



COMUNE DI CARAPELLE



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI TIPO FOTOVOLTAICO UTILITY SCALE

Committente:

Green Genius Italy Utility 12 srl

Corso Giuseppe Garibaldi, 49
20121 Milano (MI)



StudioTECNICO

Ing. Marco G. Balzano

Via Canello Rotondo

70125 BARI | Italy

+39 331.6794367

www.ingbalzano.com



Spazio Riservato agli Enti:

| REV | DATA | ESEGUITO | VERIFICA | APPROV | DESCRIZ |
|-----|------------|----------|----------|--------|-----------------|
| R0 | 30/11/2020 | SDS | MBG | MBG | Prima Emissione |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Numero Commessa:

SV317

Data Elaborato:

30/11/2020

Revisione:

R0

Titolo Elaborato:

Valutazione della Producibilità

Progettista:

ing. Marco G. 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



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

Sommario

| | |
|---|-----------|
| 1. Premessa | 3 |
| 1.1 Generalità | 3 |
| 1.2 Descrizione Sintetica Iniziativa | 5 |
| 1.3 Contatto | 7 |
| 1.4 Localizzazione | 8 |
| Area Impianto | 9 |
| Area Sottostazione Elettrica – Punto di Connessione | 10 |
| 1.5 Oggetto | 11 |
| 2. Calcolo della Producibilità | 12 |
| 2.1 Radiazione Solare e Informazioni Metereologiche | 12 |
| 2.2 Perdite del Sistema | 13 |
| Perdite per ombreggiamento | 13 |
| Perdite per basso irraggiamento | 13 |
| Perdite per temperatura | 13 |
| Perdite per qualità del modulo fotovoltaico | 13 |
| Perdite per mismatch del generatore fotovoltaico | 14 |
| Degrado delle prestazioni dei moduli fotovoltaici | 14 |
| Perdite sul sistema di conversione | 14 |
| Consumi ausiliari | 14 |
| 3. Risultati | 15 |
| ALLEGATO: REPORT PVSYST | 16 |

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| | | | | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 2 di 16 |

1. Premessa

1.1 Generalità

La Società **GREEN GENIUS ITALY UTILITY 12 SRL**, con sede in Corso G. Garibaldi, 49 – 20121 Milano (MI), risulta soggetto Proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un progetto **Agrofotovoltaico** denominato **"CAR01 – La Pescaia"**.

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

Il modello, 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 energetica, mediante questa tecnologia, è concorrenziale alle fonti fossili, ma con tutti i vantaggi derivanti dalla tecnologia solare.

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 del gestore locale o di Terna SpA.

L'energia fotovoltaica presenta molteplici aspetti favorevoli:

1. il sole è una risorsa gratuita ed inesauribile;
2. non comporta emissioni inquinanti, per cui risponde all'esigenza di rispettare gli impegni;
3. nessun inquinamento acustico
4. internazionali ed evitare le sanzioni relative;
5. permette una diversificazione delle fonti energetiche e riduzione del deficit elettrico;
6. estrema affidabilità (vita utile superiore a 30 anni);
7. costi di manutenzione ridotti al minimo;
8. modularità del sistema;
9. integrazione con sistemi di accumulo.
10. consente la delocalizzazione della produzione di energia elettrica.

L'iniziativa si inserisce nel quadro istituzionale identificato dall'art.12 del D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003, che dà direttive per la promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 3 di 16 |

L'impianto in progetto, sfruttando le energie rinnovabili, 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.

Essa si inquadra, pertanto, nel piano di realizzazione di impianti per la produzione di energia fotovoltaica che la società intende realizzare nella Regione Puglia per contribuire al soddisfacimento delle esigenze di energia pulita e sviluppo sostenibile sancite dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997 e dal Libro Bianco italiano scaturito dalla Conferenza Nazionale Energia e Ambiente del 1998, poiché le fonti energetiche rinnovabili possono contribuire a migliorare il tenore di vita e il reddito nelle regioni più svantaggiate, periferiche insulari, favorendo lo sviluppo interno, contribuendo alla creazione di posti di lavoro locali permanenti, con l'obiettivo 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.

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 lettera c) del D.Lgs 152/2006, aggiornato con il recente D.Lgs 4/2008 vigente dal 13 febbraio 2008.

Il presente documento si propone di fornire una descrizione generale completa del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico, volto al rilascio da parte delle Autorità competenti delle autorizzazioni e concessioni necessarie alla sua realizzazione.

Tutta la progettazione è stata svolta utilizzando le **ultime tecnologie** con i migliori **rendimento** ad oggi disponibili sul mercato; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie 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.

I documenti che compongono il presente progetto definitivo, sono composti da tre gruppi di elaborati, come segue:

- Elaborati tecnico-amministrativi.
- Elaborati grafici.
- Elaborati economico-amministrativi.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 4 di 16 |

1.2 Descrizione Sintetica Iniziativa

L'iniziativa è da realizzarsi nell'agro del Comune di **Carapelle**, in Provincia di **Foggia**.

Per ottimizzare la produzione agronomica e la produzione energetica, è stato scelto di realizzare l'impianto fotovoltaico mediante strutture ad inseguimento mono-assiale N-S (trackers). Essi garantiranno una maggiore resa in termini di producibilità energetica.

Circa le **attività agronomiche** da effettuare in consociazione con la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica, si è pensato di mantenere la continuità colturale condotta dal titolare dell'azienda considerando sia le colture principali che quelle secondarie coltivate in fase intercalare. Il progetto prevede, oltre alle opere di mitigazione a verde delle fasce perimetrali con specie arboree di medio fusto, la coltivazione in campo nelle interfile di specie come da relazioni agronomiche.

Per quel che concerne l'impianto fotovoltaico, esso avrà una potenza complessiva è pari a **24 MWn – 30,66336 MWp**.

L'impianto comprenderà **96** inverter da **250 kVA @30°C**.

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

Segue un riassunto genarle dei dati di impianto:

| | |
|-----------------------------|--|
| Potenza nominale: | 24.000 kW |
| Potenza picco : | 30.663,4 kWp |
| Inverters: | 96 x SUNGROW 250 |
| Strutture: | 672 trackers monoassiali – 2 portrait |
| Moduli fotovoltaici: | 52.416 u. x 585 Wp |

Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo e la cabina principale di impianto, dalla quale si dipartiranno le linee di collegamento di media tensione interrate verso la Sotto Stazione Utente AT/MT – Punto di Consegna RTN Terna.

L'impianto sarà collegato in A.T. alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di TERNA S.p.A..

In base alla soluzione di connessione (**CODICE PRATICA 201900577**), l'impianto fotovoltaico sarà collegato, mediante la sottostazione MT/AT utente, in antenna a 150 kV su nuovo stallo condiviso della Stazione Elettrica a 380/150 kV di Terna S.p.A. di Manfredonia sita in Località Macchia Rotonda.



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



STUDIOTECNICO
ing.MarcoBALZANO
SPRINT 2010 ITALIA

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

La Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) sarà di proprietà della Società Proponente.

Le aree destinate alla realizzazione della SSEU sono oggetto di contratto di Diritto di Superficie con società appartenente al medesimo gruppo del proponente.

Essa avrà la finalità di permettere la connessione dell'impianto fotovoltaico alla sezione della Stazione Elettrica RTN. La SSEU consentirà la trasformazione della tensione dalla M.T. a **30** kV (tensione di esercizio dell'impianto di produzione) alla A.T. a **150** kV (tensione di consegna lato TERNA S.p.A.).

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.

STUDIOTECNICO 
ing.MarcoBALZANO
SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 6 di 16 |



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



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

1.3 Contatto

Società promotrice: **GREEN GENIUS ITALY UTILITY 12 S.R.L**

Indirizzo: Corso Giuseppe Garibaldi, 49
20121 MILANO
PEC: greengeniusitalyutility12@unapec.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

STUDIO TECNICO 
ing. Marco BALZANO
SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 7 di 16 |



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



STUDIOTECNICO
ingMarcoBALZANO
SPR 71/2001/14/RFI

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

1.4 Localizzazione

L'impianto "CAR01 – La Pescia" si trova in Puglia, in territorio del Comune di **Carapelle** (provincia di Foggia). Il terreno agricolo ricade in zona agricola E ai sensi dello strumento urbanistico vigente per il comune di **Carapelle** (PRG). L'area di intervento ha una estensione di circa 54,9 Ha e ricade in agro di Carapelle, in località "La Pescia" e in adiacenza alla Strada Provinciale 80.



Localizzazione area di intervento, in blu la perimetrazione del sito, in giallo il tracciato della connessione

Coordinate GPS:

Latitudine: 41.386748° N

Longitudine: 15.765938° E

Altezza s.l.m.: 34 m

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 8 di 16 |

AREA IMPIANTO

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

| Comune | Prov | FG | Part | Censimento |
|------------------|------|----|------|-------------------|
| Carapelle | FG | 1 | 3 | SEMINATIVO |
| Carapelle | FG | 1 | 31 | SEMIN/SEMIN IRRIG |
| Carapelle | FG | 1 | 34 | SEMINATIVO |
| Carapelle | FG | 1 | 40 | SEMIN/SEMIN IRRIG |
| Carapelle | FG | 1 | 64 | SEMINATIVO |
| Carapelle | FG | 1 | 68 | SEMINATIVO |
| Carapelle | FG | 1 | 205 | SEMIN/ULIVETO |



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



STUDIOTECNICO
ingMarcoBALZANO
SPRINT 2020 ITALIA

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

AREA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA – PUNTO DI CONNESSIONE



| Comune | Prov | FG | Part | Censimento |
|-------------|------|-----|------|------------|
| Manfredonia | FG | 128 | 74 | SEMINATIVO |
| Manfredonia | FG | 128 | 75 | SEMINATIVO |

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|-----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 10 di 16 |

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.



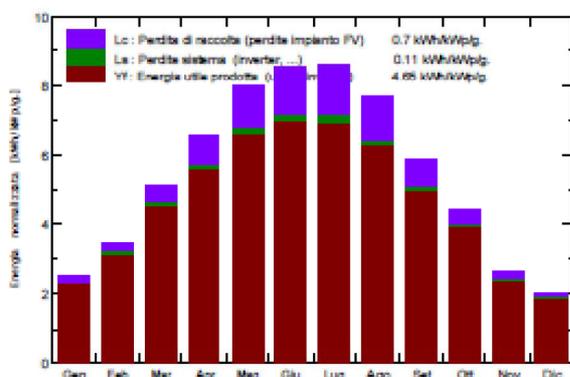
2. Calcolo della Producibilità

2.1 Radiazione Solare e Informazioni Meteorologiche

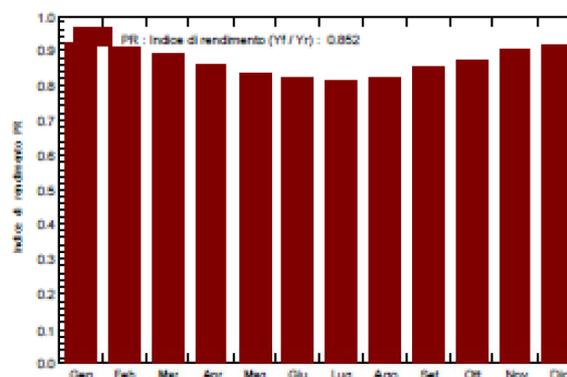
Il sito di installazione appartiene all'area pugliese che dispone di dati climatici storici riportati in diversi database. Il database internazionale MeteoNorm rende disponibili i dati meteorologici per la località di **Carapelle** (FG): l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito.

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

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 30863 kWp



Indice di rendimento PR



672 Tracker 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 | MWh | MWh | |
| Gennaio | 60.6 | 27.42 | 7.46 | 77.5 | 74.7 | 2245 | 2187 | 0.921 |
| Febbraio | 76.8 | 34.90 | 7.82 | 97.3 | 93.8 | 2788 | 2723 | 0.912 |
| Marzo | 125.1 | 49.81 | 11.12 | 159.0 | 154.1 | 4443 | 4342 | 0.890 |
| Aprile | 157.4 | 66.18 | 13.97 | 195.6 | 188.9 | 5279 | 5161 | 0.860 |
| Maggio | 197.6 | 81.07 | 19.91 | 246.7 | 238.7 | 6474 | 6329 | 0.837 |
| Giugno | 206.8 | 87.06 | 23.91 | 255.5 | 246.9 | 6586 | 6441 | 0.822 |
| Luglio | 212.7 | 79.94 | 27.09 | 266.3 | 258.2 | 6775 | 6623 | 0.811 |
| Agosto | 189.0 | 72.10 | 26.57 | 237.3 | 229.8 | 6099 | 5959 | 0.819 |
| Settembre | 140.3 | 57.01 | 21.06 | 176.6 | 170.7 | 4707 | 4601 | 0.850 |
| Ottobre | 108.5 | 40.47 | 17.73 | 139.0 | 134.8 | 3808 | 3720 | 0.873 |
| Novembre | 62.4 | 27.50 | 12.37 | 79.6 | 76.8 | 2259 | 2202 | 0.902 |
| Dicembre | 50.3 | 24.73 | 8.89 | 63.1 | 60.9 | 1828 | 1777 | 0.918 |
| Anno | 1587.4 | 648.19 | 16.55 | 1993.6 | 1928.3 | 53289 | 52065 | 0.852 |

| | | | | |
|----------|---------|-------------------------------|---------|--|
| Legenda: | GlobHor | Irraggiamento orizz. globale | GlobEff | Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre |
| | DiffHor | Irraggiamento diffuso orizz. | EArray | Energia effettiva in uscita campo |
| | T_Amb | Temperatura ambiente | E_Grid | Energia iniettata nella rete |
| | GlobInc | Globale incidente piano coll. | PR | Indice di rendimento |

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 all'utilizzo di strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale, dotate di sistema di "backtracking", tenuto conto della distribuzione spaziale delle strutture, 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 Meteoror), 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.

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

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 che in termini percentuali si traduce in una tolleranza positiva -0% + 3%.

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 e riportato nell'allegato.

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|-----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 13 di 16 |

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, l'ottimizzazione delle linee elettriche DC, fanno sì che le differenze di prestazioni elettriche fra una stringa e l'altra risultino minimizzati.

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 97,5% e un decadimento annuo successivo massimo del 0,5% 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, 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 -1,5%.

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|-----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 14 di 16 |

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 **52.065** MWh/anno.

Considerata la potenza nominale dell'impianto, pari a **24.000** MWp, si ha una produzione specifica pari a **1.698** (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 **85,17%**.



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



STUDIOTECNICO
ing.MarcoBALZANO
SPRINT 2010 ITALIA

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

ALLEGATO: REPORT PVSYST



STUDIOTECNICO 
ing.MarcoBALZANO
SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

| Rif. Elaborato: | Elaborato: | Data | Rev | |
|-----------------|---------------------------------|------------|-----|-----------------|
| SV317-P.02 | Valutazione della Producibilità | 30/11/2020 | R0 | Pagina 16 di 16 |

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Progetto : SV317_MAN03 CARAPELLE

| | | | | |
|-------------------------|------------------|--|---------------|----------|
| Luogo geografico | Carapelle | Paese | Italia | |
| Ubicazione | Latitudine | 41.36° N | Longitudine | 15.69° E |
| Ora definita come | Ora legale | Fuso orario TU+1 | Altitudine | 66 m |
| | Albedo | 0.20 | | |
| Dati meteo: | Carapelle | Meteonorm 7.2 (1986-2005), Sat=27% - Sintetico | | |

Variante di simulazione : 672 Tracker

Data di simulazione 02/12/20 10h04

| | | | | |
|---|--------------------------|--|------------------------------|------------------|
| Parametri di simulazione | Tipo di sistema | Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking) | | |
| Piano a inseguimento, asse inclinato | Inclinazione asse | 0° | Azimut asse | 0° |
| Limitazioni di rotazione | Phi minimo | -60° | Phi massimo | 60° |
| | Tracking algorithm | Irradiance optimization | | |
| Strategia Backtracking | N. di eliostati | 672 | | |
| | Distanza eliostati | 9.00 m | Larghezza collettori | 4.80 m |
| Angolo limite indetreggiamento | Limiti phi | +/- 57.7° | Fattore di occupazione (GCR) | 53.3 % |
| Modelli utilizzati | Trasposizione | Perez | Diffuso | Perez, Meteonorm |
| Orizzonte | Orizzonte libero | | | |
| Ombre vicine | Ombre lineari | | | |
| Bisogni dell'utente : | Carico illimitato (rete) | | | |

Caratteristiche campo FV

| | | | | | |
|--|---------|-------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| Modulo FV | Si-mono | Modello | JKM585M-7RL4-V | | |
| definizione customizzata dei parametri | | Costruttore | Jinkosolar | | |
| Numero di moduli FV | | In serie | 26 moduli | In parallelo | 2016 stringhe |
| Numero totale di moduli FV | | N. di moduli | 52416 | Potenza nom. unit. | 585 Wp |
| Potenza globale campo | | Nominale (STC) | 30663 kWp | In cond. di funz. | 27968 kWp (50°C) |
| Caratt. di funzionamento campo FV (50°C) | | U mpp | 1046 V | l mpp | 26731 A |
| Superficie totale | | Superficie modulo | 143309 m² | Superficie cella | 135001 m ² |

| | | | | | |
|--|--|---------------------------|----------------|-----------------------|------------|
| Inverter | | Modello | SG250HX | | |
| definizione customizzata dei parametri | | Costruttore | Sungrow | | |
| Caratteristiche | | Tensione di funzionamento | 600-1500 V | Potenza nom. unit. | 225 kWac |
| | | | | Potenza max. (=>30°C) | 250 kWac |
| Gruppo di inverter | | N. di inverter | 96 unità | Potenza totale | 21600 kWac |
| | | | | Rapporto Pnom | 1.42 |

Fattori di perdita campo FV

| | | | | |
|---------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------|------------------------------|
| Fatt. di perdita termica | Uc (cost) | 20.0 W/m ² K | Uv (vento) | 0.0 W/m ² K / m/s |
| Perdita ohmica di cablaggio | Res. globale campo | 0.65 mOhm | Fraz. perdite | 1.5 % a STC |
| LID - Light Induced Degradation | | | Fraz. perdite | 1.5 % |
| Perdita di qualità moduli | | | Fraz. perdite | -0.8 % |
| Perdite per "mismatch" moduli | | | Fraz. perdite | 1.0 % a MPP |
| Perdita disadattamento Stringhe | | | Fraz. perdite | 0.10 % |

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

| 0° | 30° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.989 | 0.965 | 0.924 | 0.731 | 0.000 |

Fattori di perdita sistema

| | | | | |
|-----------------------|------------------------------|------------|---------------|-------------|
| Trasformatore esterno | Perdita ferro (connesso 24h) | 30272 W | Fraz. perdite | 0.1 % a STC |
| | Perdite resistive/induttive | 0.211 mOhm | Fraz. perdite | 1.0 % a STC |

Sistema connesso in rete: Definizione ombre vicine

Progetto : SV317_MAN03 CARAPELLE

Variante di simulazione : 672 Tracker

| | | | |
|---|--------------------------|--|--------------------|
| Parametri principali del sistema | Tipo di sistema | Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking) | |
| Ombre vicine | Ombre lineari | | |
| Orientamento in campo PV, asse inclinato, inclinazione asse | 0° | Azimet asse | 0° |
| Moduli FV | Modello JKM585M-7RL4-V | Pnom | 585 Wp |
| Campo FV | Numero di moduli 52416 | Pnom totale | 30663 kWp |
| Inverter | Modello SG250HX | Pnom | 225 kW ac |
| Gruppo di inverter | Numero di unità 96.0 | Pnom totale | 21600 kW ac |
| Bisogni dell'utente | Carico illimitato (rete) | | |

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

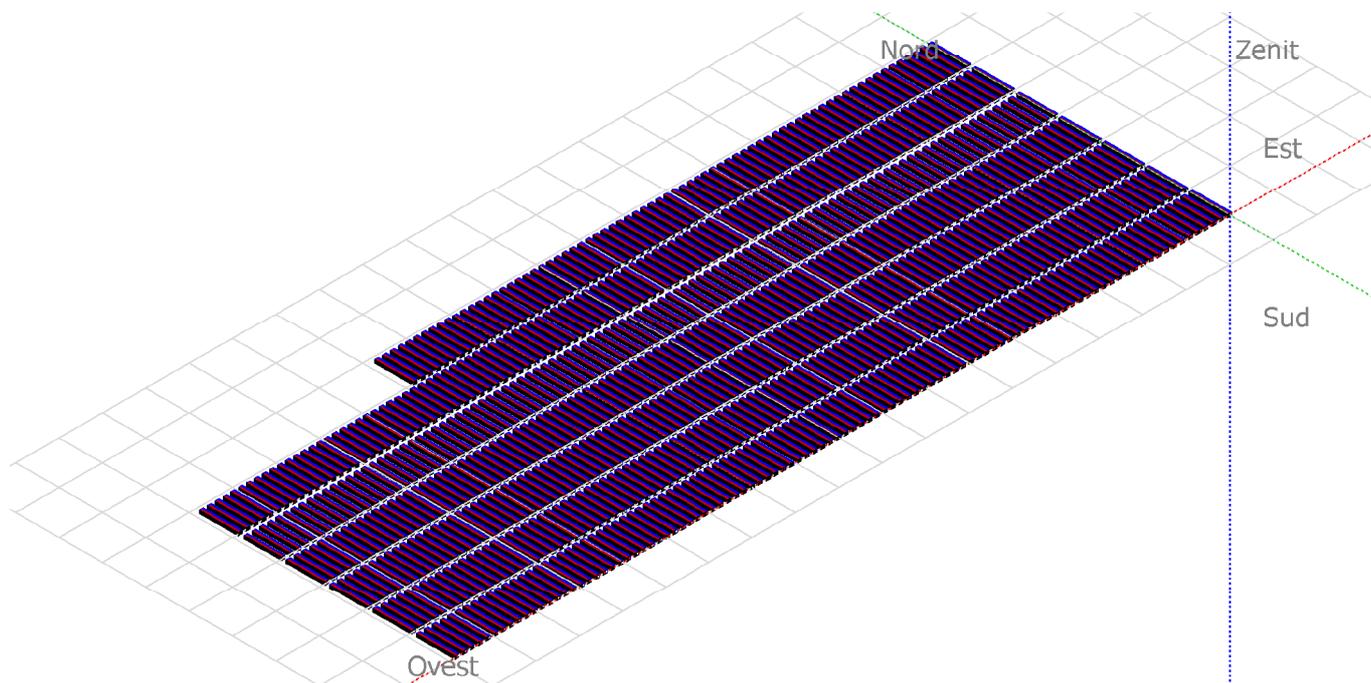
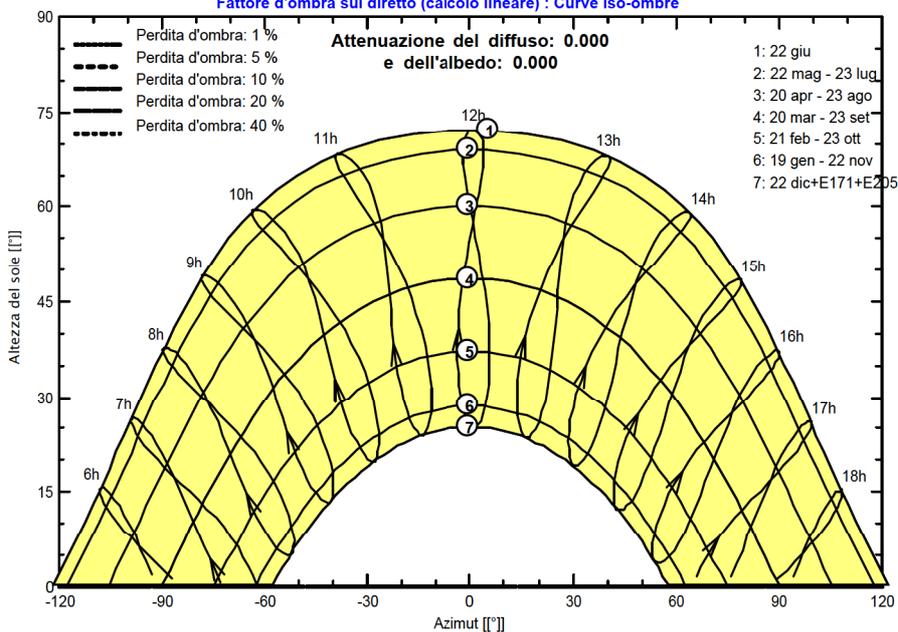


Diagramma iso-ombre

SV317_MAN03 CARAPELLE

Fattore d'ombra sul diretto (calcolo lineare) : Curve iso-ombre



Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : SV317_MAN03 CARAPELLE

Variante di simulazione : 672 Tracker

Parametri principali del sistema Tipo di sistema **Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)**

Ombre vicine

Ombre lineari

Orientamento olografico, asse inclinato, Inclinazione asse

0°

Azimut asse 0°

Moduli FV

Modello

JKM585M-7RL4-V

Pnom 585 Wp

Campo FV

Numero di moduli

52416

Pnom totale **30663 kWp**

Inverter

Modello

SG250HX

Pnom 225 kW ac

Gruppo di inverter

Numero di unità

96.0

Pnom totale **21600 kW ac**

Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

Risultati principali di simulazione

Produzione sistema

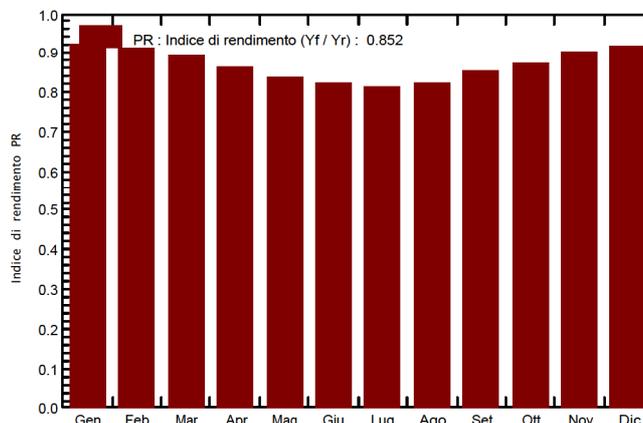
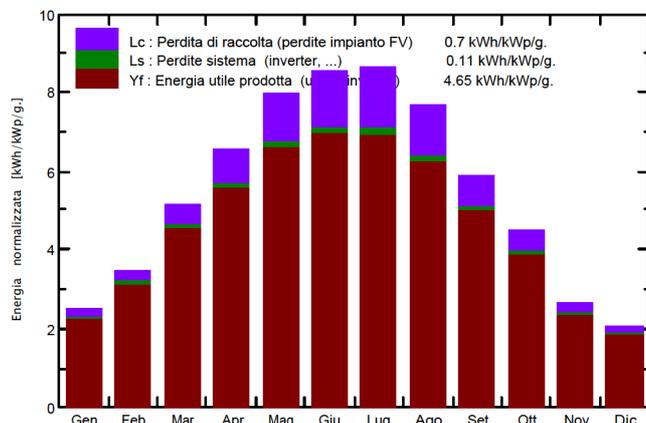
Energia prodotta 52065 MWh/anno

Prod. spec. 1698 kWh/kWp/anno

Indice di rendimento PR 85.17 %

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 30663 kWp

Indice di rendimento PR



672 Tracker

Bilanci e risultati principali

| | GlobHor kWh/m ² | DiffHor kWh/m ² | T_Amb °C | GlobInc kWh/m ² | GlobEff kWh/m ² | EArray MWh | E_Grid MWh | PR |
|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| Gennaio | 60.6 | 27.42 | 7.46 | 77.5 | 74.7 | 2245 | 2187 | 0.921 |
| Febbraio | 76.8 | 34.90 | 7.82 | 97.3 | 93.8 | 2788 | 2723 | 0.912 |
| Marzo | 125.1 | 49.81 | 11.12 | 159.0 | 154.1 | 4443 | 4342 | 0.890 |
| Aprile | 157.4 | 66.18 | 13.97 | 195.6 | 188.9 | 5279 | 5161 | 0.860 |
| Maggio | 197.6 | 81.07 | 19.91 | 246.7 | 238.7 | 6474 | 6329 | 0.837 |
| Giugno | 206.8 | 87.06 | 23.91 | 255.5 | 246.9 | 6586 | 6441 | 0.822 |
| Luglio | 212.7 | 79.94 | 27.09 | 266.3 | 258.2 | 6775 | 6623 | 0.811 |
| Agosto | 189.0 | 72.10 | 26.57 | 237.3 | 229.8 | 6099 | 5959 | 0.819 |
| Settembre | 140.3 | 57.01 | 21.06 | 176.6 | 170.7 | 4707 | 4601 | 0.850 |
| Ottobre | 108.5 | 40.47 | 17.73 | 139.0 | 134.8 | 3808 | 3720 | 0.873 |
| Novembre | 62.4 | 27.50 | 12.37 | 79.6 | 76.8 | 2259 | 2202 | 0.902 |
| Dicembre | 50.3 | 24.73 | 8.89 | 63.1 | 60.9 | 1828 | 1777 | 0.918 |
| Anno | 1587.4 | 648.19 | 16.55 | 1993.6 | 1928.3 | 53289 | 52065 | 0.852 |

Legenda: GlobHor Irraggiamento orizz. 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 iniettata nella rete
 PR Indice di rendimento

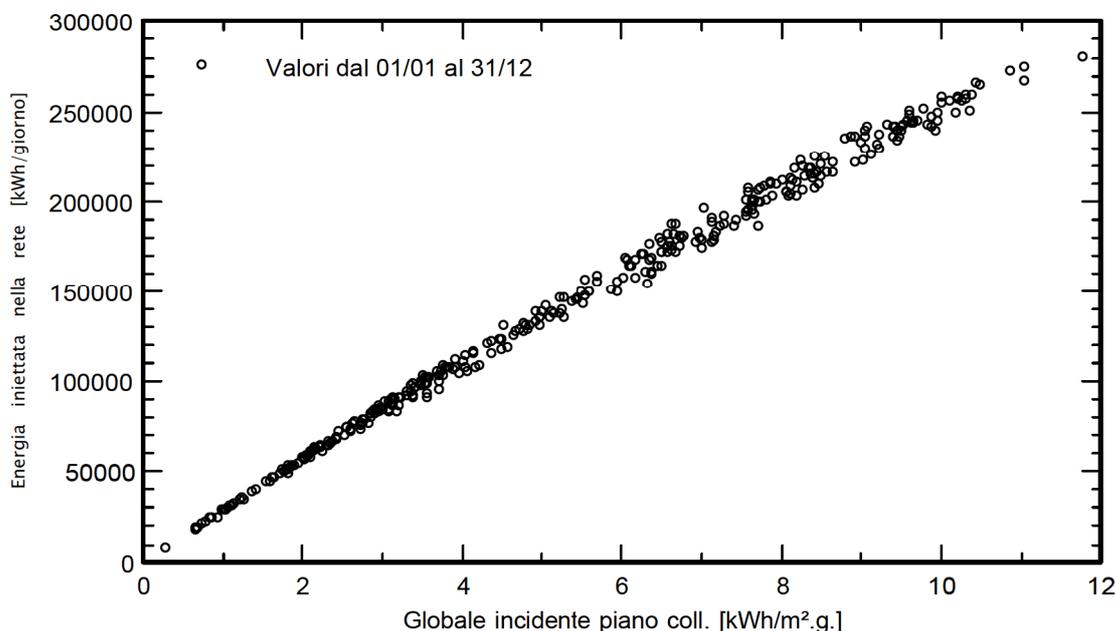
Sistema connesso in rete: Grafici speciali

Progetto : SV317_MAN03 CARAPELLE

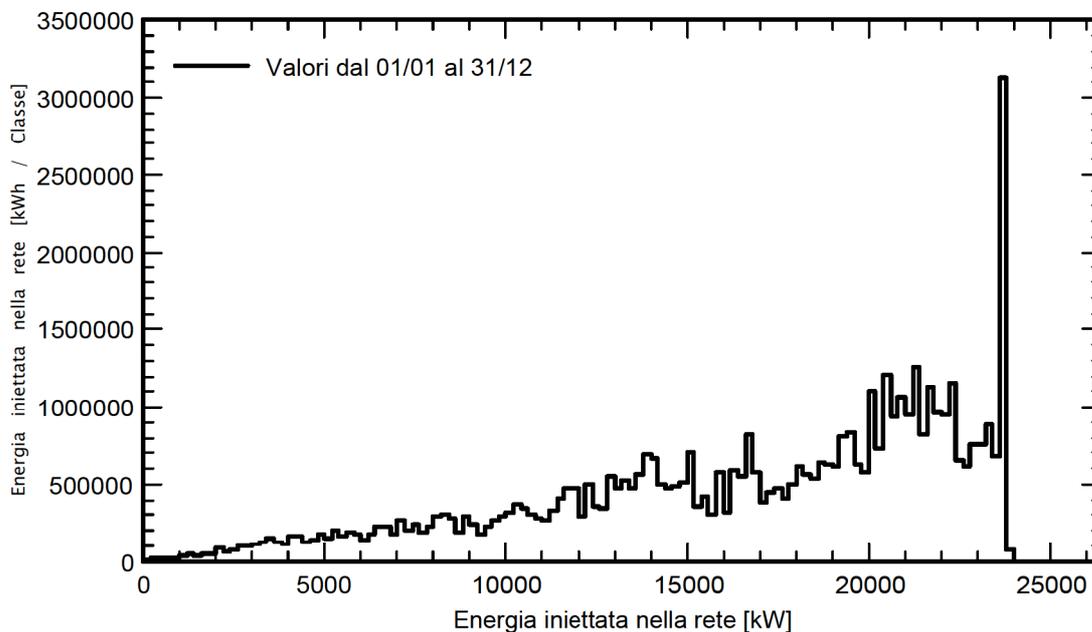
Variante di simulazione : 672 Tracker

| | | | | |
|---|--------------------------|--|-------------|--------------------|
| Parametri principali del sistema | Tipo di sistema | Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking) | | |
| Ombre vicine | Ombre lineari | | | |
| Orientamento inseguitore , asse inclinato, | Inclinazione asse | 0° | Azimet asse | 0° |
| Moduli FV | Modello | JKM585M-7RL4-V | Pnom | 585 Wp |
| Campo FV | Numero di moduli | 52416 | Pnom totale | 30663 kWp |
| Inverter | Modello | SG250HX | Pnom | 225 kW ac |
| Gruppo di inverter | Numero di unità | 96.0 | Pnom totale | 21600 kW ac |
| Bisogni dell'utente | Carico illimitato (rete) | | | |

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema



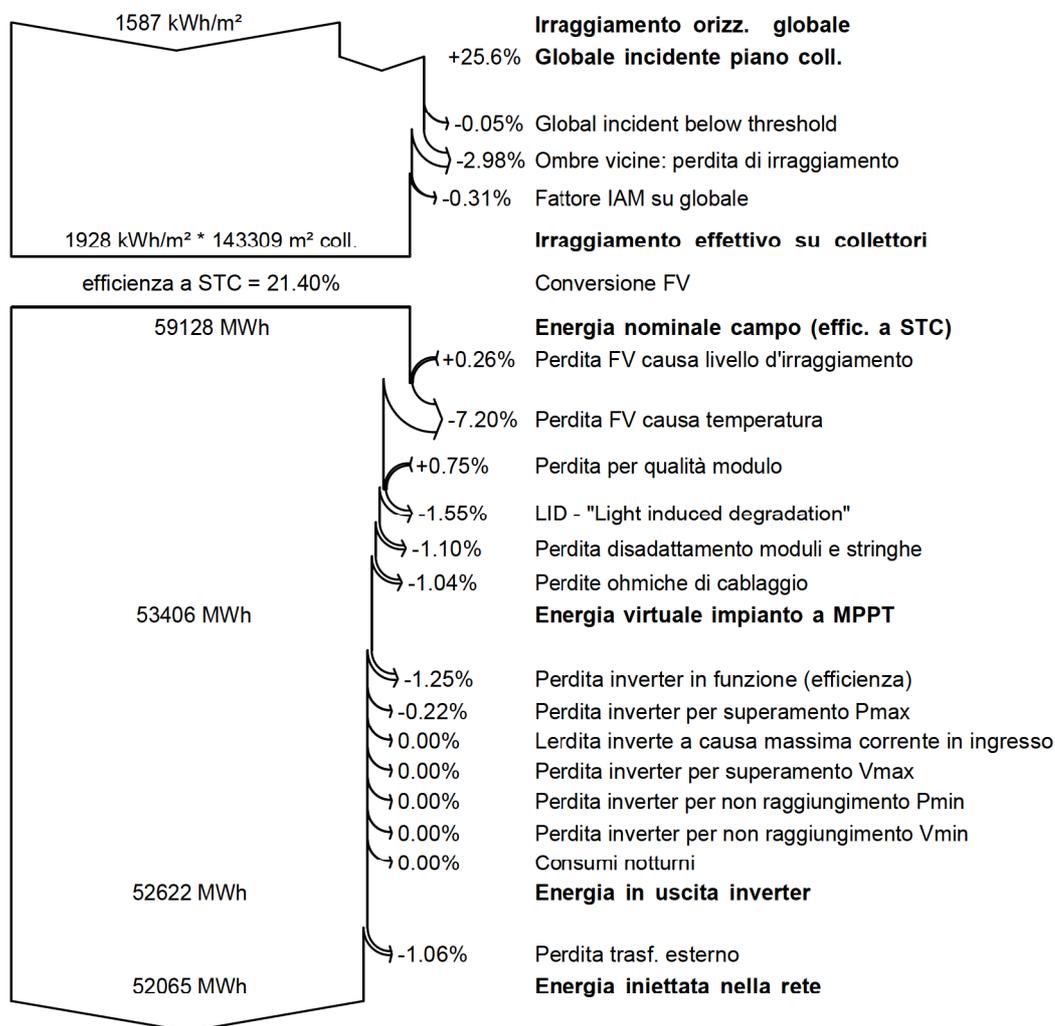
Sistema connesso in rete: Diagramma perdite

Progetto : SV317_MAN03 CARAPELLE

Variante di simulazione : 672 Tracker

| Parametri principali del sistema | Tipo di sistema | Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking) | |
|---|--------------------------|---|--------------------------------|
| Ombre vicine | Ombre lineari | | |
| Orientamento: orientato N, asse inclinato, inclinazione asse | 0° | Azimut asse | 0° |
| Moduli FV | Modello | JKM585M-7RL4-V | Pnom 585 Wp |
| Campo FV | Numero di moduli | 52416 | Pnom totale 30663 kWp |
| Inverter | Modello | SG250HX | Pnom 225 kW ac |
| Gruppo di inverter | Numero di unità | 96.0 | Pnom totale 21600 kW ac |
| Bisogni dell'utente | Carico illimitato (rete) | | |

Diagramma perdite sull'anno intero



Sistema connesso in rete: Valutazione P50-P90

Progetto : SV317_MAN03 CARAPELLE

Variante di simulazione : 672 Tracker

| Parametri principali del sistema | Tipo di sistema | Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking) | | |
|---|--------------------------|---|-------------|--------------------|
| Ombre vicine | Ombre lineari | | | |
| Orientamento in asse, asse inclinato, inclinazione asse | 0° | Azimet asse | 0° | |
| Moduli FV | Modello | JKM585M-7RL4-V | Pnom | 585 Wp |
| Campo FV | Numero di moduli | 52416 | Pnom totale | 30663 kWp |
| Inverter | Modello | SG250HX | Pnom | 225 kW ac |
| Gruppo di inverter | Numero di unità | 96.0 | Pnom totale | 21600 kW ac |
| Bisogni dell'utente | Carico illimitato (rete) | | | |

Valutazione della probabile previsione di produzione

La distribuzione della probabilità di previsione del sistema per diversi anni È dipendente principalmente sui dati meteo usati per la simulazione, e dipende sulle seguenti scelte:

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Origine dati Meteo | Meteonorm 7.2 (1986-2005), Sat=27% |
| Dati meteo | Tipo Non definito Anno 1995 |
| Deviazione Standard | Variazione annua dal valo medio 3 % |
| Differenza da anno in anno | Varianza 0.5 % |

La varianza della probabilità di distribuzione è anche dipendente dalla incertezza di alcuni parametri del sistema

| | | | |
|---------------------|--|-------|--------------------|
| Deviazione Standard | settaggio parametri modulo FV | 1.0 % | |
| | Incertezza nella stima efficienza inverter | 0.5 % | |
| | Incertezze di disadattamento e sporcizia | 1.0 % | |
| | Incertezza nella stima del degrado | 1.0 % | |
| Variabilità globale | Varianza | 1.9 % | (Somma quadratica) |

| | | |
|---|--------------------|------------------|
| Valore di probabilità associato alla produzione | Variabilità | 974 MWh |
| | P50 | 52065 MWh |
| | P90 | 50816 MWh |
| | P95 | 50464 MWh |

Probability distribution

