

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE
FOTOVOLTAICA DELLA POTENZA DI CIRCA 65,7 MWp
DENOMINATO "CSPV FOGGIA" SITO IN AGRO DI
LUCERA (FG) E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE
UBICATE ANCHE IN AGRO DI FOGGIA**



Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

AZIENDA CON SISTEMA GESTIONE
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
OHSAS 18001:2007
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Chiara CIFARELLI
ing. Antonio CRISAFULLI
ing. Fabio MASTROSERIO
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Tommaso MANCINI
pianif. terr. Antonio SANTANDREA

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO



ELABORATO	TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA				
E03	VALUTAZIONE DELLA PRODUCIBILITA'	20042	D				
		CODICE ELABORATO					
		DC20042D-E03					
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA				
00		-	-				
		NOME FILE	PAGINE				
		DC20042D-E03.doc	8 + copertina				
REV	DATA	MODIFICA			Elaborato	Controllato	Approvato
00	01/10/20	Emissione			Carella	Miglionico	Pomponio
01							
02							
03							
04							
05							
06							

PREMESSA

In base ai dati storici riportati dal software PVGIS, l'irraggiamento globale incidente sul piano dei collettori è quella riportata nella seguente tabella.

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
76.0	95.9	155.9	194.7	249.4	259.8	274.8	241.0	181.3	139.4	77.0	63.1

Tabella 1: Dati di radiazione per la città di Lucera su superficie inclinata (elaborazione su PVGIS). Radiazione globale annua sulla superficie inclinata: 2008.4 kWh/m²

Per determinare la producibilità del sistema fotovoltaico sul lato BT è indispensabile stimare le perdite del sistema in punti percentuali¹ fino al quadro generale BT di bassa tensione:

- perdite per scostamento delle condizioni di funzionamento dei moduli rispetto a quelle di targa: 8%;
- perdite per riflessione: 3%;
- perdite per mismatch tra le stringhe: 5%;
- perdite sui circuiti in corrente continua: 1%;
- perdite per polluzione sui moduli: 1%;
- perdite sul sistema di conversione: 8%;

Un'ulteriore stima della producibilità è stata realizzata con un secondo metodo, ossia attraverso il software PVsyst, implementato dall'Università di Ginevra.

Quale risultato il software ha generato una previsione di producibilità pari a circa **1682 ore equivalenti annue (kWh/kWp)**. In coda alla presente relazione è allegato il report di output del programma.

L'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica per il quale è stato redatto il report di producibilità avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: 65,68 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 525 Wp;
- numero dei moduli: 125.106;
- potenza dell'inverter in c.a.: 2500 kVA;
- numero degli inverter: 22
- lunghezza del cavo MT di collegamento con la sottostazione elettrica: circa 12 km;
- energia prodotta attesa all'anno 0: **110.466 MWh/anno.**

¹ Impianti solari fotovoltaici a norme CEI III ed.– Groppi, Zuccaro – Editoriale Delfino

PVSYST 7.0.12	Abei Energy & Infrastructures (Spain)		30/09/20	Pagina 1/7	
Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione					
Progetto :	BLUE STONE RENEWABLE II SRL				
Luogo geografico	Lucera		Paese	Italia	
Ubicazione		Latitudine	41.44° N	Longitudine	15.43° E
Tempo definito come		Ora legale	Fuso orario TU+1	Altitudine	134 m
		Albedo	0.20		
Dati meteo:	Lucera	Meteonorm 7.3 (1986-2005), Sat=50% - Sintético			
Variante di simulazione : Fantini_525Wp_pitch5m					
	Data di simulazione	30/09/20 17h28			
	Simulazione per la	1° Anno dell'operazione			
Parametri di simulazione	Tipo di sistema	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento			
Piano a inseguimento, asse inclinato	Inclinazione asse	0°	Asse dell'azimut	0°	
Limitazioni di rotazione	Phi minimo	-55°	Phi massimo	55°	
	Algoritmo dell'inseguimento	Calcolo astronomico			
Strategia Backtracking	N. di eliostati	208	Campo (array) singolo		
	Distanza eliostati	5.00 m	Larghezza collettori	2.23 m	
Banda inattiva	Sinistra	0.02 m	Destra	0.02 m	
Angolo limite indetreggiamento	Limiti phi	+/- 6.2°		Fattore di occupazione (GCR)	44.6%
Modelli utilizzati	Trasposizione	Perez	Diffuso	Perez, Meteonorm	
			Circumsolare	separare	
Orizzonte	Altezza media	1.0°			
Ombre vicine	Ombre lineari				
Bisogni dell'utente :	Carico illimitato (rete)				
Limitazione potenza di rete	Potenza attiva	50.0 MW	Rapporto Pnom	1.314	
Caratteristiche campo FV					
Modulo FV	Si-mono	Modello	JKM525M-7TL4-V		
definizione customizzata dei parametri		Costruttore	Jinkosolar		
Numero di moduli FV		In serie	29 moduli	In parallelo	4314 stringhe
Numero totale di moduli FV		n. di moduli	125106	Potenza nom. unit.	525 Wp
Potenza globale campo		Nominale (STC)	65681 kWc	In cond. di funz.	59961 kWc (50°C)
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)		U mpp	1087 V	I mpp	55172 A
Superficie totale		Superficie modulo	316371 m²	Superficie cella	297432 m²
Inverter		Modello	Gamesa E-2.5MVA-SB-I_2500		
definizione customizzata dei parametri		Costruttore	Gamesa Electric		
Caratteristiche		Potenza nom. unit.	2500 kWac	Tensione funz.	900-1300 V
Gruppo di inverter		Potenza totale	55000 kWac	Rapporto Pnom	1.19
		N. di inverter	22 unità		
Totale		Potenza totale	55000 kWac	Rapporto Pnom	1.19
Fattori di perdita campo FV					
Perdite per sporco campo			Fraz. perdite	2.0 %	
Fatt. di perdita termica		Uc (cost)	29.0 W/m²K	Uv (vento)	0.0 W/m²K / m/s
Perdita ohmica di cablaggio		Res. globale campo	0.28 m	Fraz. perdite	1.3 % a STC
Perdita diodo di serie		Perdita di Tensione	0.7 V	Fraz. perdite	0.1 % a STC

Sistema connesso in rete: Definizione orizzonte

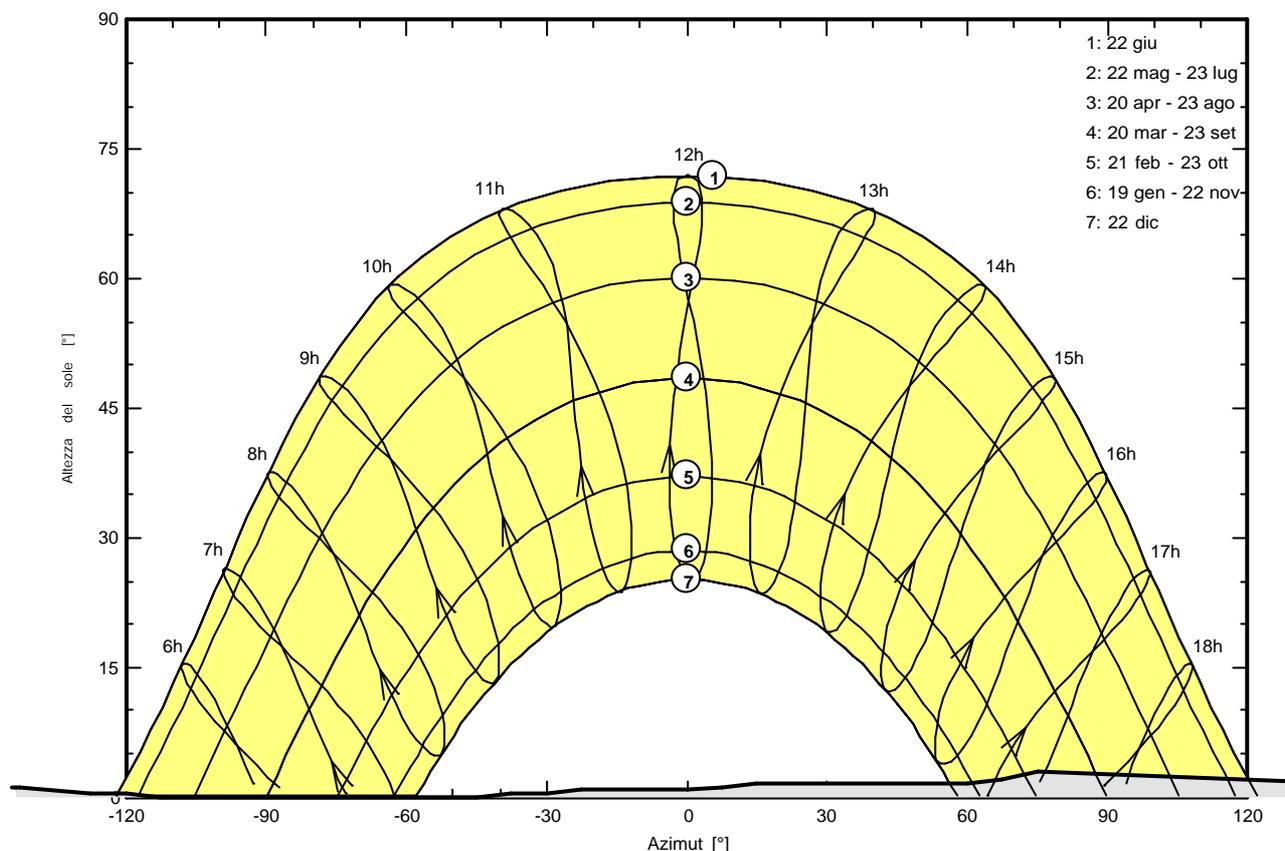
Progetto : Fantini
Variante di simulazione : Fantini_525Wp_pitch5m
Simulazione per l'anno no : 1

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento		
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento inseguitori, asse inclinato, inclinazione asse	0°	Asse dell'azimut	0°	
Moduli FV	Modello	JKM525M-7TL4-V	Pnom	525 Wc
Campo FV	Numero di moduli	125106	Pnom totale	65681 kWc
Inverter	Modello	Gamesa E-2.5MVA-SB-I_2500	2500 kW ac	
Gruppo di inverter	Numero di unità	22.0	Pnom totale	55000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Orizzonte	Altezza media	1.0°	Fattore su diffuso	0.97
	Fattore su albedo	100%	Frazione albedo	0.90

Altezza [°]	0.8	0.8	1.1	1.1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.4	0.4
Azimut [°]	-180	-158	-150	-143	-128	-120	-113	-45	-38	-30
Altezza [°]	0.8	0.8	1.1	1.5	1.5	1.9	3.0	1.5	0.8	0.8
Azimut [°]	-23	0	8	15	60	68	75	143	150	180

Horizon from PVGIS website API, Lat=41°26'24', Long=15°25'48', Alt=134m



Sistema connesso in rete: Definizione ombre vicine

Progetto : Fantini
Variante di simulazione : Fantini_525Wp_pitch5m
Simulazione per l'anno no : 1

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento		
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento inseguitori, asse inclinato, inclinazione asse	0°	Asse dell'azimut	0°	
Moduli FV	Modello	JKM525M-7TL4-V	Pnom	525 Wc
Campo FV	Numero di moduli	125106	Pnom totale	65681 kWc
Inverter	Modello	Gamesa E-2.5MVA-SB-I_2500	2500 kW ac	
Gruppo di inverter	Numero di unità	22.0	Pnom totale	55000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante

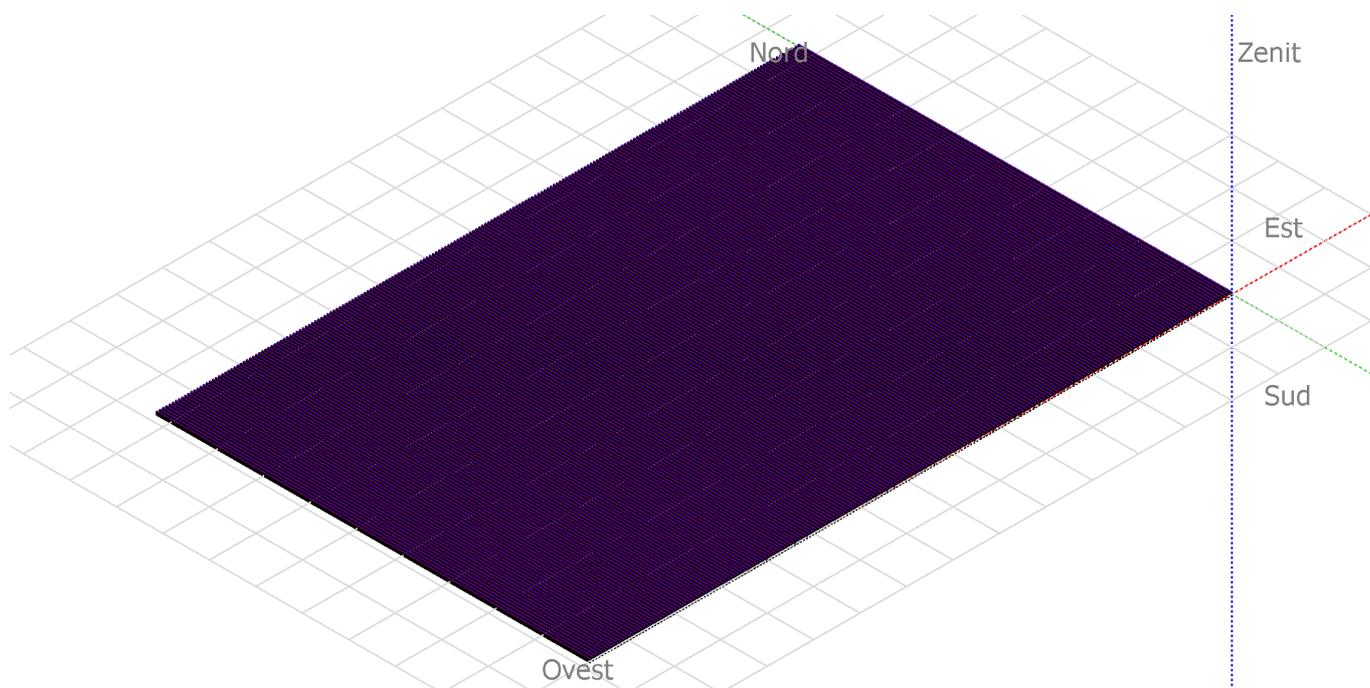
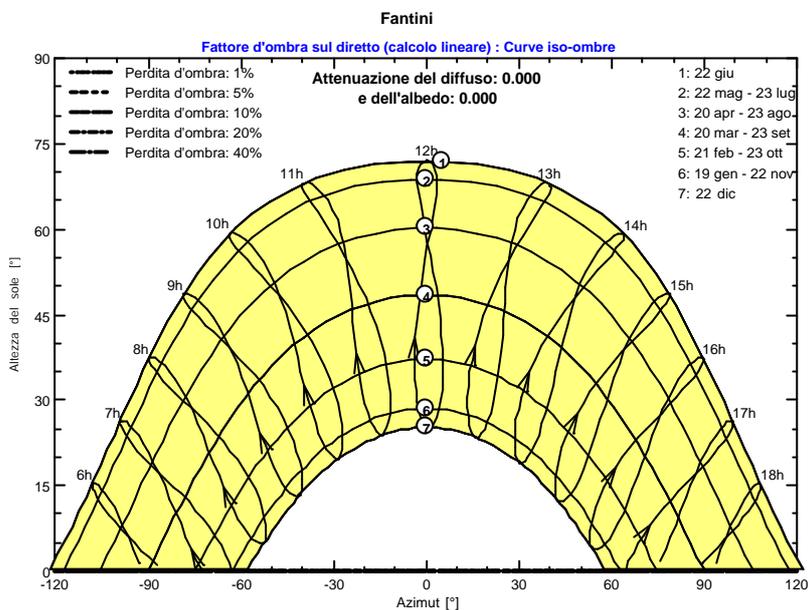


Diagramma iso-ombre



Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : Fantini
Variante di simulazione : Fantini_525Wp_pitch5m
Simulazione per l'anno no : 1

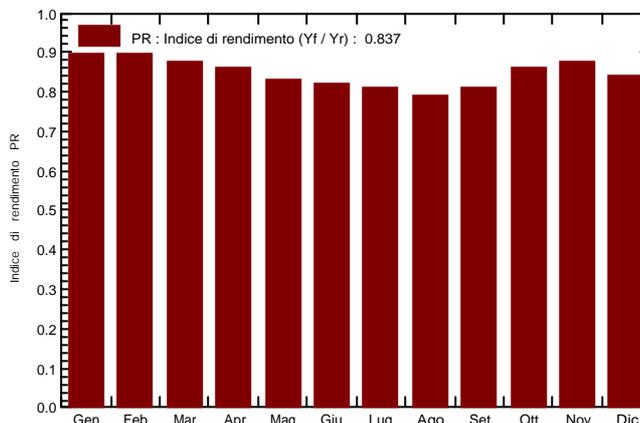
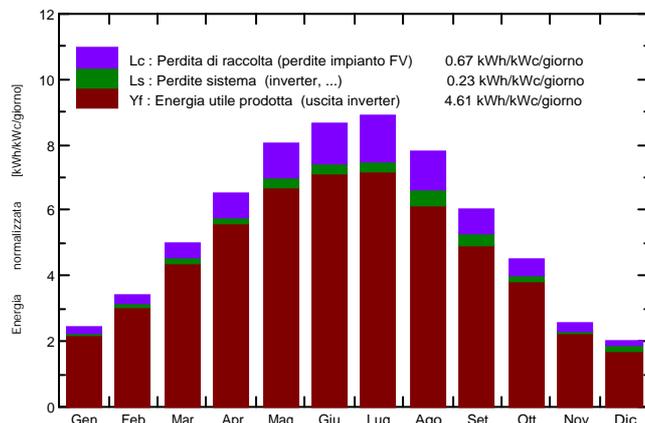
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento	
Orizzonte	Altezza media	1.0°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento impostato	Asse inclinabile, asse inclinato, Inclinazione asse	0°	Asse dell'azimut 0°
Moduli FV	Modello	JKM525M-7TL4-V	Pnom 525 Wc
Campo FV	Numero di moduli	125106	Pnom totale 65681 kWc
Inverter	Modello	Gamesa E-2.5MVA-SB-I_2500	2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	22.0	Pnom totale 55000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Risultati principali di simulazione

Produzione sistema **Energia prodotta 110466 MWh/anno** Prod. spec. 1682 kWh/kWc/anno
 Indice di rendimento PR **83.74 %**

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 65681 kWc

Indice di rendimento PR



Fantini_525Wp_pitch5m

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 ratio
Gennaio	58.2	28.56	7.18	76.0	72.1	4651	4466	0.895
Febbraio	73.0	31.53	7.51	95.9	91.5	5866	5636	0.895
Marzo	121.3	58.30	10.92	155.9	148.6	9354	8997	0.879
Aprile	155.0	73.52	13.83	194.7	186.0	11448	11004	0.860
Maggio	195.6	82.81	19.88	249.4	238.7	14196	13651	0.833
Giugno	203.3	80.85	23.97	259.8	249.2	14600	14047	0.823
Luglio	213.5	81.92	27.23	274.8	263.7	15208	14641	0.811
Agosto	187.7	78.23	26.70	241.0	230.8	13524	12537	0.792
Settembre	139.1	54.07	21.01	181.3	173.5	10398	9675	0.813
Ottobre	106.0	43.11	17.63	139.4	133.2	8182	7880	0.860
Novembre	61.3	31.75	12.22	77.0	73.1	4618	4435	0.877
Dicembre	49.7	26.44	8.64	63.1	59.8	3841	3497	0.843
Anno	1563.7	671.08	16.45	2008.4	1920.1	115887	110466	0.837

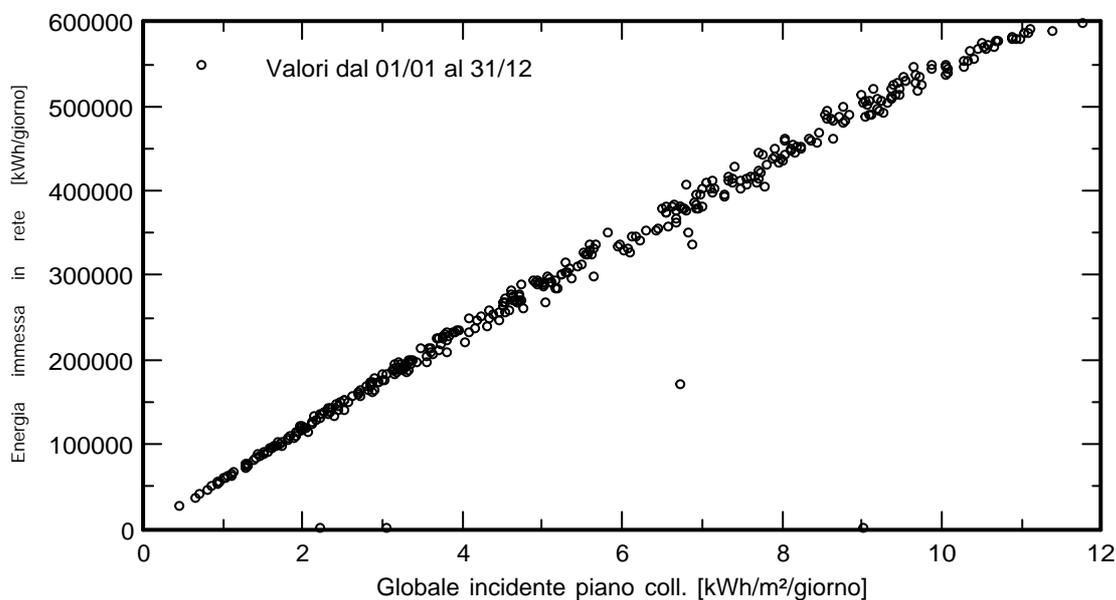
Legenda: GlobHor Irraggiamento orizzontale globale
 DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.
 T_Amb T amb.
 GlobInc Globale incidente piano coll.
 GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre
 EArray Energia effettiva in uscita campo
 E_Grid Energia immessa in rete
 PR Indice di rendimento

Sistema connesso in rete: Grafici speciali

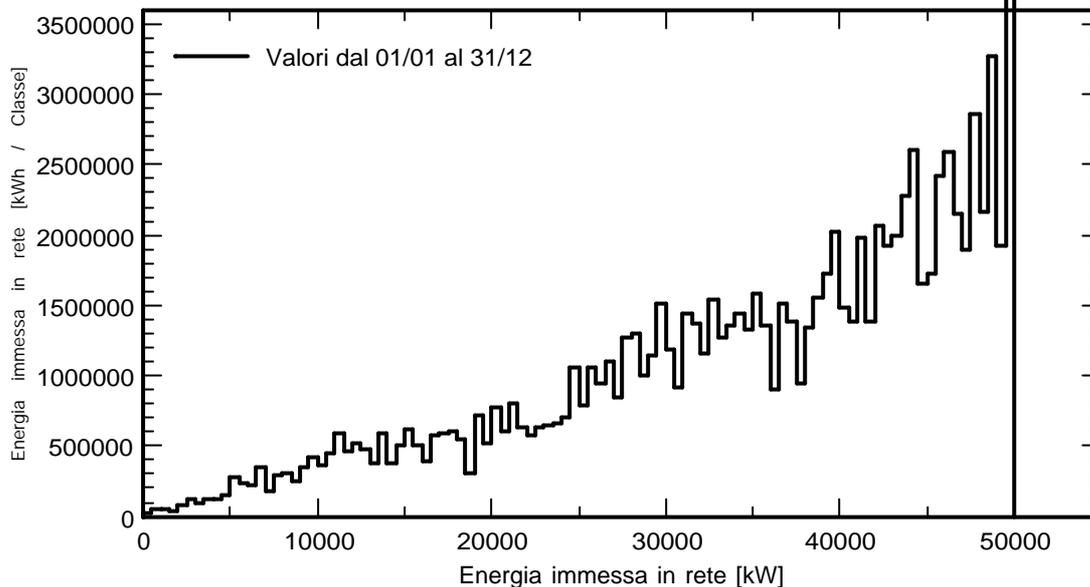
Progetto : Fantini
Variante di simulazione : Fantini_525Wp_pitch5m
Simulazione per l'anno no : 1

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento		
Orizzonte	Altezza media	1.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Orientamento inseguitori	Asse inclinabile, asse inclinato, Inclinazione asse	0°	Asse dell'azimut	0°
Moduli FV	Modello	JKM525M-7TL4-V	Pnom	525 Wc
Campo FV	Numero di moduli	125106	Pnom totale	65681 kWc
Inverter	Modello	Gamesa E-2.5MVA-SB-I_2500		2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	22.0	Pnom totale	55000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribución de potencia de salida del sistema



Sistema connesso in rete: Diagramma perdite

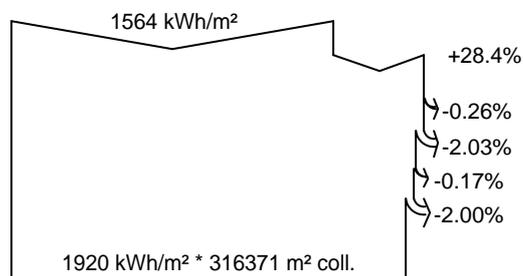
Progetto : Fantini

Variante di simulazione : Fantini_525Wp_pitch5m

Simulazione per l'anno no : 1

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Inseguitori campo singolo, con indetreggiamento	
Orizzonte	Altezza media	1.0°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento orizzontale , asse inclinato, inclinazione asse		0°	Asse dell'azimut 0°
Moduli FV	Modello	JKM525M-7TL4-V	Pnom 525 Wc
Campo FV	Numero di moduli	125106	Pnom totale 65681 kWc
Inverter	Modello	Gamesa E-2.5MVA-SB-I_2500	2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	22.0	Pnom totale 55000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Diagramma perdite sull'anno intero



Irraggiamento orizzontale globale Globale incidente piano coll.

Ombre lontane / Orizzonte
Ombre vicine: perdita di irraggiamento
Fattore IAM su globale
Perdite per sporco campo

Irraggiamento effettivo su collettori

Conversione FV

Energia nominale campo (effic. a STC)

Perdita per degrado moduli (Per anno #1)
Perdita FV causa livello d'irraggiamento
Perdita FV causa temperatura
Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita disadattamento moduli e stringhe
Perdite ohmiche di cablaggio

Energia apparente impianto a MPPT

Perdita inverter in funzione (efficienza)
Perdita inverter per superamento Pmax
Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso
Perdita inverter per superamento Vmax
Perdita inverter per non raggiungimento Pmin
Perdita inverter per non raggiungimento Vmin
Consumi notturni

Energia in uscita inverter

Ausiliari (ventilatori, altro...)
Perdite ohmiche AC
Perdita del trasfo Medio Voltaggio
Perdita ohmmica sulla linea MV
indisponibilità del sistema

Energia immessa in rete

