



REGIONE MOLISE  
 PROVINCIA DI CAMPOBASSO  
 COMUNE DI MONTENERO DI BISACCIA



PROGETTO DELL'IMPIANTO SOLARE AGRIFOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE  
 DA REALIZZARE NEL COMUNE DI MONTENERO DI BISACCIA (CB) IN LOCALITÀ GRUGNALE  
 FOGLIO 29 P.LLE 36, 159, FOGLIO 30 P.LLE 51, 54, 59, 60, FOGLIO 32 P.LLE 13, 38, 109, 111, 114, 110,  
 112, 113, 125, 132, 134, 12, 47, 136 E FOGLIO 33 P.LLE 8, 9, 10, 11, 47, 50.  
 POTENZA DEL GENERATORE PARI A 31.914,68 kWp  
 DENOMINATO "MONTENERO DI BISACCIA"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO



livello prog.	Cod.	tipo doc.	N° elaborato	N° foglio	Tot. fogli	NOME FILE	DATA	SCALA
PD	202100524		A23			MDB2022_A23	28/09/2022	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

PROPONENTE:

ASTEROPE SOL S.R.L.  
 Via Mercato 3, 20121 Milano (MI)



TIMBRO ENTE

PROGETTAZIONE:



Ing. D. Siracusa  
 Ing. A. Costantino  
 Ing. C. Chiaruzzi  
 Ing. G. Schillaci  
 Ing. G. Buffa  
 Ing. M.C. Musca

Arch. M. Gullo  
 Arch. S. Martorana  
 Arch. F. G. Mazzola  
 Arch. A. Calandrino  
 Arch. G. Vella



FIRMA DIGITALE PROGETTISTA

FIRMA PROGETTISTA

**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte  
energetica rinnovabile attraverso tecnologia fotovoltaica**

**denominato**

**“Montenero di Bisaccia”**

**Relazione di producibilità dell’impianto fotovoltaico**

## Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico. L'area per l'installazione dell'impianto fotovoltaico si trova nel territorio comunale di Montenero di Bisaccia (CB) in località "Grugnale" su lotti di terreno distinti al N.T.C. Foglio 30, particelle 51, 54, 59, 60 e, Foglio 29, particelle 36 e 159, Foglio 32, particelle 13, 38, 109, 111, 114, 110, 112, 113, 125, 132, 134, 12, 47, 136 ed al Foglio 33, particelle 8, 9, 10, 11, 47, 50.

L'impianto sarà collegato all'area individuata per la connessione alla RTN attraverso cavidotti interrati a 36 kV che interesseranno principalmente la viabilità pubblica.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione tecnica, ha una potenza di picco pari a **31.914,68 kWp**, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli scelti, in fase di progettazione definitiva, per realizzare il generatore.

Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito applicando il criterio della superficie disponibile, tenendo dei distanziamenti da mantenere tra i filari di tracker per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione delle stazioni di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

I moduli scelti sono in silicio monocristallino, hanno una potenza nominale di 665 Wp, modello "**BiHiKu7 CS7N-665MB-AG**" di tipo bifacciale.

Per massimizzare la producibilità energetica è previsto l'utilizzo di tracker monoassiali del tipo 2-V da 56 ed 84 moduli con pitch pari a 10 m.

Complessivamente sono stati posizionati 47.992 moduli.

L'impianto sarà suddiviso in 12 sottocampi fotovoltaici, ogni sottocampo confluirà all'inverter definito nel suo sottocampo, gli inverter scelti saranno centralizzati dalla potenza di 2500 kVA ognuno.

Nel caso specifico gli inverter saranno 12 ed il modello è **Sunny Central 2500-EV** da 2500 kVA (per maggiori dettagli si rimanda allo schema elettrico unifilare).

Definito il layout di impianto il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare in parallelo, sono stati determinati coordinando opportunamente le caratteristiche dei moduli fotovoltaici con quelle degli inverter scelti, rispettando le seguenti 4 condizioni:

1. la massima tensione del generatore fotovoltaico deve essere inferiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter;
2. la massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
3. la minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
4. la massima corrente del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima corrente in ingresso all'inverter.

Ed è stata prodotto il report con il software PVsyst:



Versione 7.2.19

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

---

Progetto: Molise

Variante: 30MW

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 31.91 MWc

Montenero di Bisaccia - Italy

**Autore**

Horizonfirm Srl (Italy)

**PVsyst V7.2.19**VC0, Simulato su  
27/09/22 16:00  
con v7.2.19**Progetto: Molise**

Variante: 30MW

Horizonfirm Srl (Italy)

**Sommario del progetto**

<b>Luogo geografico</b> Montenero di Bisaccia Italia	<b>Ubicazione</b> Latitudine 41.99 °N Longitudine 14.75 °E Altitudine 73 m Fuso orario UTC+1	<b>Parametri progetto</b> Albedo 0.20
<b>Dati meteo</b> Montenero di Bisaccia PVGIS api TMY		

**Sommario del sistema**

<b>Sistema connesso in rete</b> <b>Orientamento campo FV</b> <b>Orientamento</b> Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S Asse dell'azimut 0 °	<b>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</b> <b>Algoritmo dell'inseguimento</b> Ottimizzazione irraggiamento Backtracking attivato	<b>Ombre vicine</b> Secondo le stringhe Effetto elettrico 100 %
<b>Informazione sistema</b> <b>Campo FV</b> Numero di moduli 47992 unità Pnom totale 31.91 MWc	<b>Inverter</b> Numero di unità 12 unità Pnom totale 30.00 MWac Rapporto Pnom 1.064	
<b>Bisogni dell'utente</b> Carico illimitato (rete)		

**Sommario dei risultati**

Energia prodotta 58.81 GWh/anno	Prod. Specif. 1843 kWh/kWc/anno	Indice rendimento PR 90.43 %
---------------------------------	---------------------------------	------------------------------

**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



**PVsyst V7.2.19**  
VC0, Simulato su  
27/09/22 16:00  
con v7.2.19

Progetto: Molise

Variante: 30MW

Horizonfirm Srl (Italy)

### Parametri principali

Sistema connesso in rete		Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)	
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Algoritmo dell'inseguimento</b>	
<b>Orientamento</b>		Ottimizzazione irraggiamento	
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S		Backtracking attivato	
Asse dell'azimut	0 °		
<b>Modelli utilizzati</b>		<b>Campo con backtracking</b>	
Trasposizione	Perez	N. di eliostati	1714 unità
Diffuso	Importato	<b>Dimensioni</b>	
Circumsolare	separare	Distanza eliostati	10.00 m
		Larghezza collettori	4.79 m
		Fattore occupazione (GCR)	47.9 %
		Phi min / max	-/+ 55.0 °
		<b>Strategia Backtracking</b>	
		Limiti phi	+/- 61.2 °
		Distanza tavole backtracking	0.00 m
		Larghezza backtracking	4.79 m
<b>Orizzonte</b>		<b>Ombre vicine</b>	
Orizzonte libero		Secondo le stringhe	
		Effetto elettrico	100 %
<b>Sistema bifacciale</b>		<b>Bisogni dell'utente</b>	
Modello	Calcolo 2D eliostati illimitati	Carico illimitato (rete)	
<b>Geometria del modello bifacciale</b>		<b>Definizioni per il modello bifacciale</b>	
Distanza eliostati	10.00 m	Albedo dal suolo	0.30
ampiezza eliostati	4.79 m	Fattore di Bifaccialità	70 %
GCR	47.9 %	Ombreg. posteriore	5.0 %
Altezza dell'asse dal suolo	2.10 m	Perd. Mismatch post.	10.0 %
		Frazione trasparente della tettoia	0.0 %

### Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	CSI Solar Co., Ltd.	Costruttore	SMA
Modello	CS7N-665MB-AG 1500V	Modello	Sunny Central 2500-EV
(definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	665 Wp	Potenza nom. unit.	2500 kWac
Numero di moduli FV	47992 unità	Numero di inverter	12 unità
Nominale (STC)	31.91 MWc	Potenza totale	30000 kWac
Moduli	1714 Stringhe x 28 In serie	Voltaggio di funzionamento	850-1425 V
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Rapporto Pnom (DC:AC)	1.06
Pmpp	29.32 MWc		
U mpp	964 V		
I mpp	30424 A		
<b>Potenza PV totale</b>		<b>Potenza totale inverter</b>	
Nominale (STC)	31915 kWp	Potenza totale	30000 kWac
Totale	47992 moduli	Numero di inverter	12 unità
Superficie modulo	149080 m <sup>2</sup>	Rapporto Pnom	1.06



**PVsyst V7.2.19**  
VC0, Simulato su  
27/09/22 16:00  
con v7.2.19

Progetto: Molise

Variante: 30MW

Horizonfirm Srl (Italy)

### Perdite campo

#### Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento  
Uc (cost) 20.0 W/m<sup>2</sup>K  
Uv (vento) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

#### Perdite DC nel cablaggio

Res. globale campo 0.52 mΩ  
Fraz. perdite 1.5 % a STC

#### Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite -0.4 %

#### Perdite per mismatch del modulo

Fraz. perdite 2.0 % a MPP

#### Perdita disadattamento Stringhe

Fraz. perdite 0.1 %

#### Fattore di perdita IAM

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

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000



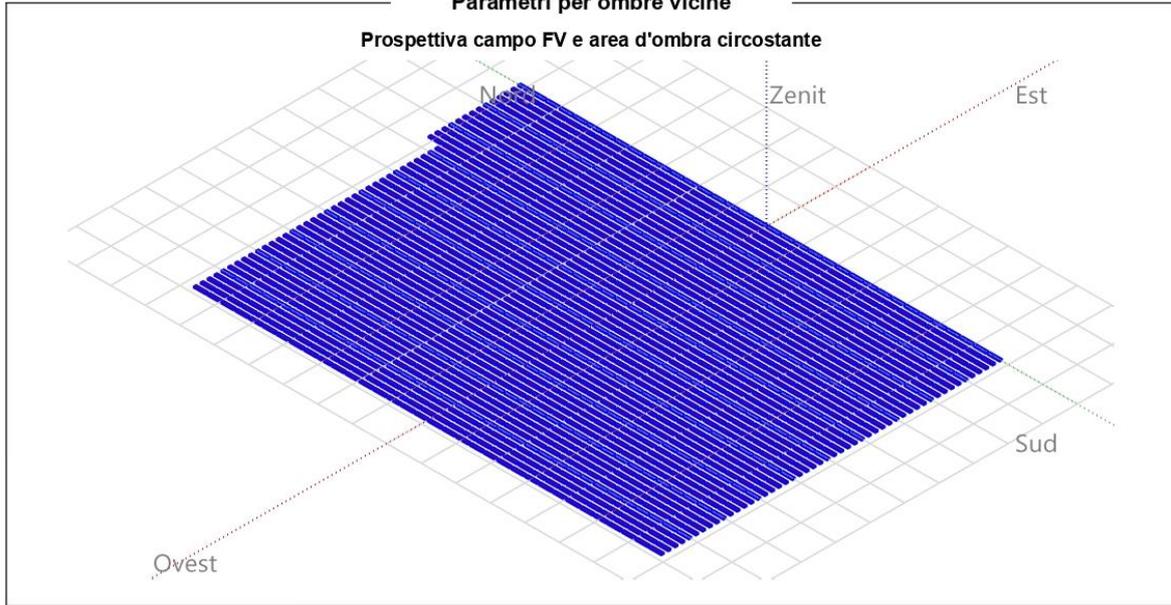
**PVsyst V7.2.19**  
VC0, Simulato su  
27/09/22 16:00  
con v7.2.19

Progetto: Molise

Variante: 30MW

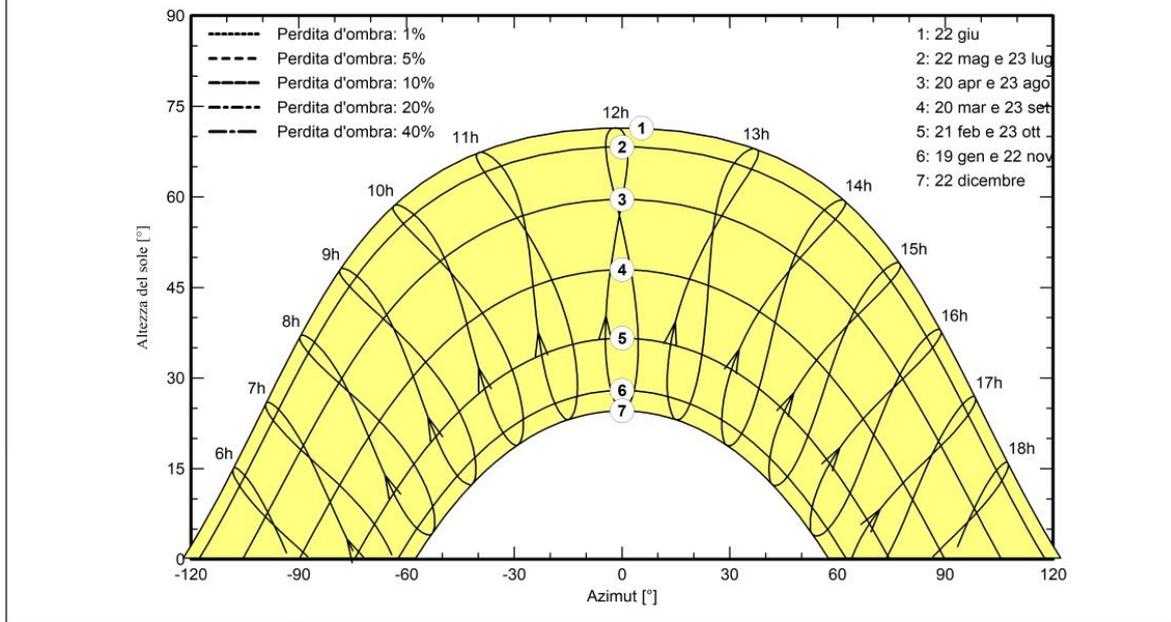
Horizonfirm Srl (Italy)

### Parametri per ombre vicine



### Diagramma iso-ombre

#### Orientamento #1





**PVsyst V7.2.19**  
 VCO, Simulato su  
 27/09/22 16:00  
 con v7.2.19

## Progetto: Molise

Variante: 30MW

Horizonfirm Srl (Italy)

### Risultati principali

#### Produzione sistema

Energia prodotta

58.81 GWh/anno

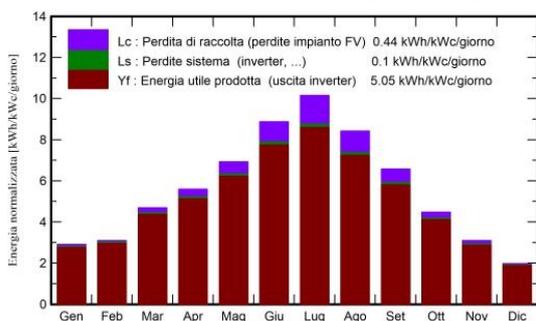
Prod. Specif.

1843 kWh/kWc/anno

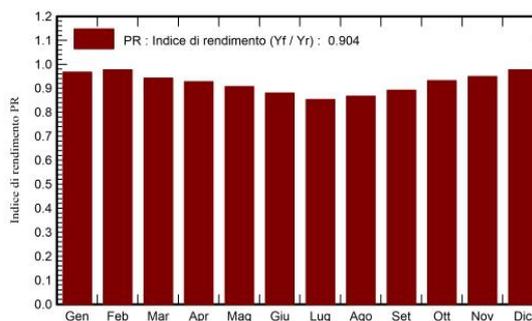
Indice di rendimento PR

90.43 %

#### Produzione normalizzata (per kWp installato)



#### Indice di rendimento PR



### Bilanci e risultati principali

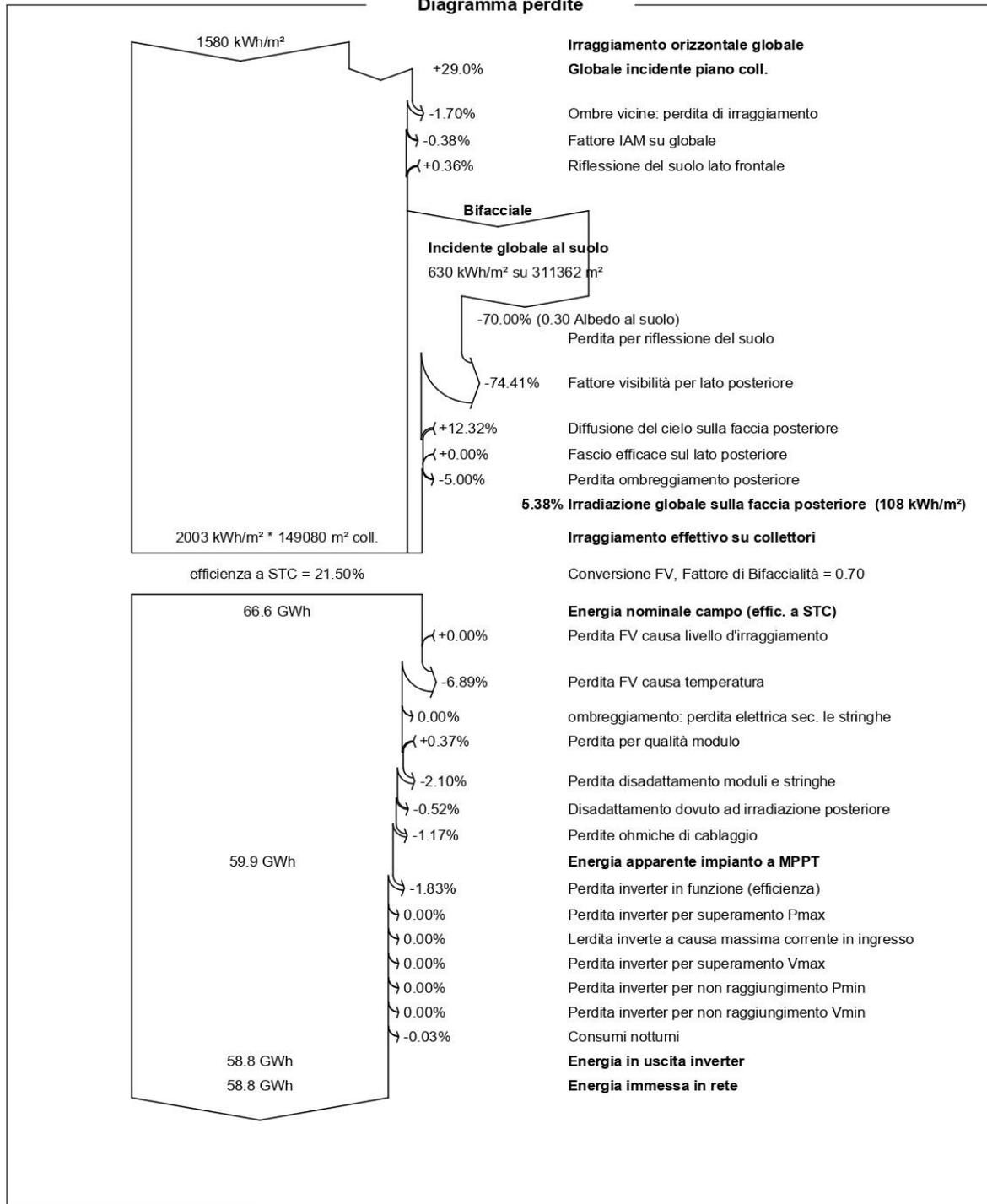
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	GWh	GWh	ratio
<b>Gennaio</b>	67.1	25.02	6.91	90.3	88.3	2.841	2.787	0.967
<b>Febbraio</b>	68.3	33.68	4.76	86.6	84.9	2.756	2.702	0.977
<b>Marzo</b>	112.3	49.63	8.80	145.5	142.9	4.462	4.378	0.943
<b>Aprile</b>	135.0	63.34	11.89	167.8	164.7	5.066	4.970	0.928
<b>Maggio</b>	172.6	76.48	15.46	214.8	211.1	6.334	6.214	0.907
<b>Giugno</b>	208.6	72.30	20.26	266.3	262.2	7.621	7.479	0.880
<b>Luglio</b>	241.6	62.52	24.39	314.7	310.4	8.734	8.574	0.854
<b>Agosto</b>	201.4	64.89	24.65	261.2	257.1	7.361	7.228	0.867
<b>Settembre</b>	150.1	47.82	19.50	197.4	194.3	5.726	5.621	0.892
<b>Ottobre</b>	105.4	42.35	14.24	138.8	136.3	4.208	4.131	0.932
<b>Novembre</b>	69.6	27.07	10.59	92.8	90.9	2.866	2.811	0.949
<b>Dicembre</b>	48.0	24.21	6.46	61.4	59.9	1.955	1.914	0.977
<b>Anno</b>	1580.0	589.32	14.05	2037.7	2002.9	59.929	58.811	0.904

#### Legenda

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



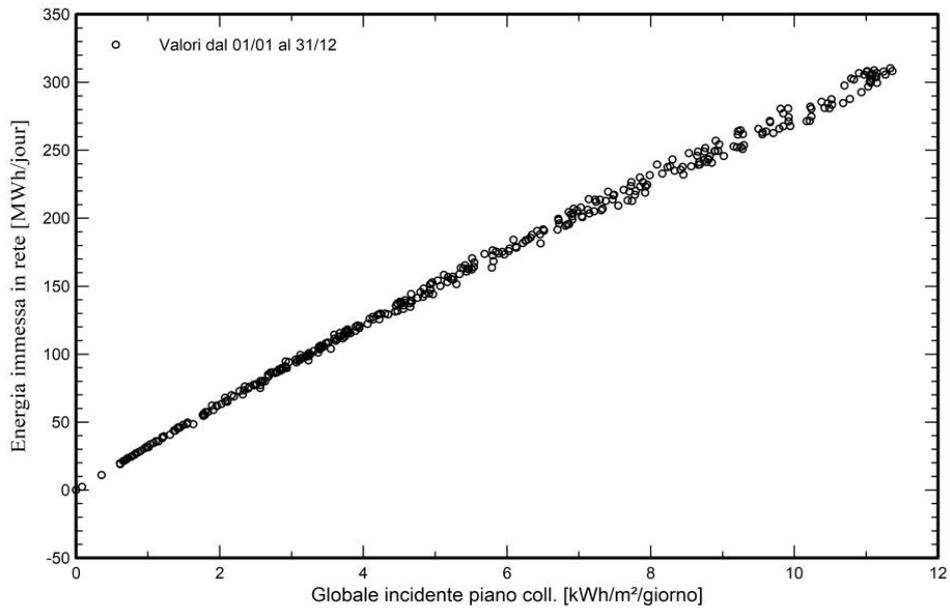
### Diagramma perdite



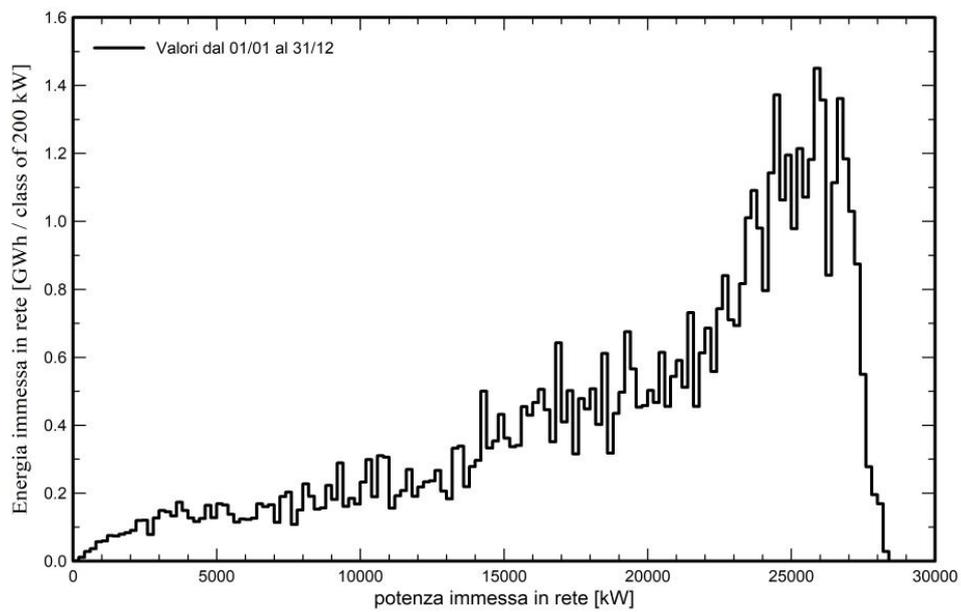


**Grafici speciali**

**Diagramma giornaliero entrata/uscita**



**Distribuzione potenza in uscita sistema**



## Dati di riferimento dell'impianto

Nella presente relazione si stima la producibilità media annua dell'impianto in progetto calcolata in kWh/kWp.

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza nominale pari a **31.914,68 kWp**, secondo il layout per cui si rimanda nel dettaglio alla relazione tecnica ed alle tavole di "Layout d'impianto".

Per il calcolo della producibilità media annua ci si è avvalsi del software PVSyst, mediante il quale è stato possibile effettuare una simulazione nella quale la stima della producibilità è relativa all'intero impianto in progetto ed avente le stesse caratteristiche funzionali di quello in progetto.

Il software in questione possiede un database interno, mediante il quale è possibile calcolare la producibilità dell'intero impianto in funzione dei moduli scelti, degli inverter e della loro disposizione. Lo stesso software si avvale della possibilità di consultare i dati Meteo per una simulazione dei dati di irraggiamento (database PVGIS api TMY).

Dunque disposti spazialmente i moduli, costituendo un layout verosimile, ed ipotizzati i sistemi con cui operano i sistemi di tracking, si è giunti ai seguenti risultati, per l'intera potenza installata nell'impianto pari a **31.914,68 kWp**:

- La producibilità specifica risultante dalla simulazione dell'impianto in esame è pari a 1843 kWh/kWp annui.

Con una Producibilità annua stimata pari a circa: 58.810 [MWh] all'anno.

Di seguito si allega il report della simulazione dell'impianto su PVSyst.

Dai dati ottenuti, è possibile stimare l'emissione annue evitate:

- per un risparmio stimato di **25876,4 t. di CO2** e **10997,47 TEP** non bruciate

dove le tonnellate equivalenti di petrolio e la quantità di CO2 sono state calcolate applicando i fattori di conversione TEP/kWh e kgCO2/kWh definiti dalla **Delibera EEN 3/08** "Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica" pubblicata sul sito [www.autorita.energia.it](http://www.autorita.energia.it) in data 01 aprile 2008, GU n. 100 DEL 29.4.08 -SO n.107.