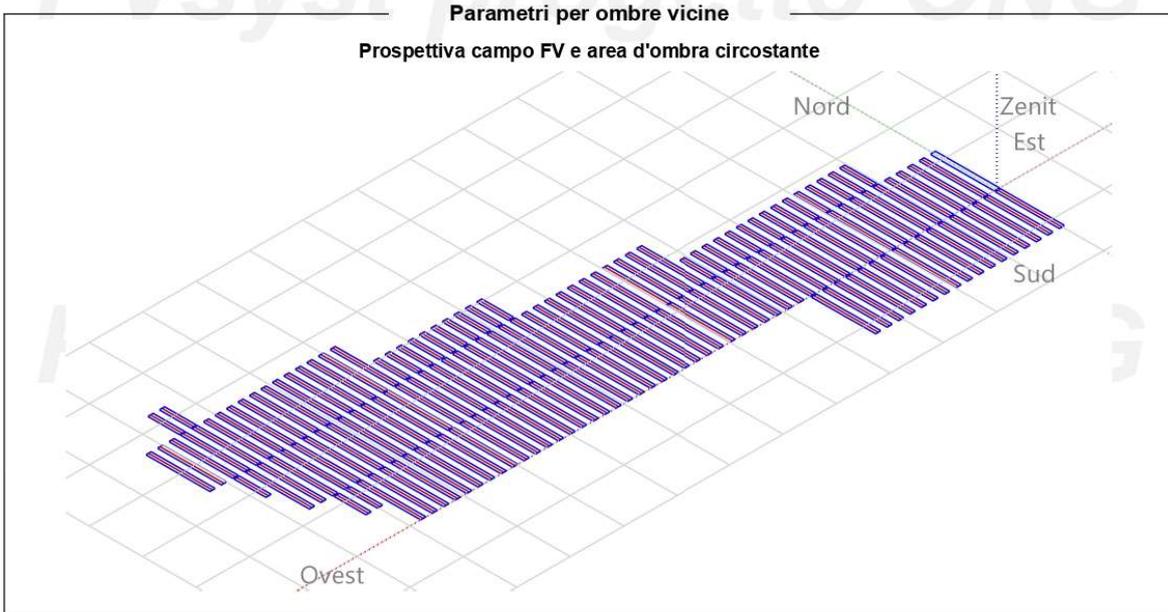
 Potenza nominale a STC 8615 kVA
 Perdita ferro (Connessione 24/24) 8.62 kW
 Fraz. perdite 0.10 % a STC
 Resistenza equivalente induttori 3 x 0.48 mΩ
 Fraz. perdite 1.00 % a STC



Progetto: VICTORIA SOLAR FARM

Variante: Sottocampo N.3

PVsyst V7.2.16
 VC1, Simulato su
 20/12/23 10:46
 con v7.2.16





Progetto: VICTORIA SOLAR FARM

Variante: Sottocampo N.3

PVsyst V7.2.16

 VC1, Simulato su
20/12/23 10:46
con v7.2.16

Risultati principali
Produzione sistema

Energia prodotta

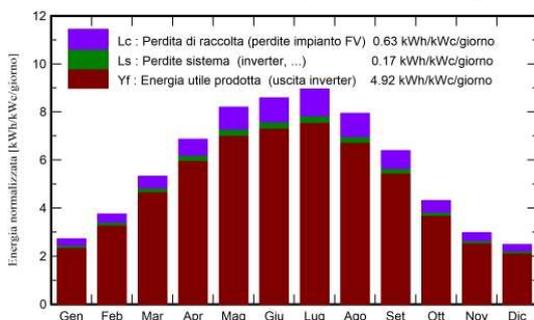
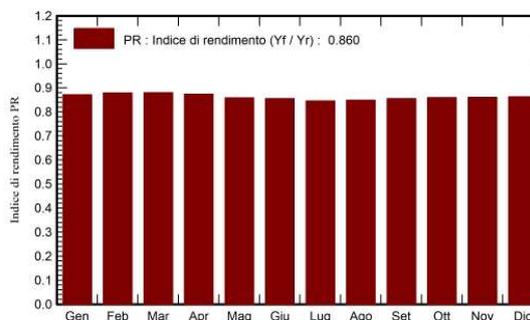
16 GWh/anno

Prod. Specif.

1795 kWh/kWc/anno

Indice di rendimento PR

86.01 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)

Indice di rendimento PR

Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	GWh	GWh	ratio
Gennaio	64.7	27.98	11.77	84.4	78.5	0.666	0.641	0.871
Febbraio	83.9	41.84	11.63	105.1	98.5	0.834	0.805	0.879
Marzo	131.6	61.91	13.73	165.1	155.9	1.310	1.266	0.880
Aprile	165.5	75.15	16.12	205.7	195.3	1.622	1.567	0.874
Maggio	201.6	83.18	19.76	254.1	241.7	1.970	1.902	0.859
Giugno	203.6	83.90	23.39	257.4	245.0	1.986	1.919	0.855
Luglio	217.2	79.07	26.66	277.5	264.7	2.118	2.046	0.846
Agosto	193.3	76.65	27.23	246.1	234.7	1.886	1.822	0.849
Settembre	149.8	57.82	24.12	191.6	181.8	1.479	1.430	0.856
Ottobre	107.8	56.25	21.24	133.8	125.5	1.036	1.002	0.859
Novembre	69.7	32.58	16.95	89.2	83.2	0.695	0.669	0.861
Dicembre	59.4	29.17	13.42	76.9	71.2	0.601	0.578	0.862
Anno	1648.1	705.51	18.88	2087.0	1976.1	16.203	15.648	0.860

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento



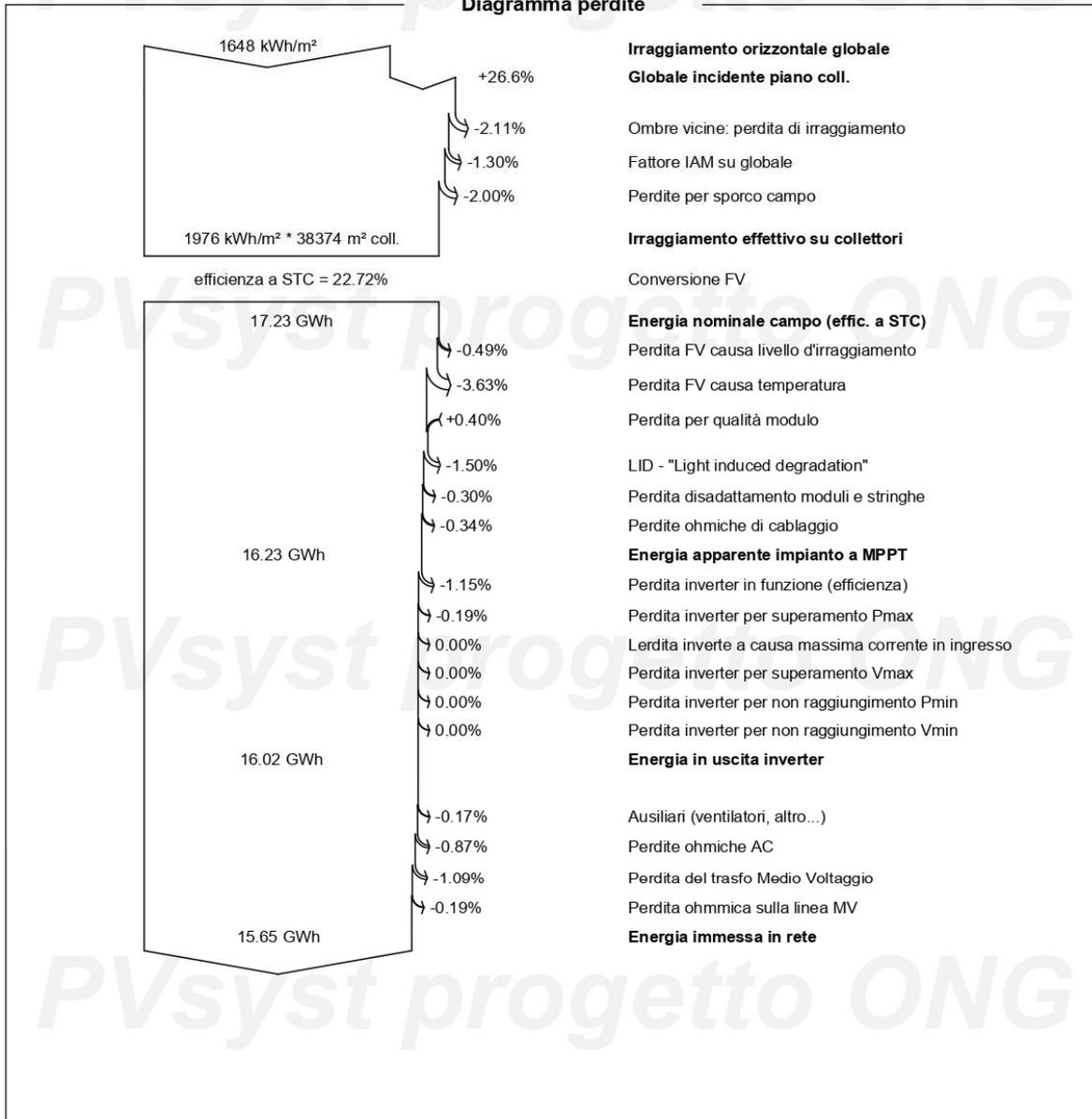
Progetto: VICTORIA SOLAR FARM

Variante: Sottocampo N.3

PVsyst V7.2.16

VC1, Simulato su
 20/12/23 10:46
 con v7.2.16

Diagramma perdite





Progetto: VICTORIA SOLAR FARM

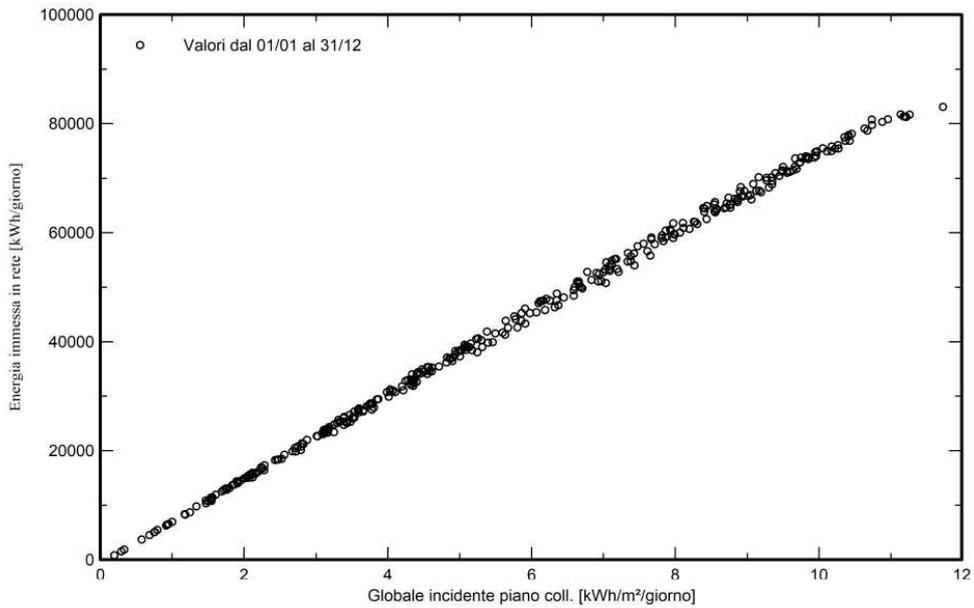
Variante: Sottocampo N.3

PVsyst V7.2.16

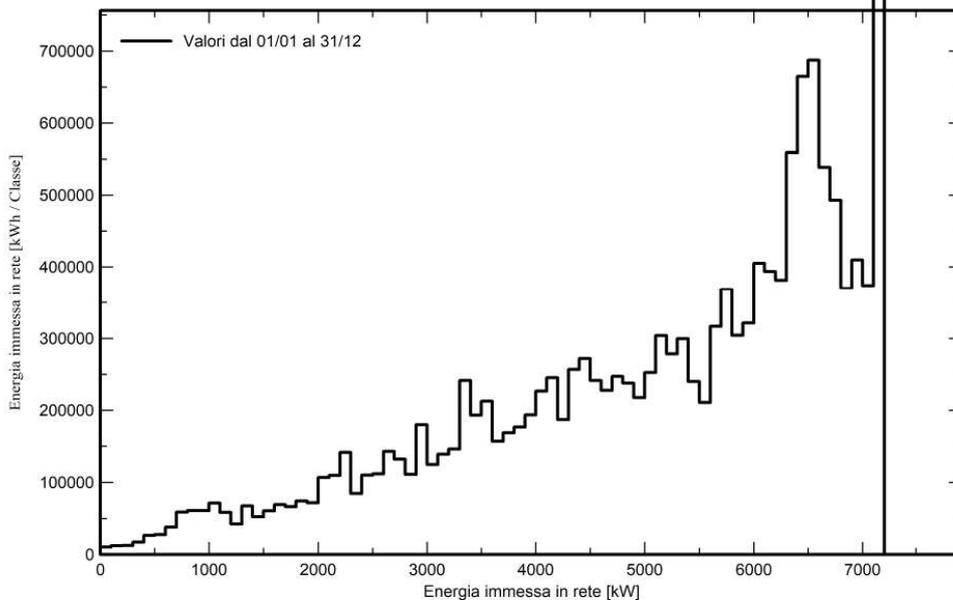
VC1, Simulato su
20/12/23 10:46
con v7.2.16

Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



La simulazione condotta sul sottocampo n.3 può essere estesa all'intero impianto agrovoltaico. Per farlo occorre determinare la producibilità specifica dell'impianto a partire dai dati della simulazione condotta sul sottocampo n.3.

La producibilità specifica P_{r_SP} è pari al rapporto tra l'energia prodotta in un anno dal sottocampo simulato e la potenza di picco del sottocampo stesso.

Si determina che:

$$P_{r_SP} = 1.795 \text{ kWp/kWh}$$

La seguente tabella riporta i dati di producibilità dell'impianto:

Producibilità specifica	[kWh/kWp]	1.795
Potenza Impianto agrovoltaico	[kWp]	179.530
Produttività annua impianto	[MWh]	322.256