



**RF-VEGA SRL**

Via Bottonaga, 4  
25125 - Brescia (BS) ITALY

# **REGIONE EMILIA ROMAGNA**

## **PROVINCIA DI PIACENZA**

### **COMUNE DI SARMATO**

**Soggetto proponente: RF-VEGA SRL**

***Istanza di Valutazione di Impatto Ambientale***  
***ai sensi della L.R. n°4/2008***

***e dell' art. 27 bis del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.***

***Istanza di Autorizzazione Unica***

***ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 29/12/2003 n° 387 e ss.mm.ii.***

## **PARCO SOLARE FOTOVOLTAICO DA 7,41 MW**

**CASCINA AGAZZARA – STRADA SP 37**

**COMUNE DI SARMATO (PC)**

## **CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI**

**CODICE DOCUMENTO: 30420\_RT04**



Società di Ingegneria Integrata srl  
Via Bottonaga, 4  
25125 BRESCIA  
[www.sisthemaengineering.it](http://www.sisthemaengineering.it)





# RF-VEGA SRL

Via Bottonaga 4  
25125 Brescia (BS) ITALY

00	31/03/2021	PC	Prima emissione
Rev.	Data	Autore	Causale della revisione
Committente:  <b>RF – VEGA SRL</b> Via Bottonaga 4 25125 BRESCIA		Il Committente:  Località: Strada Provinciale n.37, Località Cascina Agazzara. 29010 Sarmato (PC)	
Progetto:  PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO “RF VEGA” DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA’ CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)		Il Tecnico Incaricato:  	Il Direttore Tecnico:  
Oggetto del documento:  CALCOLO DELLA PRODUCIBILITA’  E BILANCI ENERGETICI			
redazione:	BM	data: Marzo 2021	Cod. Comm. 304_20
controllo:	PC	Data: 31/03/2021	Cod. Serv. AU
emissione:	PC	data: 31/03/2021	Cod. Doc. 30420_RT04
documento composto da pagine <b>20</b> questa compresa			

**SISTHEMA ENGINEERING S.R.L.**  
**Società di Ingegneria Integrata**  
 via Bottonaga 4  
 25125 Brescia, (Bs) - Italia

Tel.: +39 030 2420815  
 +39 030 2420061  
 Fax: +39 030 2475735

info@sisthemaengineering.it  
 www.sisthemaengineering.it

capitale sociale 30.000 € i.v.  
 cod.fisc./p.iva: 03195310176  
 R.S. Trib.Bs 49413  
 R.E.A.: 339335



**SISTHEMA  
ENGINEERING**



Cert. n° 32103

## 1. PREMESSA

La presente relazione si propone di illustrare la metodologia utilizzata per il calcolo della producibilità di un nuovo impianto fotovoltaico denominato “Parco Solare Fotovoltaico Sarmato Vega” avente una potenza nominale complessiva pari a 7,41 MW, da realizzarsi in Comune di Sarmato, Provincia di Piacenza (PC).

## 2. RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA

La valutazione della radiazione solare è stata effettuata utilizzando il database internazionale PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System sviluppato dal Joint Research Centre della Comunità Europea) nella più recente versione (PVGIS 5), che raccoglie dati meteorologici storici sulla base di rilevamenti satellitari.

I valori medi mensili di GHI (Global Horizontal Irradiance), DHI (Diffuse Horizontal Irradiance), temperatura ambiente, velocità del vento e Umidità relativa per il sito di “Sarmato Vega” fanno riferimento a un TMY (Typical Meteorological Year) con periodo di misurazione 2005-2014.

Latitudine (Dec.)	45.040870;	Longitudine	9.478455;
Latitudine	45° 2'25.62"N;	Longitudine	9°28'38.56"E;
Altitudine	74 m.s.l.		

L’attendibilità del PVGIS è internazionalmente riconosciuta, perciò i valori resi disponibili possono essere usati per l’elaborazione statistica ai fini della stima dei dati meteorologici per il sito in oggetto.

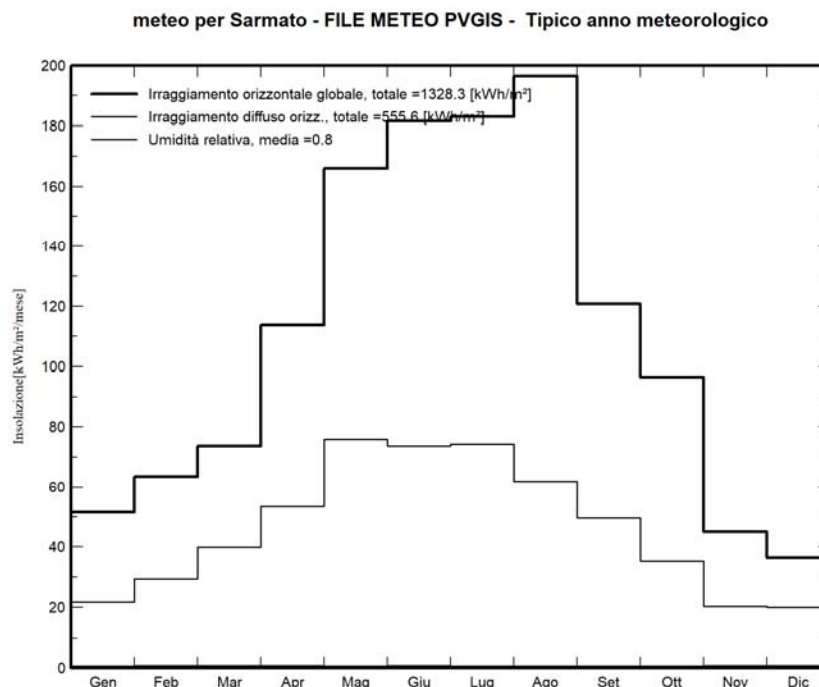
Di seguito si riportano i dati meteorologici assunti per la valutazione della producibilità dell’impianto.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO “RF VEGA” DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRDOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)	CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI	cod. com.: 304_20 cod. serv.: AU cod.doc.:30420_RT04	file: 30420_RT04_Calcolo producibilità e bilanci energetici  Pag. 2 di 21
--	---	--	--

**meteo per Sarmato - FILE METEO PVGIS - Tipico anno meteorologico**

Inizio intervallo	GlobHor kWh/m <sup>2</sup> /mese	DiffHor kWh/m <sup>2</sup> /mese	RelHum ratio
Gennaio	51.5	21.67	0.753
Febbraio	63.4	29.37	0.806
Marzo	73.6	39.95	0.800
Aprile	113.7	53.50	0.779
Maggio	166.0	75.98	0.713
Giugno	181.6	73.77	0.773
Luglio	183.1	74.30	0.714
Agosto	196.5	61.87	0.684
Settembre	120.7	49.58	0.757
Ottobre	96.6	35.24	0.736
Novembre	45.1	20.34	0.844
Dicembre	36.4	20.01	0.818
Anno	1328.3	555.57	0.764

Di seguito si riportano l'andamento dell'irraggiamento orizzontale globale e diffuso orizzontale nell'anno tipico.



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

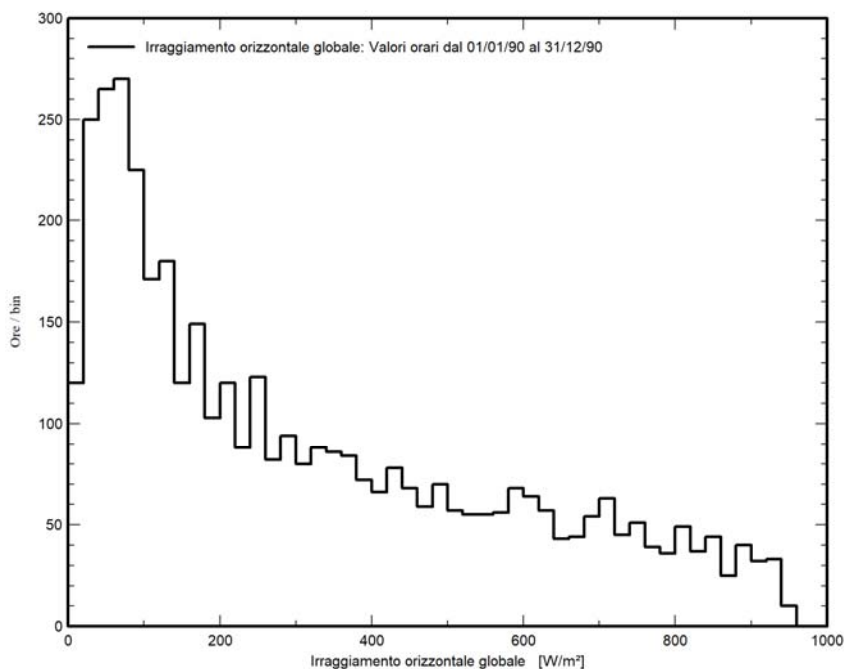
CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

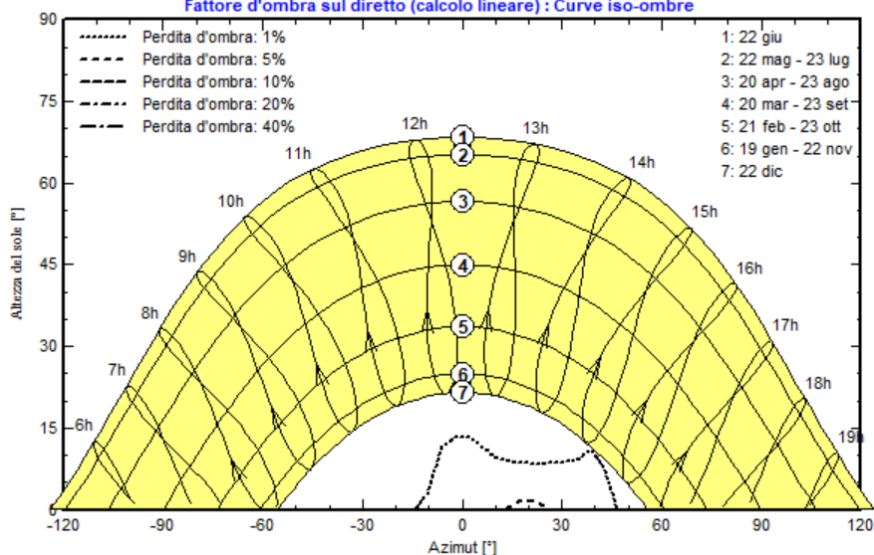
Cert. n° 32103

**meteo per Sarmato - FILE METEO PVGIS - Tipico anno meteorologico**



**Sarmato - METEO SARMATO**

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



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

Pag. 4 di 21



**SISTHEMA  
ENGINEERING**



Cert. n° 32103

### 3. CONFIGURAZIONE DELL' IMPIANTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico ubicato nel Comune di Sarmato (PC) in prossimità della Cascina Agazzara sulla strada provinciale n.37.

L'impianto fotovoltaico sarà connesso alla rete di distribuzione in Media Tensione (MT) a 15 kV esercitata da E-distribuzione, alla quale cederà l'intera produzione, nelle modalità e condizioni indicate nel preventivo di connessione accettato dalla Società proponente.

Per massimizzare la produzione, l'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici monocristallini di tipo bifacciale fissati su strutture del tipo ad inseguimento (trackers) posti con orientamento N-S (azimut = 11°) in grado di garantire un inseguimento dell'orbita solare E-W.

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza nominale complessiva installata pari a 7,41 MW e sarà esercitato in parallelo alla rete elettrica nazionale. La potenza massima in immissione sarà pari a 6 MW, con un rapporto DC/AC pari a circa 1,23 al fine di ottimizzare il funzionamento delle apparecchiature di conversione in linea con i recenti orientamenti per gli impianti utility scale.

L'impianto sarà costituito dalle seguenti componenti:

- ✓ n°1 cabina di consegna suddivisa in locale Utente, locale Misure e locale del Distributore all'interno della quale saranno alloggiati i dispositivi di protezione di rete e di impianto.
- ✓ n°4 Cabine di trasformazione (Power Station) da cui si dipartono le linee MT di collegamento alla cabina utente con configurazione ad anello. Ogni Power Stations è suddivisa in 3 vani separati, rispettivamente per l'alloggiamento dei quadri BT per il parallelo inverter e servizi ausiliari, trasformatore trifase isolato in resina, quadri MT con dispositivi di protezione e sezionamento.
- ✓ n° 40 inverter di stringa uniformemente dislocati in campo e distribuiti rispettivamente 10 per ciascuno dei 4 sottocampi collegati ciascuno alla propria Power Station.
- ✓ Per 3 sottocampi, ad ogni inverter, saranno collegate 14 stringhe da 26 moduli FV. Per 1 sottocampo invece, ad ogni inverter, saranno collegate 15 stringhe da 26 moduli FV ciascuno. Per tutti i sottocampi i moduli verranno fissati su inseguitori mono-assiali ad asse orizzontale N-S.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

CALCOLO  
PRODUCIBILITA' E  
BILANCI  
ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

Pag. 5 di 21

Parametri principali			
<b>Sistema connesso in rete</b>		<b>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</b>	
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Strategia Backtracking</b>	
<b>Orientamento</b>		N. di eliostati 500 unità	
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S		<b>Dimensioni</b>	
Asse dell'azimut 11 °		Distanza eliostati 5,00 m	
		Larghezza collettori 2,24 m	
		Fattore occupazione (GCR) 44.8 %	
		Phi min / max +/- 55.0 °	
		<b>Angolo limite indetreggiamento</b>	
		Limiti phi +/- 63.1 °	
<b>Orizzonte</b>		<b>Ombre vicine</b>	
Orizzonte libero		Ombre lineari	
		<b>Bisogni dell'utente</b>	
		Carico illimitato (rete)	

Caratteristiche campo FV			
<b>Modulo FV</b>		<b>Inverter</b>	
Costruttore RISEN		Costruttore SMA	
Modello RSM150-8-500B		Modello PEAK 3	
(definizione customizzata dei parametri)		(definizione customizzata dei parametri)	
Potenza nom. unit. 500 Wp		Potenza nom. unit. 150 kWac	
Numero di moduli FV 14820 unità		Numero di inverter 40 unità	
Nominale (STC) 7410 kWc		Potenza totale 6000 kWac	
<b>Campo #1 - Sottocampo #1</b>			
Numero di moduli FV 3900 unità		Numero di inverter 10 unità	
Nominale (STC) 1950 kWc		Potenza totale 1500 kWac	
Moduli 150 Stringhe x 26 In serie			
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento 880-1450 V	
Pmpp 1772 kWc		Rapporto Pnom (DC:AC) 1.30	
U mpp 1023 V			
I mpp 1732 A			
<b>Campo #2 - Sottocampo #2</b>			
Numero di moduli FV 3840 unità		Numero di inverter 10 unità	
Nominale (STC) 1820 kWc		Potenza totale 1500 kWac	
Moduli 140 Stringhe x 26 In serie			
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento 880-1450 V	
Pmpp 1654 kWc		Rapporto Pnom (DC:AC) 1.21	
U mpp 1023 V			
I mpp 1617 A			
<b>Campo #3 - Sottocampo #3</b>			
Numero di moduli FV 3840 unità		Numero di inverter 10 unità	
Nominale (STC) 1820 kWc		Potenza totale 1500 kWac	
Moduli 140 Stringhe x 26 In serie			
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento 880-1450 V	
Pmpp 1654 kWc		Rapporto Pnom (DC:AC) 1.21	
U mpp 1023 V			
I mpp 1617 A			

Caratteristiche campo FV			
<b>Campo #4 - Sottocampo #4</b>			
Numero di moduli FV 3640 unità		Numero di inverter 10 unità	
Nominale (STC) 1820 kWc		Potenza totale 1500 kWac	
Moduli 140 Stringhe x 26 In serie			
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento 880-1450 V	
Pmpp 1654 kWc		Rapporto Pnom (DC:AC) 1.21	
U mpp 1023 V			
I mpp 1617 A			
<b>Potenza PV totale</b>		<b>Potenza totale inverter</b>	
Nominale (STC) 7410 kWp		Potenza totale 6000 kWac	
Totale 14820 moduli		N. di inverter 40 unità	
Superficie modulo 36782 m²		Rapporto Pnom 1.24	

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici



**SISTHEMA  
ENGINEERING**



Cert. n° 32103

#### **4. SCHEMA A BLOCCHI DELLA CONFIGURAZIONE IMPIANTO**

Il parco fotovoltaico è costituito da 4 sottocampi, di cui 3 composti ciascuno da 10 inverter da 150 kW ai quali risultano collegate n° 14 stringhe a loro volta costituite da 26 moduli fotovoltaici da 500 W, mentre 1 sottocampo risulta composto da 10 inverter da 150 kW ai quali risultano collegate n.15 stringhe a loro volta costituite da 26 moduli.

Ogni sottocampo fa capo ad una cabina di trasformazione MT (Power station), come risulta dallo schema sottoriportato. I seguenti schemi sono allegati alla documentazione di progetto con riferimento della tavola TE5.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI  
UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA  
DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41  
MWp E RELATIVO ELETTRDOTTO PER LA  
CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA'  
CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO  
(PC)

CALCOLO  
PRODUCIBILITA' E  
BILANCI  
ENERGETICI

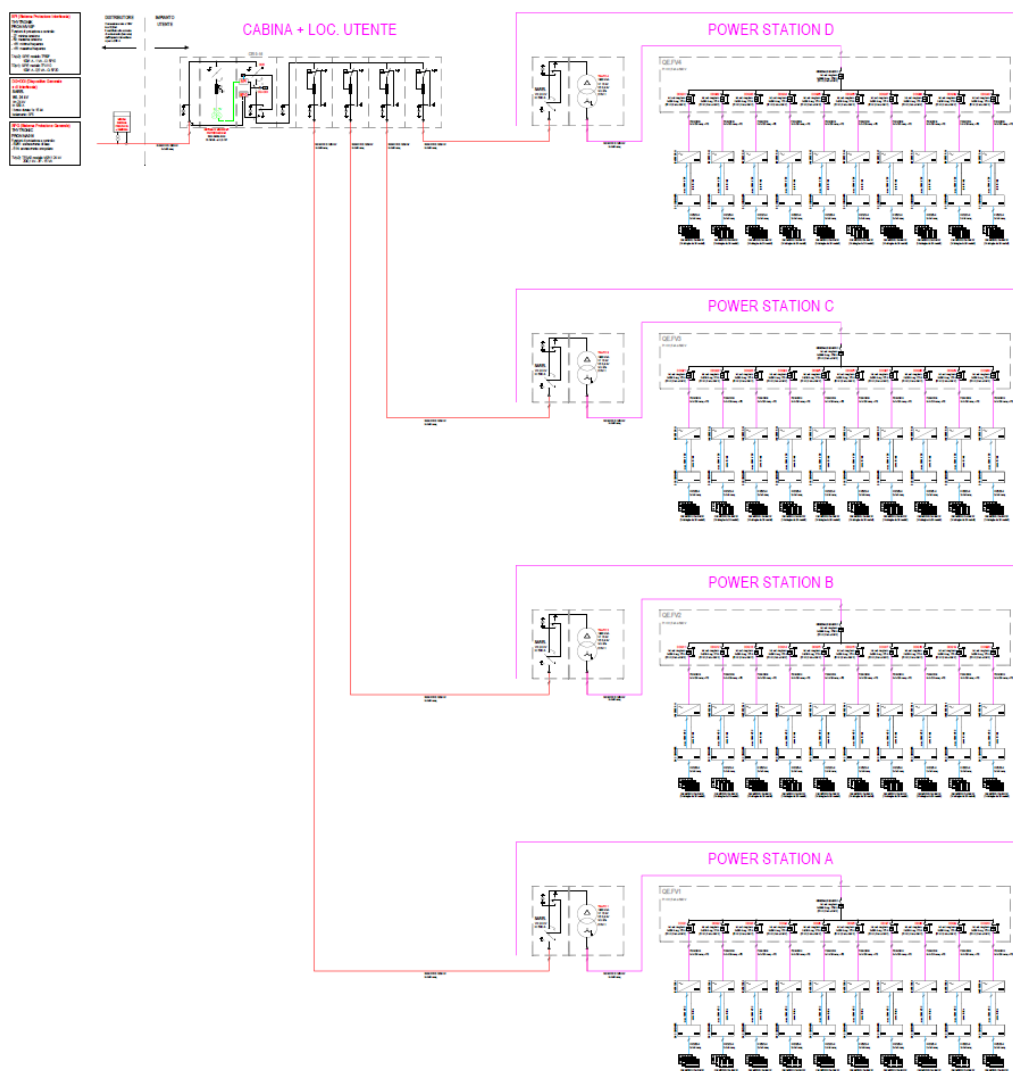
cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

Pag. 7 di 21



Cert. n° 32103



I 4 sottocampi sono collegati alla Cabina di consegna per il collegamento alla rete di trasmissione Nazionale in MT.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

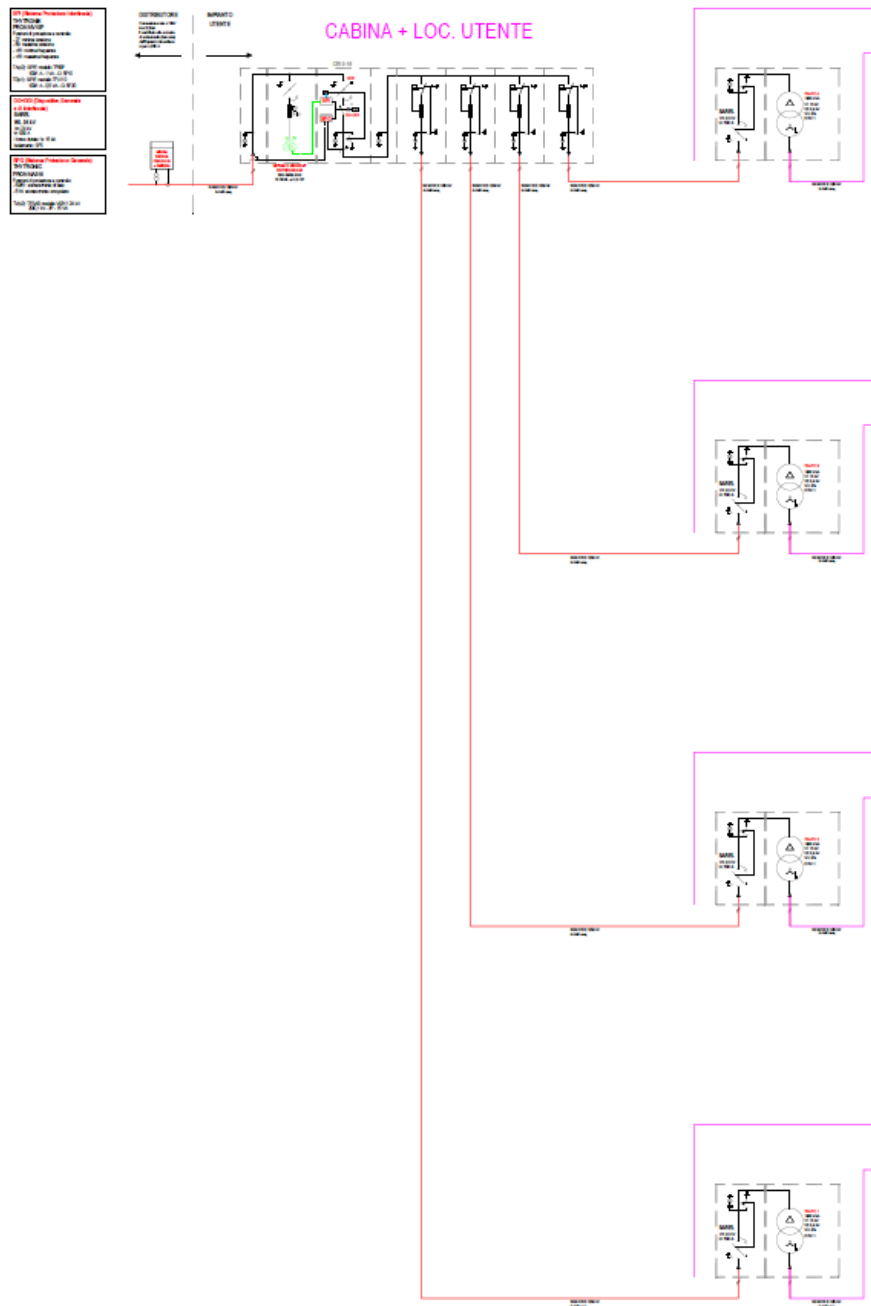
CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

Pag. 8 di 21

Cert. n° 32103



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI  
UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA  
DENOMINATO “RF VEGA” DI POTENZA PARI A 7,41  
MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA  
CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA’  
CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO  
(PC)

CALCOLO  
PRODUCIBILITA' E  
BILANCI  
ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

Pag. 9 di 21

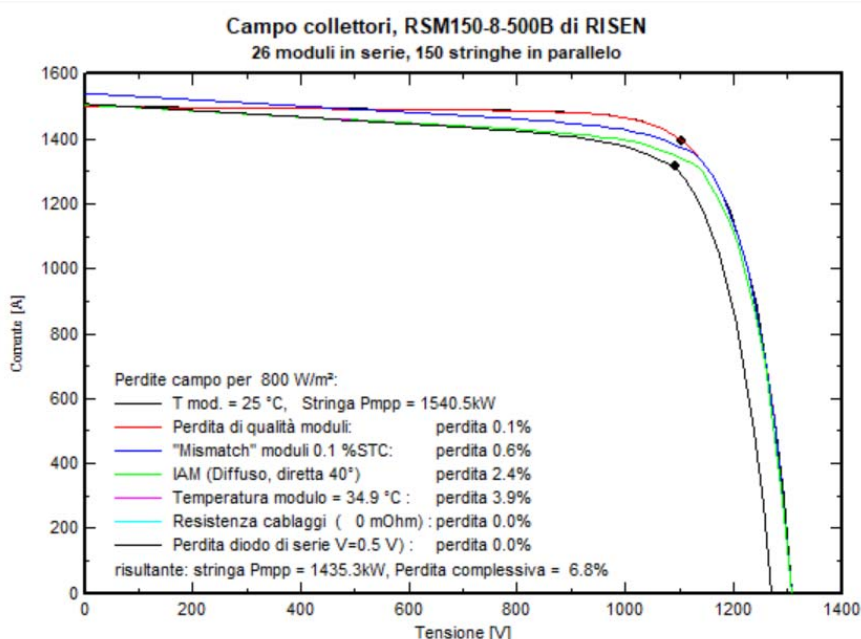
## 5. CALCOLO DELLE PERDITE DI SISTEMA

La producibilità attesa dall'impianto è stata calcolata a partire dalla stima di radiazione solare ottenuta da PVGIS 5 mediante una simulazione di dettaglio con il software PVSyst, riconosciuto come standard di riferimento a livello internazionale.

La configurazione di impianto considerata è del tutto corrispondente alle scelte progettuali riguardo l'architettura elettrica, la tecnologia di tracking, il layout previsto e le caratteristiche tecniche tipiche dei migliori componenti disponibili sul mercato per le rispettive tecnologie.

A partire dai valori orari contenuti nel TMY di PVGIS 5, PVSyst è in grado di calcolare la radiazione incidente ora per ora sul piano dei moduli, in considerazione dell'effettivo layout di impianto e della logica di inseguimento con backtracking.

Nel seguito vengono brevemente descritte le componenti di perdita più rilevanti per la stima della producibilità di impianto, così come vengono calcolate da PVSYST.



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo producibilità e bilanci energetici

Pag. 10 di 21



**SISTHEMA  
ENGINEERING**



Cert. n° 32103

## 5.1 PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Le perdite per ombreggiamento, in un impianto fotovoltaico, sono funzione della geometria di disposizione dei pannelli solari e degli ostacoli vicini o di quelli all'orizzonte, che possono ridurre anche sensibilmente le ore di sole nell'arco della giornata, soprattutto d'inverno.

Nell'impianto in progetto l'ombreggiamento reciproco fra le fila di inseguitori sono funzione della geometria di disposizione in campo del generatore fotovoltaico e di eventuali ostacoli ravvicinati che possono ridurre anche sensibilmente le ore di sole nell'arco delle giornate, soprattutto in inverno quando il sole si mantiene mediamente più basso sull'orizzonte.

Questo tipo di perdite sono state valutate considerando un distanziamento tra le fila pari a 5 m di interasse.

Considerando che la logica di inseguimento con backtracking evita sistematicamente l'ombreggiamento reciproco delle fila per quanto riguarda la componente di radiazione direttamente incidente sul piano dei moduli, le sole componenti affette da questo tipo di perdita sono quelle relative alla radiazione diffusa e riflessa dal terreno (albedo).

La perdita stimata è pari a circa il 2,5 %.

## 5.2 PERDITE PER EFFETTO DI INCIDENZA (IAM)

Le perdite per effetto dell'angolo di incidenza (Incidence Angle Modifier) sono dovute alla diminuzione della radiazione che raggiunge realmente la superficie delle celle fotovoltaiche, rispetto alla radiazione con incidenza normale.

Questa diminuzione è dovuta principalmente alle riflessioni sul vetro di copertura e aumenta con l'angolo di incidenza.

Questo deficit per riflessione è sostanzialmente funzione dell'angolo di incidenza, secondo la seguente espressione:

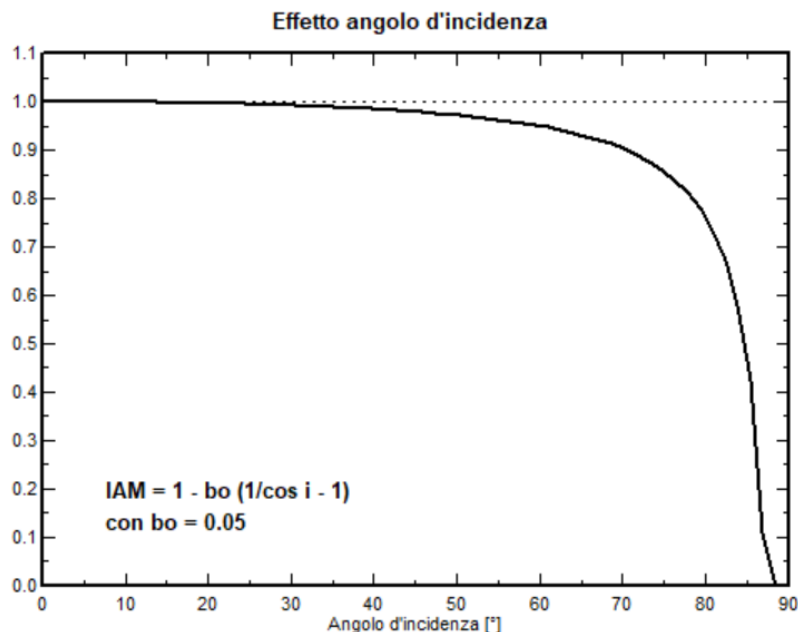
PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI  
UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA  
DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41  
MWp E RELATIVO ELETTRDOTTO PER LA  
CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA'  
CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO  
(PC)

CALCOLO  
PRODUCIBILITA' E  
BILANCI  
ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

Pag. 11 di 21



$$IAM = 1 - bo \cdot (1/\cos(i) - 1)$$

dove:

$i$  = angolo di incidenza rispetto alla normale al piano

$bo$  = fattore che dipende dal vetro di rivestimento del modulo

La perdita per le ombre vicine è stata stimata pari a circa il 2,2 %.

### 5.3 PERDITE PER SPORCAMENTO MODULI

Le perdite per l'eventuale accumulo di sporco sui moduli dipendono dalle caratteristiche dell'ambiente in cui l'impianto è collocato, dalla piovosità del sito e quindi dalla capacità di autolavaggio delle superfici e dal numero dei lavaggi che verranno programmati nell'ambito del piano di manutenzione.

Il valore preciso delle perdite per sporcamento è di difficile determinazione, pertanto in funzione delle caratteristiche del sito e del piano di manutenzione previsto è stata stimata una perdita pari al 0,1%.



#### 5.4 PERDITE PER BASSO IRRAGGIAMENTO

L'efficienza nominale dei moduli fotovoltaici è misurata in condizioni STC con irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, ma risulta variabile con lo stesso. Per celle con tecnologia in silicio cristallino la deviazione dell'efficienza può essere semplificata secondo la seguente espressione:

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

dove:

I = irraggiamento in W/m<sup>2</sup>

$\eta_n$  = efficienza all'irraggiamento nominale di 1000 W/m<sup>2</sup>.

Queste perdite sono rilevanti in condizioni meteorologiche medie annue caratterizzate da giornate con condizioni spesso differenti da quelle STC. Il software di simulazione ha calcolato queste perdite sulla base dei dati climatici del sito e delle caratteristiche I-V a diverso irraggiamento per un tipico modulo in silicio cristallino. Le perdite per basso irraggiamento sono state stimate in circa il 4%.

#### 5.5 PERDITE PER EFFETTO TERMICO

Le perdite per effetto termico sono legate alla diversa prestazione dei moduli in funzione della temperatura di cella di esercizio, come funzione dello scostamento dalla temperatura di riferimento in condizioni STC.

Il comportamento termico del campo, il quale influenza le performance elettriche, è determinato da un bilancio energetico tra la temperatura ambiente ed il riscaldamento della cella dovuto all'energia irradiata e viene valutato nel seguente modo:

$$U \cdot (T_{cell} - T_{amb}) = \alpha \cdot G_{inc} \cdot (1 - \text{Effic})$$

Da cui:

$$T_{cell} = T_{amb} + 1/U \cdot (\alpha \cdot G_{inc} \cdot (1 - \text{Effic}))$$

dove:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)	CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI	cod. com.: 304_20 cod. serv.: AU cod.doc.:30420_RT04	file: 30420_RT04_Calcolo producibilità e bilanci energetici  Pag. 13 di 21
---	---	--	---



Tamb è la temperatura ambiente il cui andamento è desunto dai dati meteo

Ginc è l'energia irradiata (GlobEff)

Alpha è il coefficiente di irraggiamento solare posto pari a 0,9

Effic è l'efficienza del modulo

U-value: il comportamento termico è caratterizzato da un fattore di perdita termico che può essere composto da due fattori di cui uno costante (Uc) e uno proporzionale alla velocità del vento (Uv)

$U = U_c + U_v \cdot v$  (Uc in  $[W/m^2 \cdot K]$ , Uv in  $[W/m^2 \cdot K / m/s]$ , v = velocità vento in  $[m/s]$ )

Queste perdite sono state stimate sulla base dei dati climatici del sito e risultano pari a circa il 2,43%.

## 5.6 PERDITE PER QUALITÀ MODULO

Tale valore tiene in considerazione la tolleranza della potenza nominale del modulo fotovoltaico. Per raggiungere valori di performance ratio elevati si è previsto di utilizzare moduli con tolleranza di potenza strettamente positiva.

Il modulo di riferimento utilizzato presenta un valore di +0,1%.

## 5.7 PERDITE PER LID

L'effetto LID (Light Induced Degradation) è una perdita di prestazioni dei moduli cristallini che si verifica nelle prime ore di esposizione alla radiazione solare. Potrebbe in particolare influire sulle prestazioni reali rispetto ai dati dei test finali forniti dai costruttori dei moduli fotovoltaici. La perdita è legata alla qualità della produzione del wafer e può essere stimata nell'ordine dello 0,10% sulla base di dati empirici.

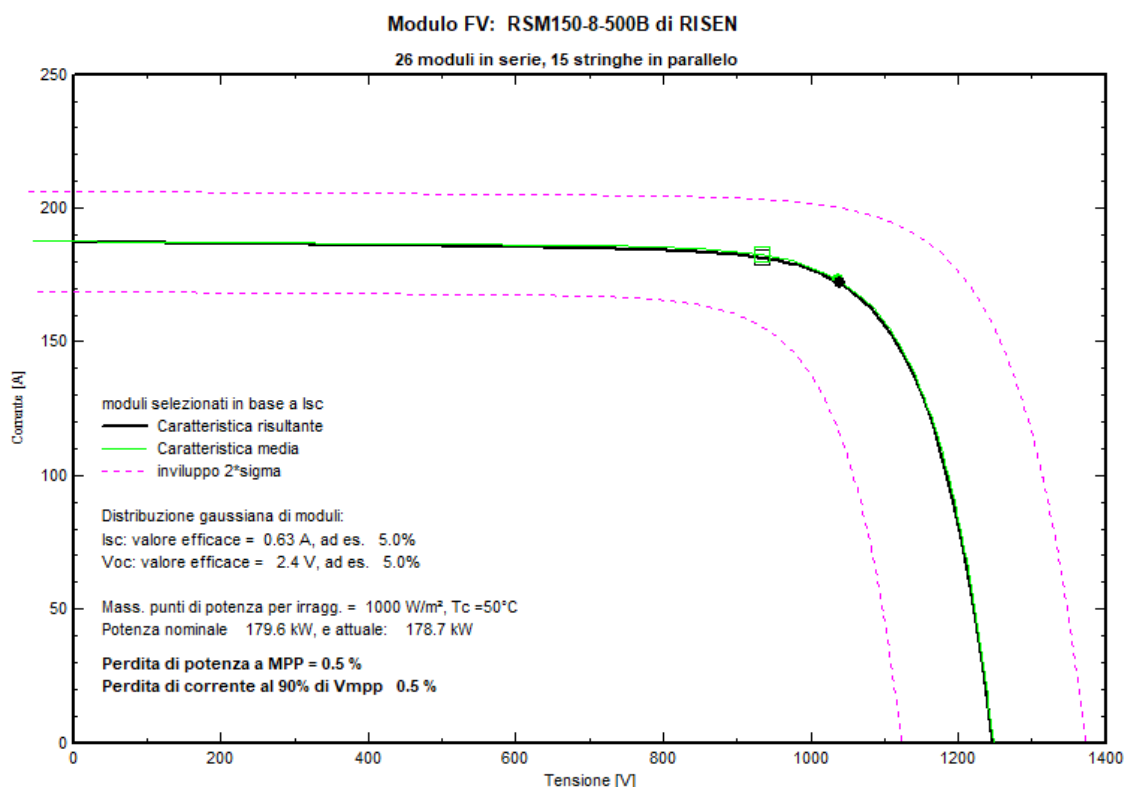
## 5.8 PERDITE PER MISMATCH TRA I MODULI FOTOVOLTAICI

Le perdite per mismatch sono principalmente dovute alla naturale disomogeneità di prestazioni elettriche tra i vari moduli fotovoltaici dovuta alla tolleranza di produzione.

Perdite per mismatch fra le stringhe possono anche essere dovute al disallineamento del terreno, differenze di temperatura tra i moduli, differenza di inclinazione o azimut tra le stringhe.

L'adozione di inverter di stringa con MPPT ogni coppia di stringhe contribuisce a limitare fortemente questa tipologia di perdite.

Sulla base di dati sperimentali, per la seguente simulazione si è stimata una perdita pari a circa l'0,05%.



## 5.9 PERDITE DEL SISTEMA DI CONVERSIONE (INVERTER)

Sono dovute alla curva di efficienza dei convertitori DC/AC in funzione della potenza erogata e della tensione di esercizio in ingresso. La stima dipende dal modello di convertitore utilizzato e dalle effettive condizioni di esercizio.

Le perdite possono essere stimate in relazione al valore dell'efficienza europea della macchina impiegata e trattandosi di modello ad alta efficienza presenta un valore di efficienza europeo pari al 98,8%.

Sono state stimate perdite di conversione pari a circa l'1,2%.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici





**SISTHEMA  
ENGINEERING**



Cert. n° 32103

## 5.10 PERDITE OHMICHE DI CABLAGGIO E DI TRASFORMAZIONE

Le perdite ohmiche di cablaggio DC possono essere contenute al di sotto dello 0,5% con alcune accortezze per quanto riguarda la disposizione in campo degli inverter e la scelta della sezione dei cavi di stringa.

Le perdite ohmiche AC sono più rilevanti considerando la maggiore lunghezza dei circuiti sia in bassa che in media tensione e sono state stimate in circa l'1%.

In fase di installazione sarà buona norma minimizzare le cadute di tensione con un corretto dimensionamento dei cavi, così come limitare le resistenze di contatto di ogni connessione.

Le perdite di trasformazione, composte da perdite nel ferro per magnetizzazione e perdite ohmiche negli avvolgimenti, sono state stimate in circa lo 0,2% secondo valori di targa tipici per trasformatori in resina di taglia simile.

## 5.11 PERDITE PER LIMITAZIONE POTENZA IN IMMISSIONE

A causa della peculiarità intrinseca del profilo di generazione del fotovoltaico, è buona prassi sovradimensionare la potenza DC installata in campo rispetto alla potenza nominale AC erogabile in rete, al fine di incrementare la quantità complessiva di energia prodotta dall'impianto.

Pur contribuendo globalmente all'aumento della quantità di energia immessa in rete, in condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli nelle ore centrali della giornata può essere necessario limitare la potenza di picco erogabile dal campo fotovoltaico affinché non superi la soglia di potenza ammessa in immissione.

In queste situazioni si rende necessario quindi abbandonare transitoriamente la modalità di controllo in MPPT, fino a che la potenza massima erogabile dal campo scende nuovamente al di sotto della soglia ammessa.

Per l'impianto in oggetto è stato definito un rapporto DC/AC pari a 1,23 tra potenza installata in campo in condizioni STC e potenza massima ammessa in immissione da E-distribuzione.

Le perdite per limitazione di potenza stimate sulla base delle condizioni climatiche tipiche del sito risultano pari a circa 1,8%.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI  
UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA  
DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41  
MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA  
CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA'  
CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO  
(PC)

CALCOLO  
PRODUCIBILITA' E  
BILANCI  
ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

Pag. 16 di 21

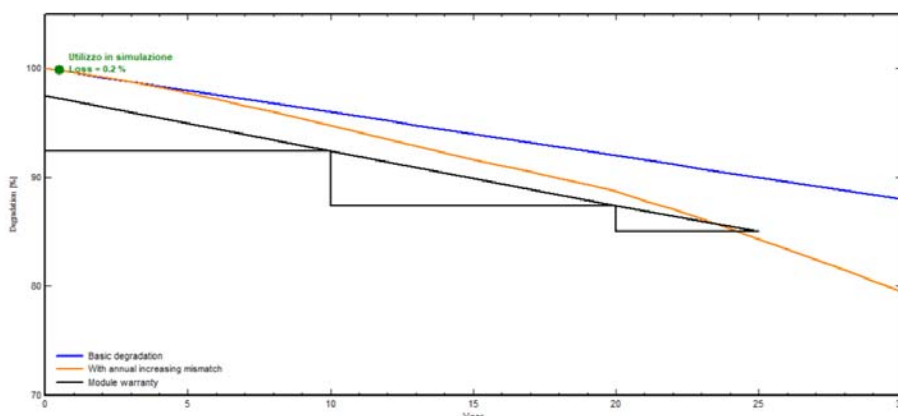
## 5.12 DEGRADO DELLE PRESTAZIONI DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Il degrado è funzione della tecnologia, del sito di installazione (spettro solare e temperature) e della qualità del prodotto.

L'andamento del degrado non è uniforme: nel primo anno di esposizione la perdita è maggiore fino a stabilizzarsi con un degrado pressoché lineare negli anni seguenti.

La tipologia di moduli utilizzati per effettuare la simulazione presentano una garanzia sulla produzione massima al primo anno d'esercizio del 97,5% e un decadimento annuo successivo di circa 0,5%.

Per la simulazione è stato utilizzato un andamento lineare con fattore di degrado medio annuo pari allo 0,6% come indicato nella figura seguente.



## 5.13 STIMA DELLA ENERGIA PRODUCIBILE

Stabilita la disponibilità solare e le perdite d'impianto è stata calcolata la producibilità di energia elettrica annua tramite il software PVSyst.

**L'energia prodotta al primo anno risulta pari a 10,919 GWh e la produzione specifica è pari a 1474 MWh/MWp.**

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

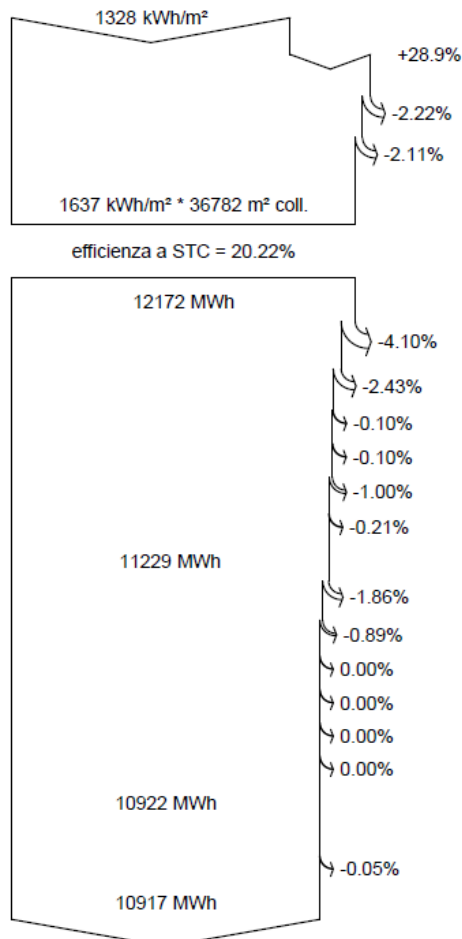
CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo producibilità e bilanci energetici

Pag. 17 di 21

## Diagramma perdite



### Irraggiamento orizzontale globale

#### Globale incidente piano coll.

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

### Irraggiamento effettivo su collettori

Conversione FV

### Energia nominale campo (effic. a STC)

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita per "disadattamento" campo di moduli

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

### Energia in uscita inverter

indisponibilità del sistema

### Energia immessa in rete

Di seguito si riporta inoltre una valutazione della probabile previsione di produzione considerando diverse ipotesi di probabilità, riscontrando che la variabilità risulta di fatto molto limitata.

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

## Valutazione P50-P90

### Dati meteo

Origine dati Meteo	PVGIS api TMY
Tipo	TMY, multi anno
Differenza da anno in anno (Varianza)	0.5 %
<b>Deviazione Standard</b>	
Cambiamento Climatico	0.0 %

### Variabilità globale

Variabilità (Somma quadratica media)	1.6 %
--------------------------------------	-------

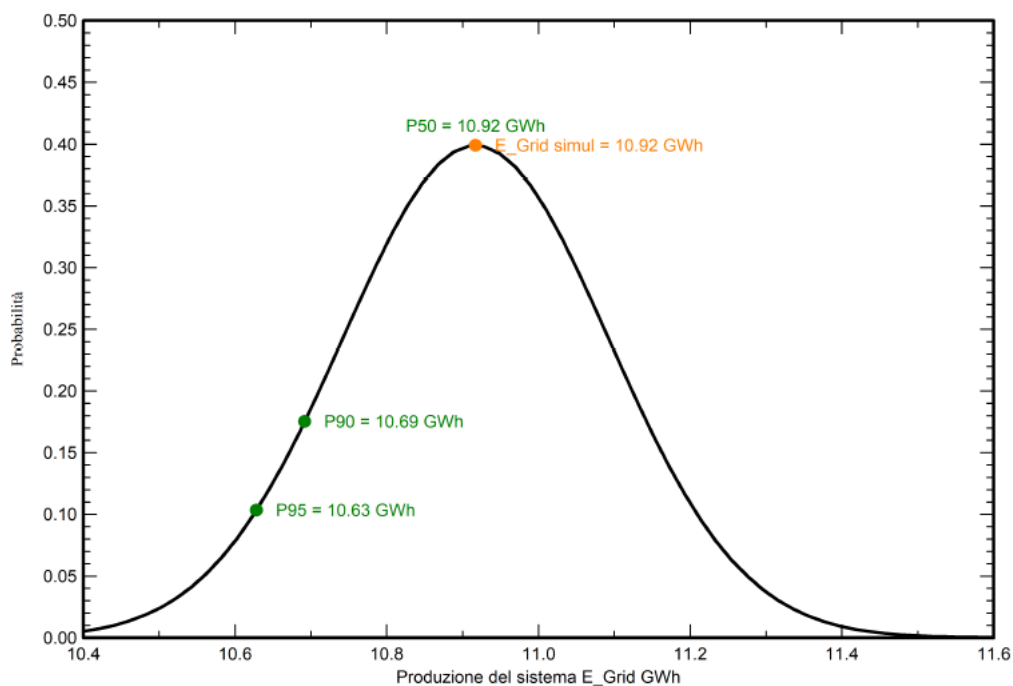
### Incertezze dei parametri e simulazione

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	0.3 %

### Valore di probabilità associato alla produzione

Variabilità	176 MWh
P50	10917 MWh
P90	10692 MWh
P95	10628 MWh

### Distribuzione di probabilità



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41 MWp E RELATIVO ELETTRODOTTO PER LA CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA' CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO (PC)

CALCOLO PRODUCIBILITA' E BILANCI ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

## 5.14 BILANCI ENERGETICI DI SISTEMA

Nella tabella seguente viene riportata la stima dei consumi ausiliari dell'intero impianto, con scelte progettuali improntate all'efficientamento energetico, considerando l'adozione di inverter di stringa con basso autoconsumo, l'illuminazione con lampade a led e l'adozione di tracker con sistema di alimentazione autonomo.

<b>BILANCIO ENERGETICO DEL SISTEMA</b>							
<b>Locali utente</b>							
N°	Utilizzi	kW	ore/giorno	kWh/gg	KWh/anno	n° locali	Consumo Totale kWh
U1	Illuminazione perimetrale	5,0	0,5	2,5	912,5	1	912,5
U2	Illuminazione locali cabine	0,4	2,0	0,8	292,0	1	292,0
U3	Video sorveglianza	1,0	24,0	24,0	8.760,0	1	8.760,0
U4	Ausiliari MT	2,0	24,0	48,0	17.520,0	1	17.520,0
U5	Sistema di monitoraggio	1,0	24,0	24,0	8.760,0	1	8.760,0
U6	Sistema climatizzazione/ventilazione	1,0	24,0	24,0	8.760,0	1	8.760,0
U7	FM	2,0	4,0	8,0	2.920,0	1	2.920,0
	<b>Totale locali utente</b>	<b>12,4</b>	<b>102,5</b>	<b>131,3</b>	<b>47.924,5</b>	<b>1</b>	<b>47.924,5</b>
<b>Cabine trasformazione MT (Power Station)</b>							
N°	Utilizzi	kW	ore/giorno	kWh/gg	KWh/anno	n° locali	Consumo Totale kWh
C1	Illuminazione interna	0,4	2,0	0,8	292,0	4	1.168,0
C2	Assorbimenti Trasformatore	4,0	24,0	96,0	35.040,0	4	140.160,0
C6	Sistema climatizzazione/ventilazione	1,0	24,0	24,0	8.760,0	4	35.040,0
C4	Ausiliari MT	1,0	24,0	24,0	8.760,0	4	35.040,0
C5	FM	1,0	24,0	24,0	8.760,0	4	35.040,0
	<b>Totale Cabine Trafo</b>	<b>7,4</b>	<b>98,0</b>	<b>168,8</b>	<b>61.612,0</b>	<b>4</b>	<b>246.448,0</b>
	<b>Sommano consumi sistema</b>	<b>19,8</b>	<b>200,5</b>	<b>300,1</b>	<b>109.536,5</b>	<b>5,0</b>	<b>294.372,5</b>

Come si può ricavare il consumo annuo stimato di energia degli ausiliari è pari a circa il 2,6 % dell'energia prodotta.



**SISTHEMA  
ENGINEERING**



Cert. n° 32103

## 6. ALLEGATO 1: REPORT PVSYST

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI  
UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA  
DENOMINATO "RF VEGA" DI POTENZA PARI A 7,41  
MWp E RELATIVO ELETTRDOTTO PER LA  
CONNESSIONE ALLA RTN, SITO IN LOCALITA'  
CASCINA AGAZZARA NEL COMUNE DI SARMATO  
(PC)

CALCOLO  
PRODUCIBILITA' E  
BILANCI  
ENERGETICI

cod. com.: 304\_20  
cod. serv.: AU  
cod.doc.:30420\_RT04

file:  
30420\_RT04\_Calcolo  
producibilità e bilanci  
energetici

Pag. 21 di 21

# PVsyst - Rapporto di simulazione

## Sistema connesso in rete

Progetto: Sarmato - METEO SARMATO

Variante: RF Vega

Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

Potenza di sistema: 7410 kWc

Sarmato - Italy

**Autore**

SISTHEMA ENGINEERING (Italy)



# Progetto: Sarmato - METEO SARMATO

Variante: RF Vega

PVsyst V7.1.8

VC1, Simulato su  
02/04/21 12:34  
con v7.1.8

SISTHEMA ENGINEERING (Italy)

## Sommario del progetto

### Luogo geografico

**Sarmato**

Italia

### Ubicazione

Latitudine 45.06 °N

Longitudine 9.50 °E

Altitudine 68 m

Fuso orario UTC+1

### Parametri progetto

Albedo 0.20

### Dati meteo

Sarmato - FILE METEO PVGIS

PVGIS api TMY

## Sommario del sistema

### Sistema connesso in rete

#### Orientamento campo FV

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S

Asse dell'azimut 11 °

### Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

#### Ombre vicine

Ombre lineari

#### Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

### Informazione sistema

#### Campo FV

Numero di moduli

14820 unità

Pnom totale

7410 kWc

#### Inverter

Numero di unità

40 unità

Pnom totale

6000 kWac

Rapporto Pnom

1.235

## Sommario dei risultati

Energia prodotta 10917 MWh/anno Prod. Specif. 1473 kWh/kWc/anno Indice rendimento PR 86.06 %

## Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	6
Risultati principali	7
Diagramma perdite	8
Grafici speciali	9
Valutazione P50-P90	10





## Parametri principali

## Sistema connesso in rete

## Orientamento campo FV

## Orientamento

Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S

Asse dell'azimut 11 °

## Orizzonte

Orizzonte libero

## Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)

## Strategia Backtracking

N. di eliostati 590 unità

## Dimensioni

Distanza eliostati 5.00 m

Larghezza collettori 2.24 m

Fattore occupazione (GCR) 44.8 %

Phi min / max +/- 55.0 °

## Angolo limite indetreggiamento

Limiti phi +/- 63.1 °

## Ombre vicine

Ombre lineari

## Modelli utilizzati

Trasposizione Perez

Diffuso Importato

Circumsolare separare

## Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

## Caratteristiche campo FV

## Modulo FV

Costruttore

RISEN

Modello

RSM150-8-500B

(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 500 Wp

Numero di moduli FV 14820 unità

Nominale (STC) 7410 kWc

## Campo #1 - Sottocampo #1

Numero di moduli FV 3900 unità

Nominale (STC) 1950 kWc

Moduli 150 Stringhe x 26 In serie

## In cond. di funz. (50°C)

Pmpp 1772 kWc

U mpp 1023 V

I mpp 1732 A

## Campo #2 - Sottocampo #2

Numero di moduli FV 3640 unità

Nominale (STC) 1820 kWc

Moduli 140 Stringhe x 26 In serie

## In cond. di funz. (50°C)

Pmpp 1654 kWc

U mpp 1023 V

I mpp 1617 A

## Campo #3 - Sottocampo #3

Numero di moduli FV 3640 unità

Nominale (STC) 1820 kWc

Moduli 140 Stringhe x 26 In serie

## In cond. di funz. (50°C)

Pmpp 1654 kWc

U mpp 1023 V

I mpp 1617 A

## Inverter

Costruttore

SMA

Modello

PEAK 3

(definizione customizzata dei parametri)

Potenza nom. unit. 150 kWac

Numero di inverter 40 unità

Potenza totale 6000 kWac

Numero di inverter 10 unità

Potenza totale 1500 kWac

Voltaggio di funzionamento 880-1450 V

Rapporto Pnom (DC:AC) 1.30

Numero di inverter 10 unità

Potenza totale 1500 kWac

Voltaggio di funzionamento 880-1450 V

Rapporto Pnom (DC:AC) 1.21

Numero di inverter 10 unità

Potenza totale 1500 kWac

Voltaggio di funzionamento 880-1450 V

Rapporto Pnom (DC:AC) 1.21



### Caratteristiche campo FV

**Campo #4 - Sottocampo #4**

Numero di moduli FV	3640 unità	Numero di inverter	10 unità
Nominale (STC)	1820 kWc	Potenza totale	1500 kWac
Moduli	140 Stringhe x 26 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	880-1450 V
Pmpp	1654 kWc	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.21
U mpp	1023 V		
I mpp	1617 A		
<b>Potenza PV totale</b>		<b>Potenza totale inverter</b>	
Nominale (STC)	7410 kWp	Potenza totale	6000 kWac
Totale	14820 moduli	N. di inverter	40 unità
Superficie modulo	36782 m <sup>2</sup>	Rapporto Pnom	1.24



## Perdite campo

## Fatt. di perdita termica

Temperatura modulo secondo irraggiamento  
Uc (cost) 32.0 W/m²K  
Uv (vento) 7.0 W/m²K/m/s

## Perdita diodo di serie

Perdita di Tensione 0.5 V  
Fraz. perdite 0.0 % a STC

## LID - Light Induced Degradation

Fraz. perdite 0.1 %

## Perdita di qualità moduli

Fraz. perdite 0.1 %

## Perdite per mismatch del modulo

Fraz. perdite 1.0 % a MPP

## Fattore di perdita IAM

Param. ASHRAE: IAM =  $1 - bo(1/\cos i - 1)$   
Param. bo 0.05

## Perdite DC nel cablaggio

Res. globale di cablaggio 0.37 mΩ  
Fraz. perdite 0.2 % a STC

## Campo #1 - Sottocampo #1

Res. globale campo 1.2 mΩ  
Fraz. perdite 0.2 % a STC

## Campo #2 - Sottocampo #2

Res. globale campo 1.6 mΩ  
Fraz. perdite 0.2 % a STC

## Campo #3 - Sottocampo #3

Res. globale campo 1.6 mΩ  
Fraz. perdite 0.2 % a STC

## Campo #4 - Sottocampo #4

Res. globale campo 1.6 mΩ  
Fraz. perdite 0.2 % a STC

## Perdite sistema

## Indisponibilità del sistema

frazione di tempo 0.3 %  
1.0 giorni,  
1 periodi



**PVsyst V7.1.8**  
VC1, Simulato su  
02/04/21 12:34  
con v7.1.8

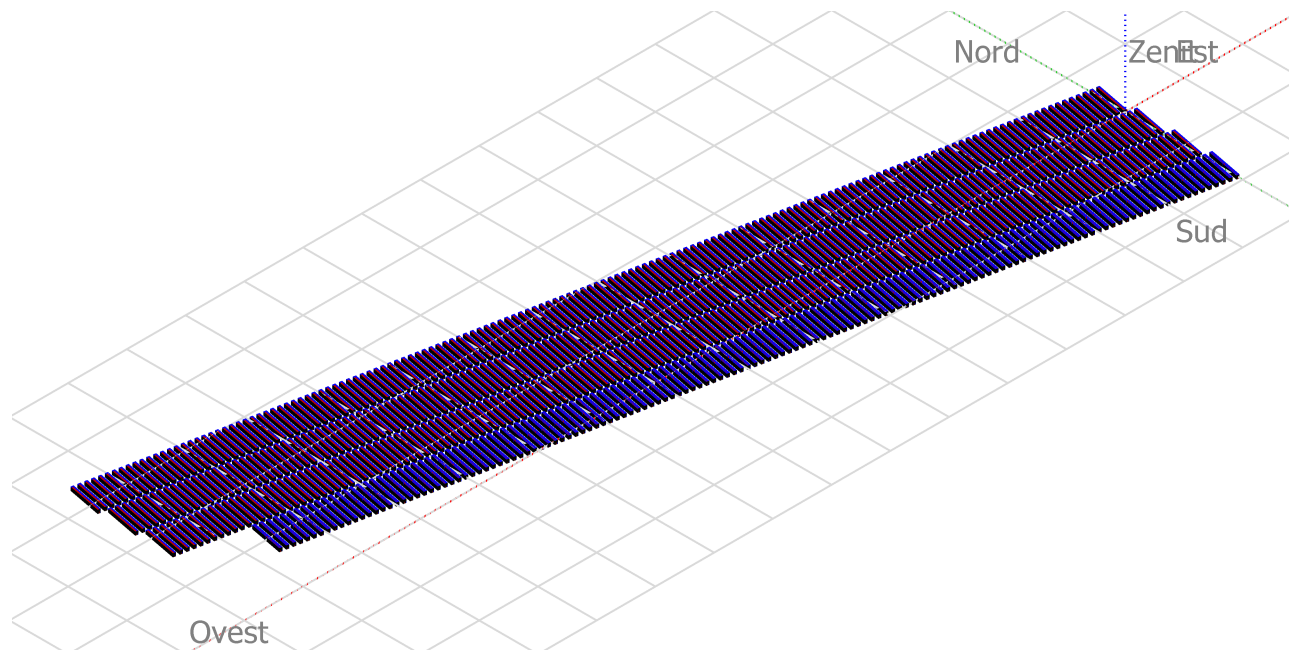
## Progetto: Sarmato - METEO SARMATO

Variante: RF Vega

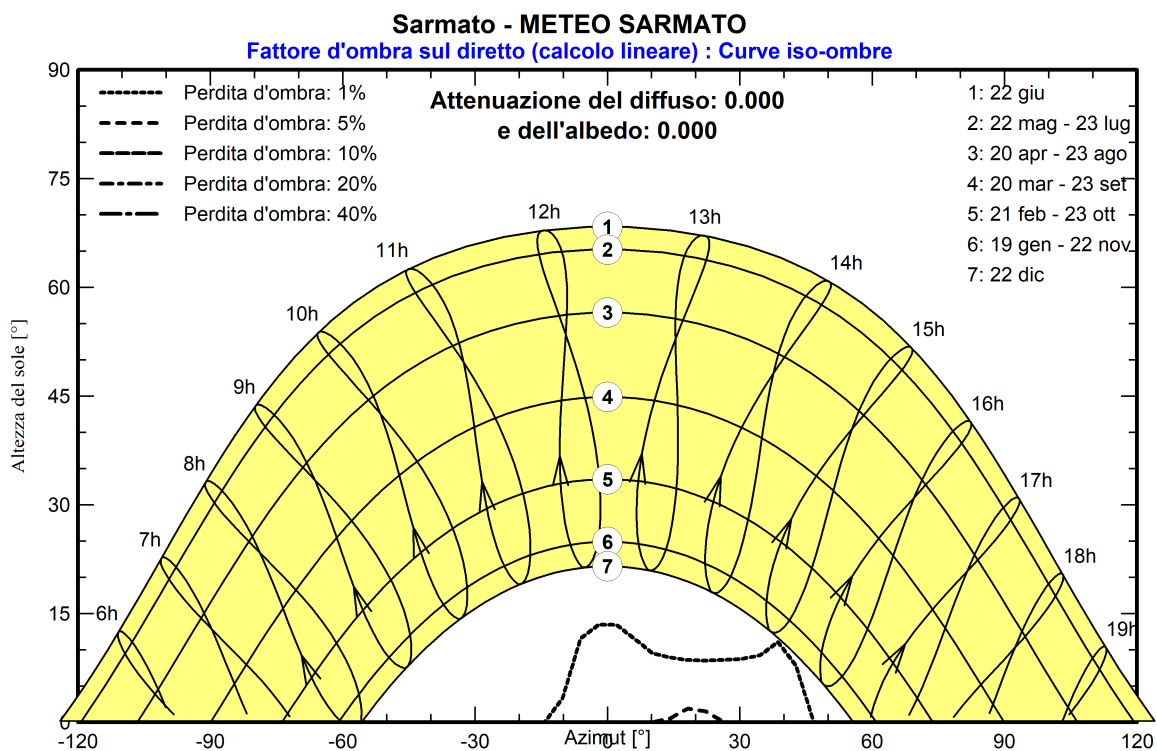
SISTHEMA ENGINEERING (Italy)

### Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante



### Diagramma iso-ombre





## Risultati principali

## Produzione sistema

Energia prodotta

10917 MWh/anno

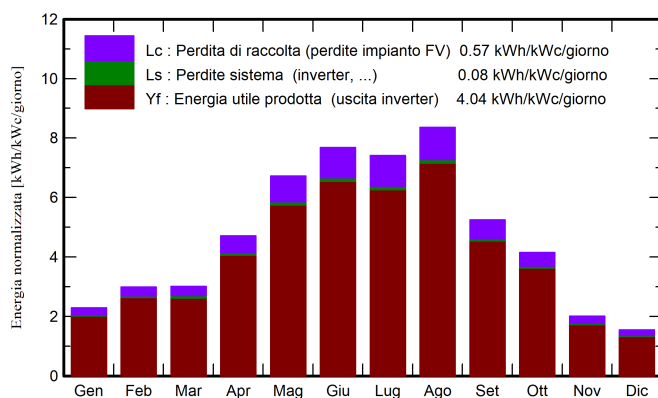
Prod. Specif.

1473 kWh/kWc/anno

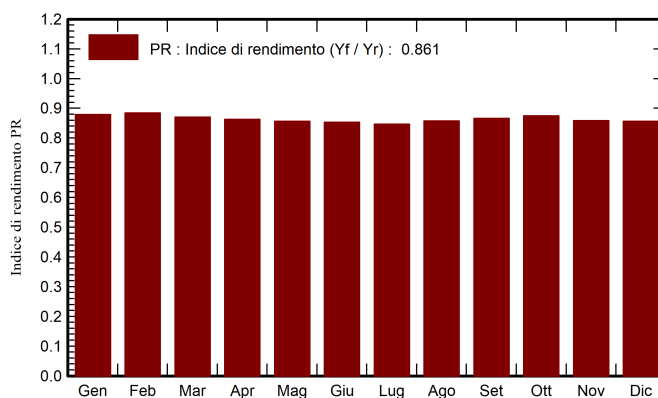
Indice di rendimento PR

86.06 %

## Produzione normalizzata (per kWp installato)



## Indice di rendimento PR



## Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	ratio
Gennaio	51.5	21.67	-0.76	71.0	65.5	471	463	0.879
Febbraio	63.4	29.37	1.96	83.7	78.5	559	548	0.885
Marzo	73.6	39.95	4.50	93.4	88.3	623	602	0.870
Aprile	113.7	53.50	11.93	141.4	135.3	924	904	0.863
Maggio	166.0	75.98	16.16	208.5	200.6	1347	1323	0.856
Giugno	181.6	73.77	21.08	230.5	222.9	1483	1457	0.853
Luglio	183.1	74.30	22.46	229.7	221.9	1467	1441	0.846
Agosto	196.5	61.87	23.46	259.0	250.9	1672	1645	0.857
Settembre	120.7	49.58	17.28	157.5	150.9	1028	1011	0.866
Ottobre	96.6	35.24	10.41	128.8	122.2	849	835	0.875
Novembre	45.1	20.34	5.08	60.3	56.1	394	384	0.858
Dicembre	36.4	20.01	-1.78	48.0	43.9	314	305	0.856
Anno	1328.3	555.57	11.02	1711.9	1636.8	11131	10917	0.861

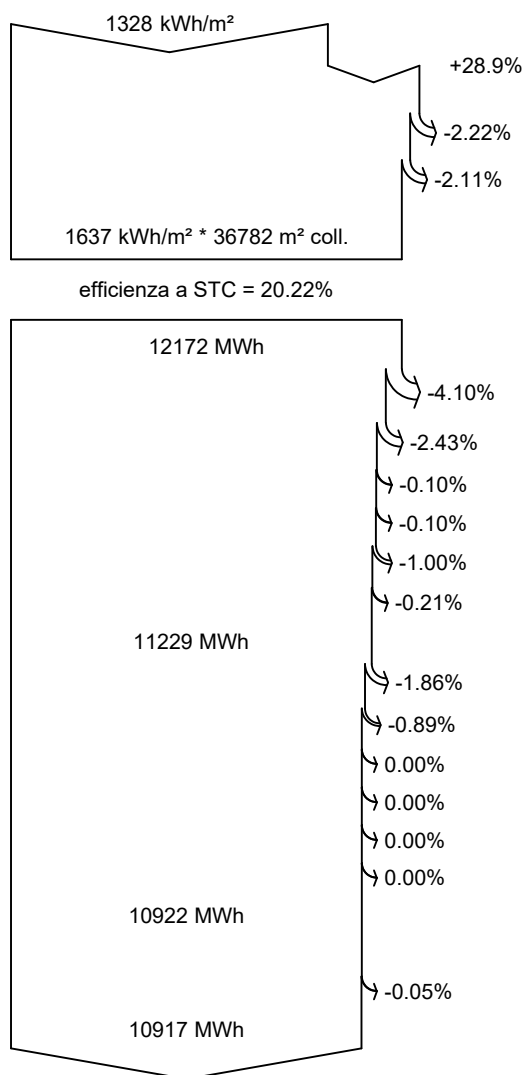
## Legenda

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



### Diagramma perdite



#### Irraggiamento orizzontale globale

##### Globale incidente piano coll.

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

#### Irraggiamento effettivo su collettori

Conversione FV

#### Energia nominale campo (effic. a STC)

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita per "disadattamento" campo di moduli

Perdite ohmiche di cablaggio

#### Energia apparente impianto a MPPT

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverter a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

#### Energia in uscita inverter

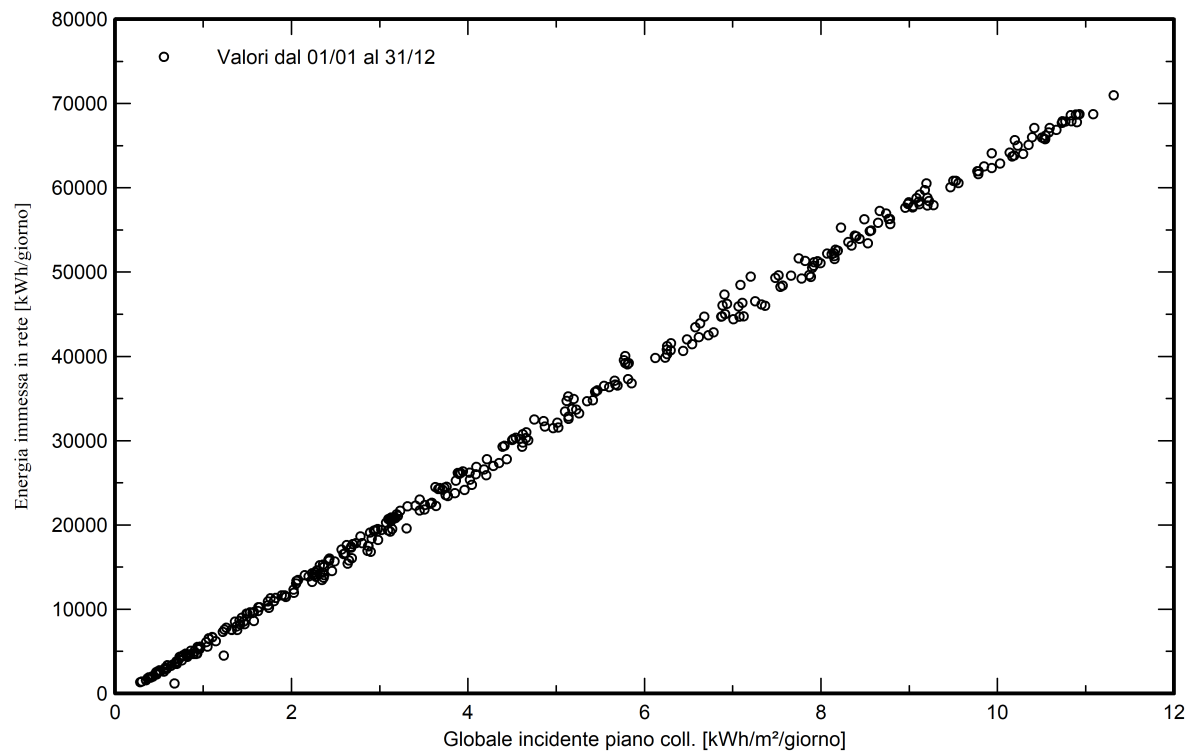
indisponibilità del sistema

#### Energia immessa in rete

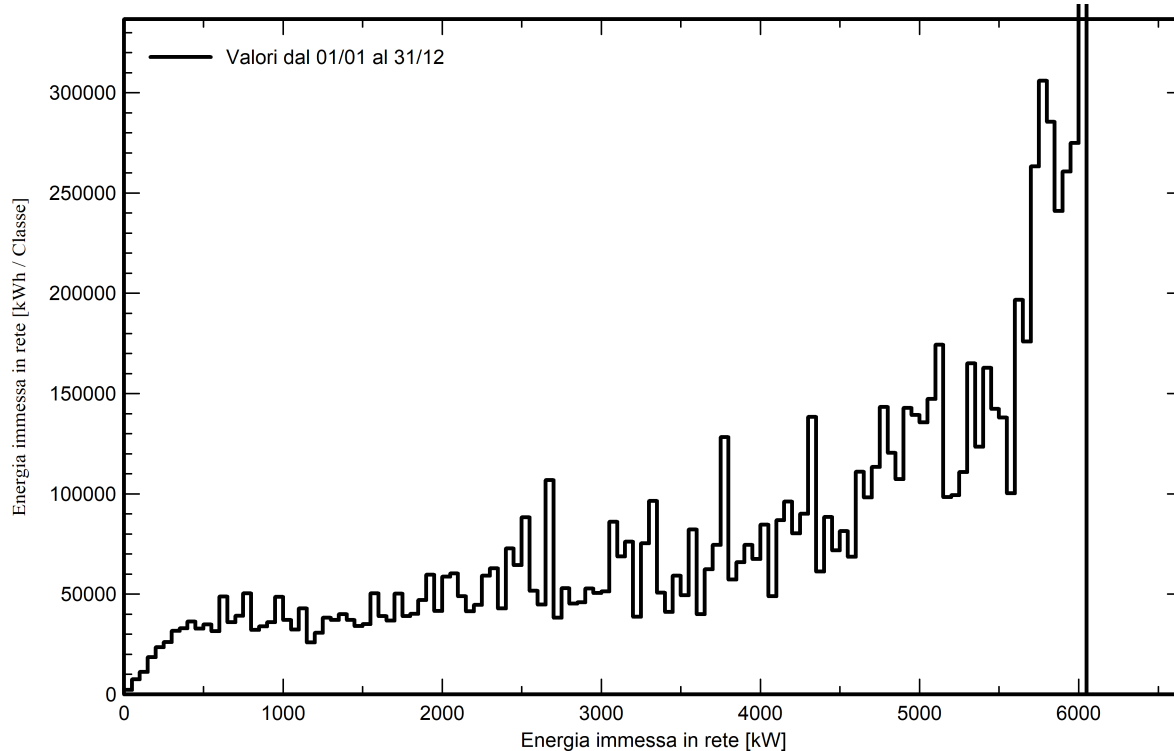


### Grafici speciali

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema





### Valutazione P50-P90

#### Dati meteo

Origine dati Meteo	PVGIS api TMY
Tipo	TMY, multi anno
Differenza da anno in anno (Varianza)	0.5 %

#### Deviazione Standard

Cambiamento Climatico	0.0 %
-----------------------	-------

#### Variabilità globale

Variabilità (Somma quadratica media)	1.6 %
--------------------------------------	-------

#### Incertezze dei parametri e simulazione

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	0.3 %

#### Valore di probabilità associato alla produzione

Variabilità	176 MWh
P50	10917 MWh
P90	10692 MWh
P95	10628 MWh

### Distribuzione di probabilità

