



REGIONE SICILIA

CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO

LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI

PROGETTO:

Località Impianto
 COMUNE DI MONREALE (PA) E COMUNE DI CAMPOREALE (PA)
 CONTRADE TERMINI, MANDRANOVA E PIZZILLO
 Località Connessione
 COMUNE DI GIBELLINA (TP) CONTRADA CASUZZE

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione impianto agro-fotovoltaico denominato "S&P 8" con
 potenza di picco 317.679,60 kWp e potenza nominale 250.000 kW

CODICE ELABORATO:

PROPONENTE	TIPOLOGIA DOCUMENTO	PROGRESSIVO	REV
SP8	REL	020	00

EPD = ELABORATO DEL PROGETTO DIGITALE; REL = RELAZIONE;
 ADD = ALTRA DOCUMENTAZIONE; IST = ISTANZA

DATA:

30/07/2021

ELABORATO:

SP8REL020_00-S&P_8-IMPIANTO-IT-PRO-
 RELAZIONE_PRODUCIBILITA'

TAV:

REL020

N. PAGINE:

33

Rev.	Data Rev.	Data Rev.

PROGETTISTI:

Ing. Sapienza Angelo



Ing. Rizzuto Vincenzo



SPAZIO RISERVATO PER LE APPROVAZIONI

SOCIETA':

S&P 8 S.R.L.
 SICILIA E PROGRESSO
 sede legale: Corso dei Mille 312, 90047 Partinico (PA)
 C.F.: 06913770829 tel.: 0919865917 - fax: 0918902855
 email: sviluppope8@gmail.com
 pec: sviluppope8@pec.it



INDICE

1	PRESENTAZIONE DEL PROGETTO	3
1.1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
1.2	CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO	17
2	REPORT PVSYSY	19
3	CALCOLO DI PRODUCIBILITA'	20
3.1	RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA	20
3.2	PERDITE DEL SISTEMA.....	20
3.3	PERDITE PER OMBREGGIAMENTO.....	20
3.4	PERDITE PER BASSO IRRAGGIAMENTO	21
3.5	PERDITE PER TEMPERATURA	21
3.6	PERDITE PER QUALITÀ DEL MODULO FOTOVOLTAICO	21
3.7	PERDITE PER MISMATCH DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO.....	22
3.8	DEGRADO DELLE PRESTAZIONI DEI MODULI FOTOVOLTAICI.....	22
3.9	PERDITE OHMICHE DI CABLAGGIO	23
3.10	PERDITE SUL SISTEMA DI CONVERSIONE	23
3.11	PERDITE SUI CIRCUITI IN CORRENTE ALTERNATA.....	23
3.11.1	PERDITE CIRCUITI IN CORRENTE ALTERNATA IN BT.....	23
3.11.2	PERDITE CIRCUITI IN CORRENTE ALTERNATA IN MT INTERNE ALL'IMPIANTO	23
3.12	PERDITE CIRCUITI IN CORRENTE ALTERNATA IN MT DI COLLEGAMENTO ALLA STAZIONE.....	23
3.13	PERDITE SUI TRASFORMATORI MT/BT	24
3.14	PERDITE SEZIONE AT	24
3.14.1	DISPONIBILITÀ DI ESERCIZIO	24
3.14.2	CONSUMI AUSILIARI	24

1 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

1.1 Descrizione del progetto

S&P 8 s.r.l. intende realizzare in Contrada Pizzillo, nei Comuni di Monreale (PA) e Camporeale (PA), in Contrada Mandranova, nei Comuni di Monreale e Camporeale (PA), e in Contrada Termini, nel Comune di Camporeale (PA), e nel Comune di Gibellina (TP), in Contrada Casuzze, un impianto agro-fotovoltaico ad inseguimento monoassiale per la produzione di energia elettrica.

L'impianto che la S&P 8 srl presenta in autorizzazione è composto da:

- Campi agro-fotovoltaici, siti in Contrada Pizzillo nei Comuni di Monreale (PA) e Camporeale (PA), in Contrada Mandranova nei Comuni di Monreale e Camporeale (PA), e in Contrada Termini nel Comune di Camporeale (PA);
- Stazione di trasformazione e consegna Rete-Utente, nel Comune di Gibellina (TP) in Contrada Casuzze;
- Stazione di smistamento sita nei comuni di Camporeale e Monreale (PA) in Contrada Pizzillo;
- Cavidotti di collegamento MT (30kV), alla stazione di smistamento, nei Comuni di Monreale (PA) e Camporeale (PA);
- Cavidotti di collegamento AT (150kV), tra la stazione di smistamento e la stazione utente nei comuni di Monreale (PA) e Gibellina (TP).

L'impianto si sviluppa su una superficie lorda complessiva di circa 698,01 Ha di cui:

- 280,39 ha appartenenti all'area di impianto e alla stazione di smistamento ricadenti nei Comuni di Monreale (PA) e Camporeale (PA), Contrada Pizzillo;
- 215,2 ha appartenenti all'area di impianto ricadente nel Comune di Camporeale (PA), Contrada Termini;
- 171,58 ha appartenenti all'area di impianto ricadente nel Comune di Camporeale (PA), Contrada Mandranova;
- 30,84 ha appartenenti alla stazione utente-rete sita nel Comune di Gibellina (TP) in Contrada Casuzze.

In particolare:

ESTENSIONE	SUPERFICIE CAPTANTE		SUPERFICIE AREA A VERDE	
	Ha	Ha	ha	%
280,39	55,95	20%	224,44	80,05%
171,58	36,87	21%	134,71	78,51%
215,2	54,67	25%	160,53	74,60%
667,17	147,49	22%	519,68	77,89%

Gli impianti avranno una potenza di 317.679,60 kWp (250.000,00 kW) e l'energia prodotta sarà ceduta alla rete elettrica di alta tensione, tramite la costruenda stazione di trasformazione a 220 kV, idonea ad accettare la potenza.

L'area di interesse ricade nella Zona Territoriale Omogenea "ZONA E", ossia Zona Agricola e non vi è alcun tipo di vincolo in corrispondenza delle strutture, locali e attrezzature che compongono l'impianto.

Le coordinate geografiche (baricentro approssimativo) del sito di impianto e della stazione sono:

Coordinate Stazione Rete- Utente	Coordinate Pizzillo	Coordinate Mandranova	Coordinate Termini
Lat: 37.826040° Long: 12.941852°	Lat: 37.859841 Long: 13.066033	Lat: 37.881053 Long: 13.058682	Lat: 37.870515 Long: 13.096639

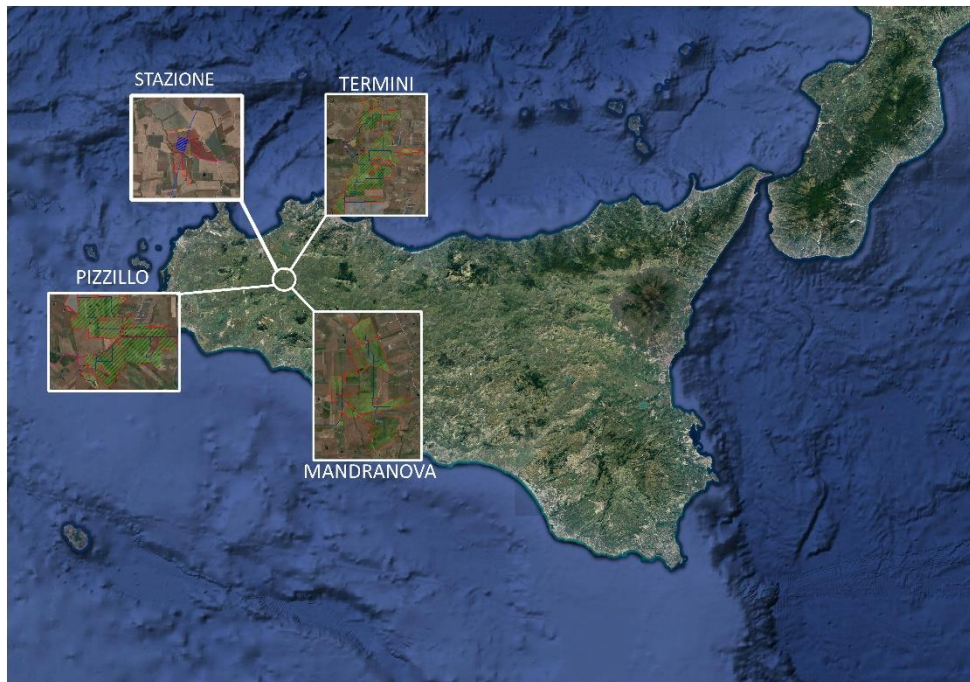


Figura 1 – Ubicazione area impianti e stazione di consegna (Google Earth)

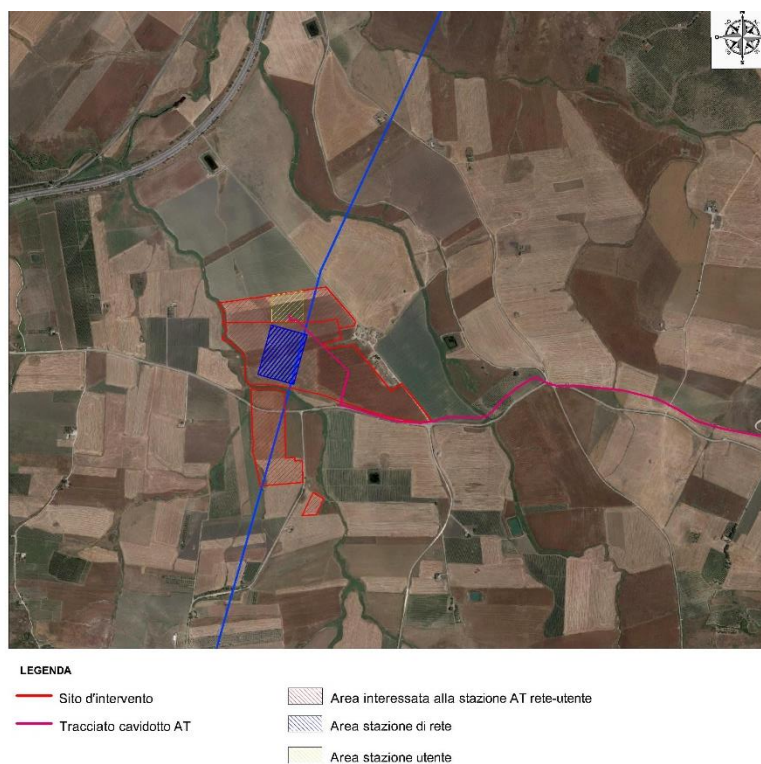


Figura 2 A - Ortofoto dell'area della stazione ricadente sul territorio di Gibellina (TP - Contrada Casuzze) e cavidotto di connessione

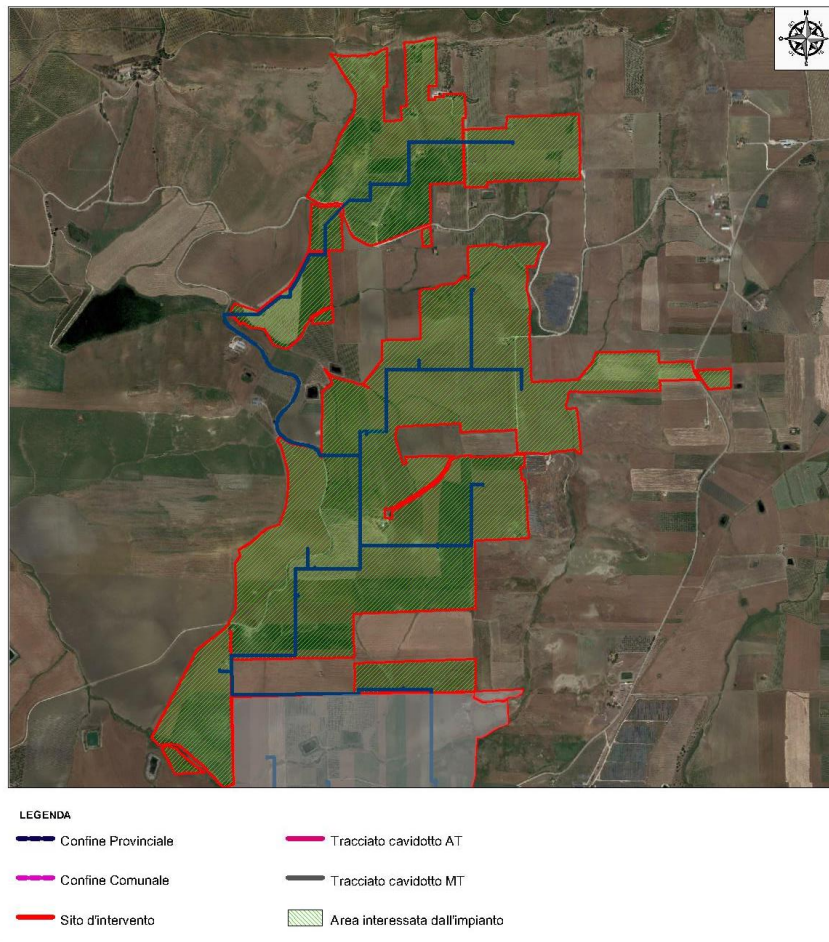
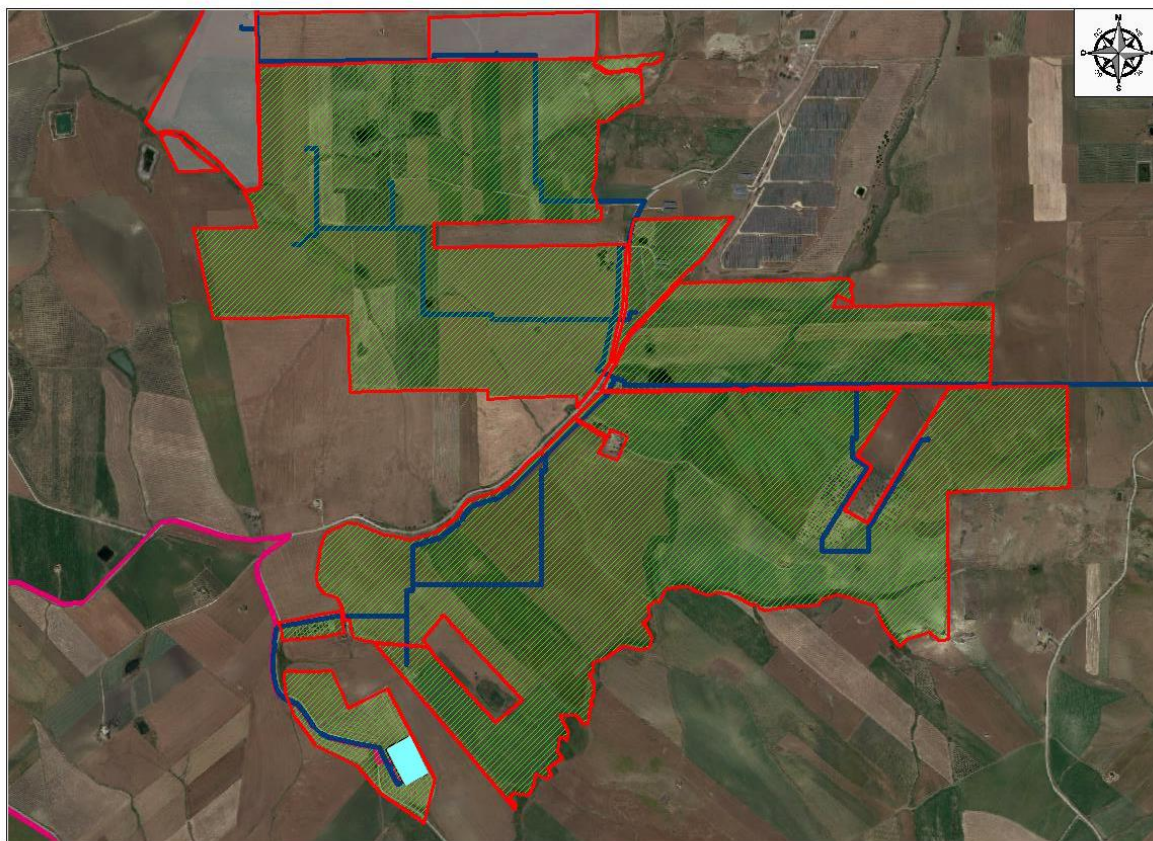


Figura 2 B - Ortofoto dell'area di impianto ricadente sul territorio di Camporeale (PA) - **Contrada Termini** e cavidotto di connessione



LEGENDA

— Confine Provinciale

— Confine Comunale

— Sito d'intervento

— Tracciato cavidotto AT

— Tracciato cavidotto MT

▨ Area interessata dall'impianto

▭ Area interessata
dalla stazione di smistamento
MT (30kV) / AT (150kV)

Figura 2 C - Ortofoto dell'area di impianto e della stazione di smistamento MT (30Kv) / AT (150 Kv) ricadente in Contrada Pizzillo e cavidotto di connessione

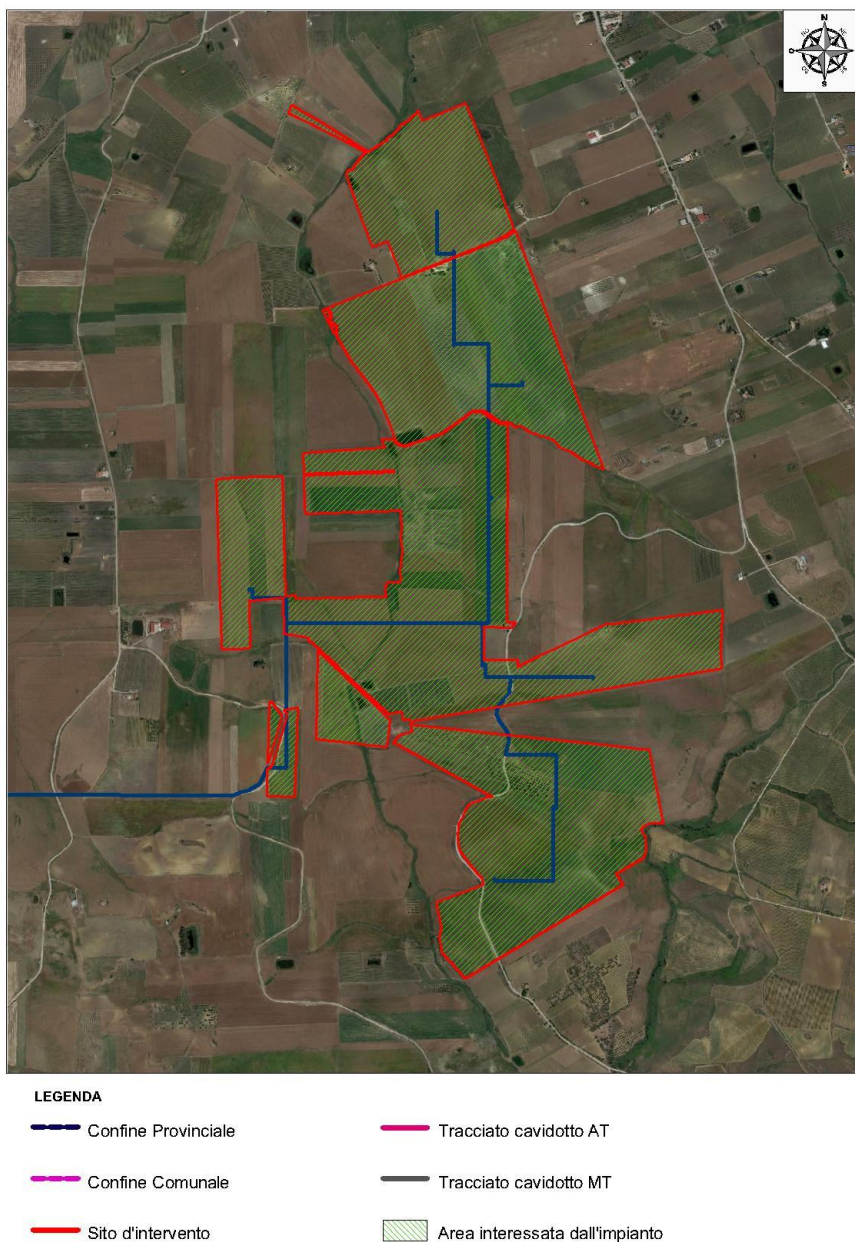


Figura 2 D - Ortofoto dell'area di impianto ricadente sul territorio di Monreale e Camporeale (PA) - **Contrada Mandranova** e cavidotto di connessione

Il sito dell'impianto agro-fotovoltaico è individuato nella porzione centroccidentale della Tavoletta "Montepietroso", Foglio N°258, Quadrante IV, Orientamento S.O. e nella Tavoletta "Camporeale", Foglio N° 258, Quadrante IV, Orientamento S.E. della Carta d'Italia scala 1: 25.000 edita dall'I.G.M. (Figura 3) e nelle sezioni 607090 (sito Termini e sito Pizzillo), 607100 (sito Mandranova) e 606160 (stazione) della Carta Tecnica Regionale in scala 1: 10.000 (Figure 4-5).

La S&P 8 s.r.l. ha ottenuto in data 13/05/2021 (cod. pratica 202002642) dal gestore di rete Terna la soluzione tecnica minima generale (STMG) per connettere 250 MWn sulla linea AT Partanna-Partinico sul territorio di Gibellina, prevedendo che il parco fotovoltaico venga collegato alla Linea AT del distributore tramite la costruenda stazione a 220 kV.

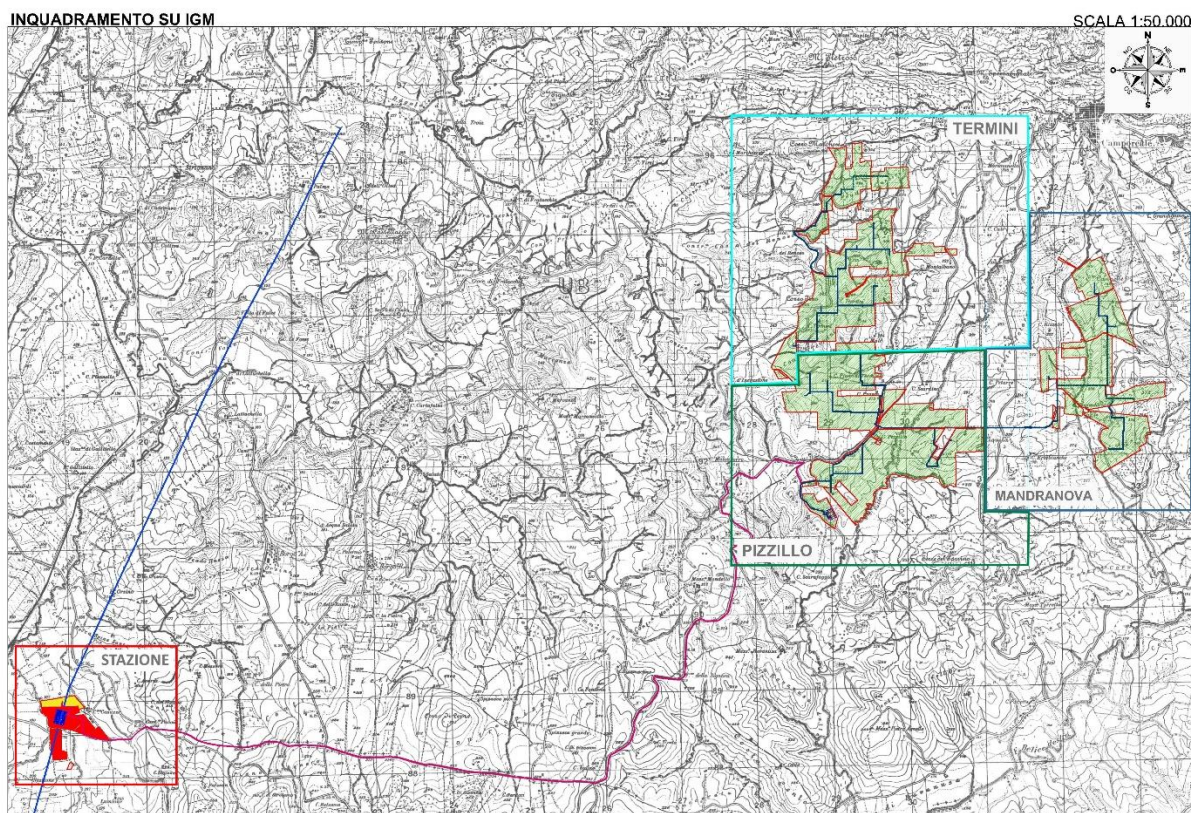


Figura 3 – Inquadramento territoriale di S&P 8 I.G.M. scala 1:25.000 (TAV. IT-COG)

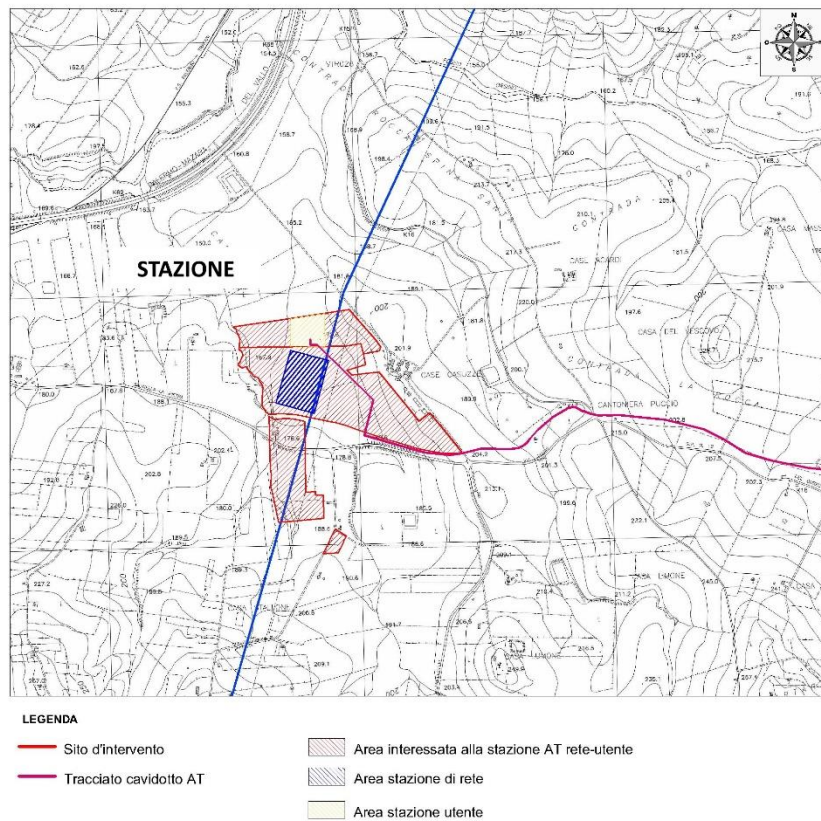


Figura 4 A – Inquadramento territoriale dell'area della stazione ricadente sul territorio di Gibellina (TP - Contrada Casuzze) su C.T.R. scala 1:10.000 (TAV. IT-COG)

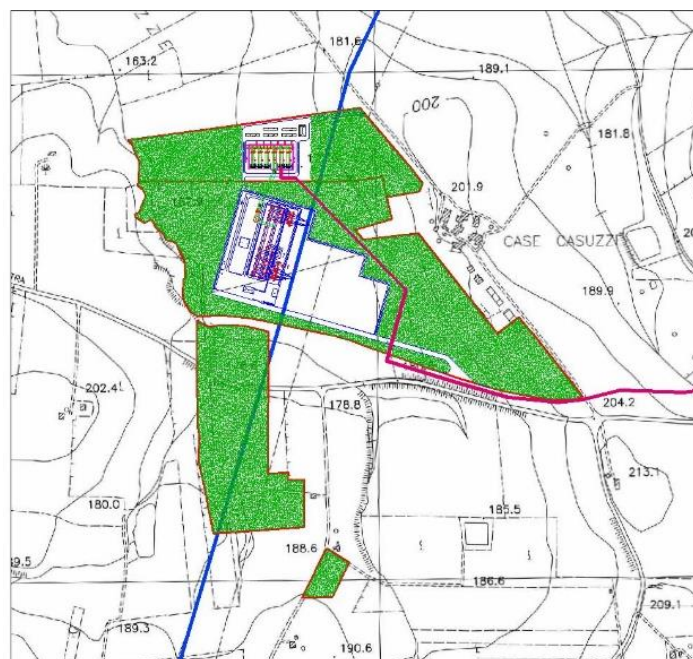


Figura 4 B – Layout della stazione ricadente sul territorio di Gibellina (TP - Contrada Casuzze) con cavidotto (TAV. IT-LAY)

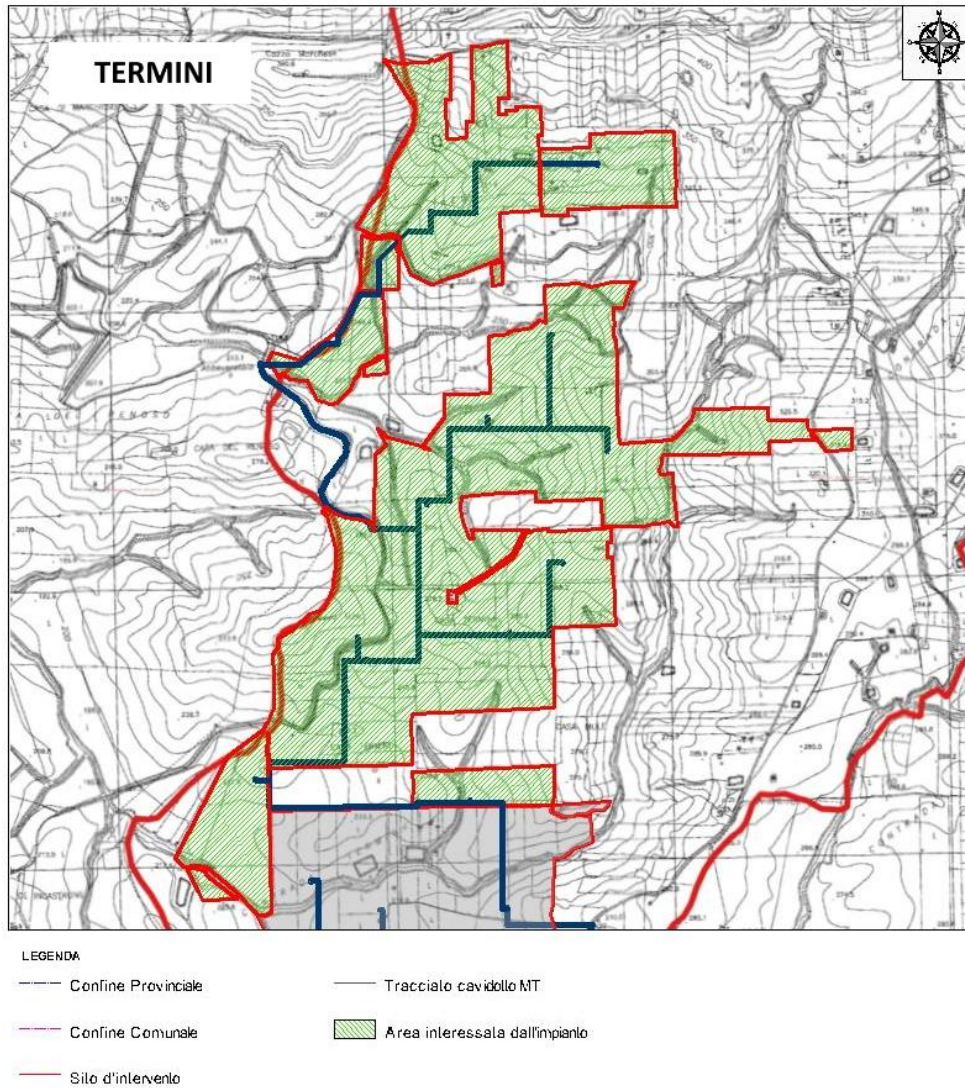


Figura 5 A– Inquadramento territoriale dell'area dell'area di impianto ricadente nel territorio di Camporeale (PA) **contrada Termini** su C.T.R. scala 1:10.000

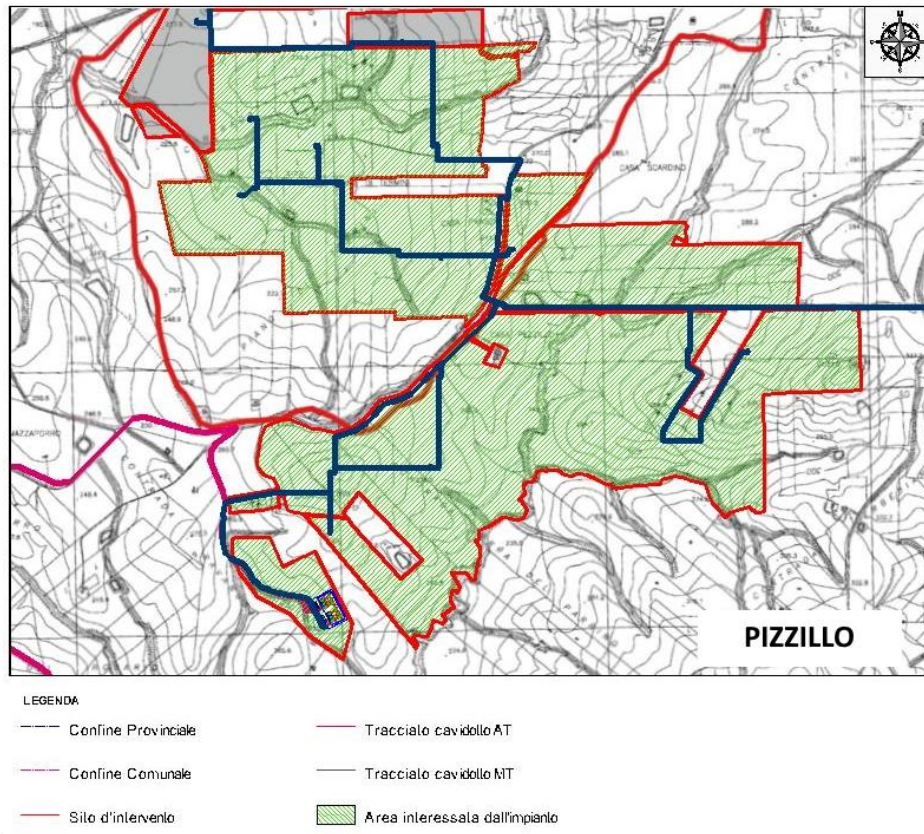


Figura 6 A – Inquadramento territoriale dell'area dell'area di impianto ricadente nel territorio di Monreale e Camporeale (PA) -**contrada Pizzillo e stazione di smistamento** su C.T.R. scala 1:10.000

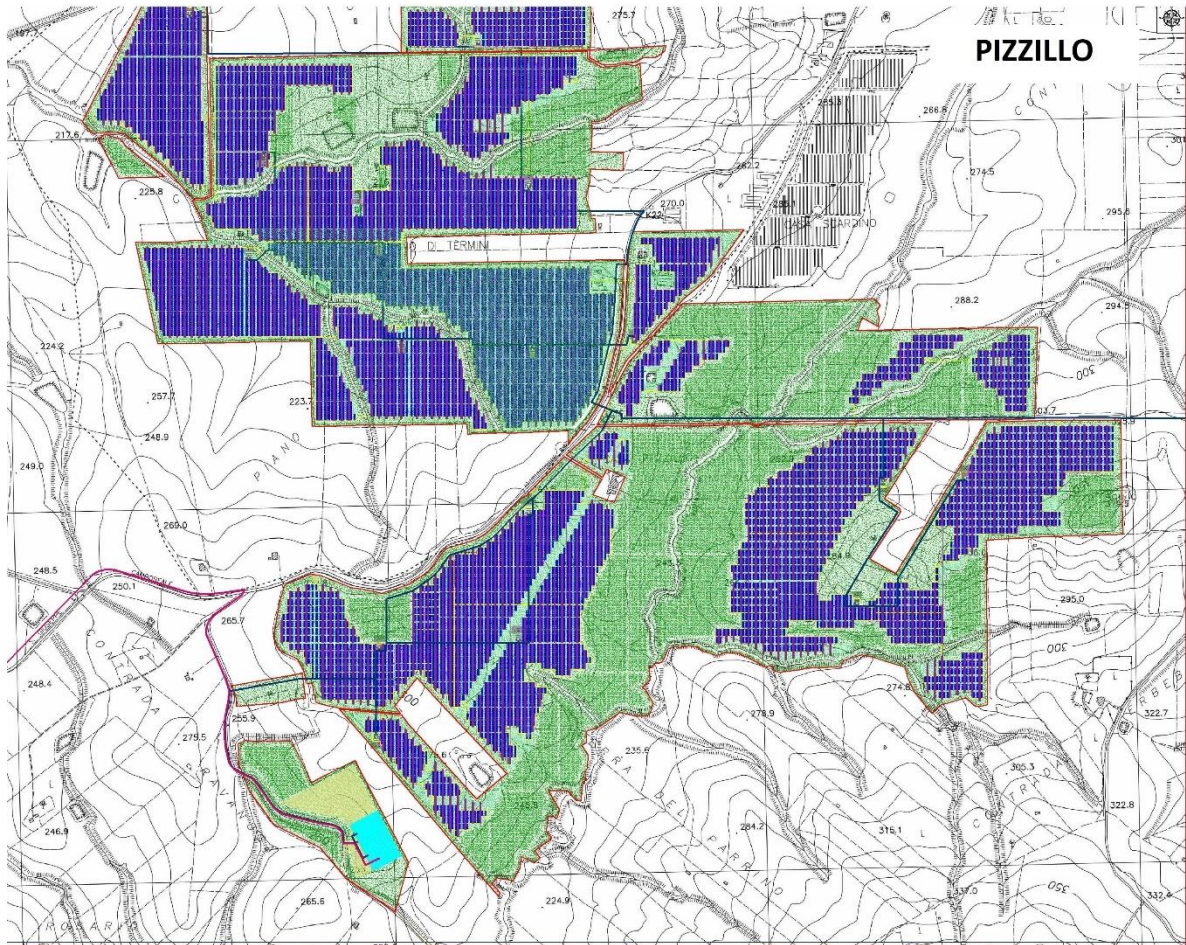


Figura 6 B– Layout dell’area d’impianto ricadente sul territorio di Monreale e Camporeale (PA) -contrada Pizzillo e stazione smistamento con cavidotto

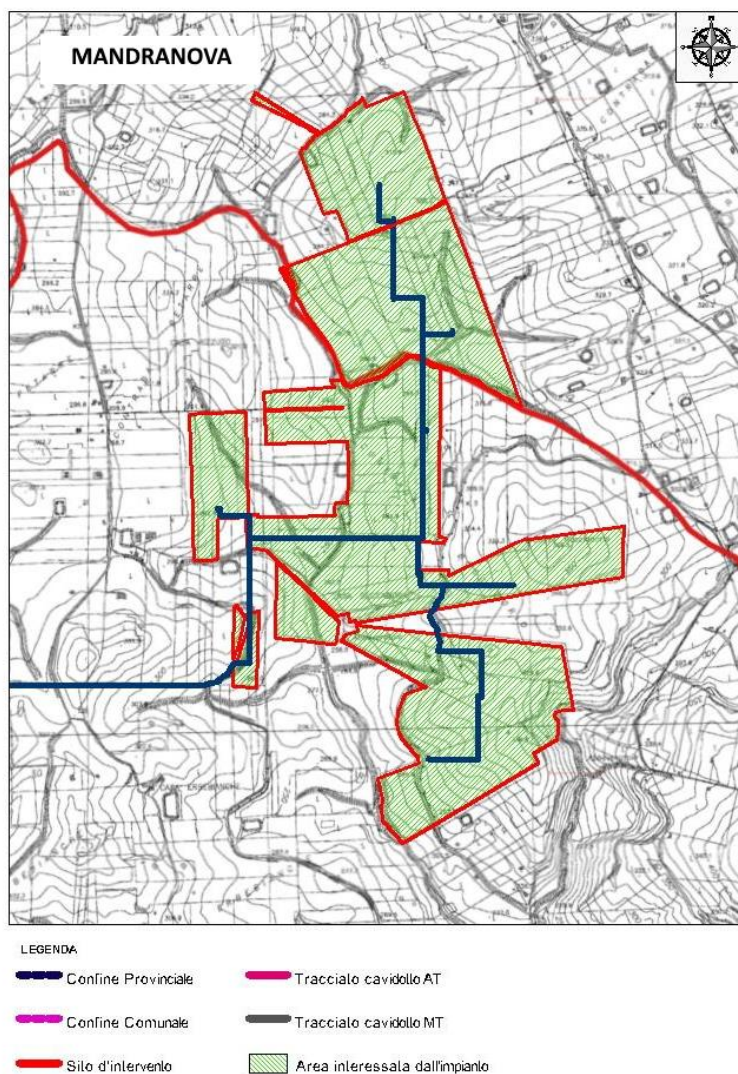


Figura 7 A – Inquadramento territoriale dell'area dell'area di impianto ricadente nel territorio di Monreale e Camporeale (PA) **contrada Mandranova** su C.T.R. scala 1:10.000

1.2 Caratteristiche generali del progetto

La S&P 8 s.r.l. ha ottenuto dal gestore di rete Terna la soluzione tecnica minima generale (STMG) per connettere 250 MWn sul territorio di Gibellina in data 13/05/2021 (cod. pratica 202002642), la quale prevede che il parco fotovoltaico venga collegato alla Linea AT del distributore tramite la costruenda stazione MT da 220 kV.

L'impianto agro-fotovoltaico che la S&P 8 srl presenta in autorizzazione è composto da:

- Campi agro-fotovoltaici, siti in Contrada Pizzillo, nei Comuni di Monreale (PA) e Camporeale (PA), in Contrada Mandranova, nei Comuni di Monreale e Camporeale (PA), e in Contrada Termini, nel Comune di Camporeale (PA);
- Stazione di trasformazione e consegna Rete-Utente, nel Comune di Gibellina (TP) in Contrada Casuzze;
- Stazione di smistamento in Contrada Pizzillo, nei Comuni di Monreale (PA) e Camporeale (PA);
- Cavidotti di collegamento MT (30kV), alla stazione di smistamento, nei Comuni di Monreale (PA) e Camporeale (PA);
- Cavidotti di collegamento AT (150kV), tra la stazione di smistamento e la stazione utente nei comuni di Monreale (PA) e Gibellina (TP).

Al fine di avere la massima efficacia ed efficienza dall'impianto, si prevede una struttura elettrica ad albero con un quadro generale in Media Tensione all'interno del locale di controllo previsto nel lotto del terreno precedentemente identificato. In considerazione di ciò, avremo linee di produzione indipendenti da collegare a valle dei locali di trasformazione e a monte dei locali di misura e consegna.

L'impianto agro-fotovoltaico convoglierà l'energia prodotta alla nuova stazione a 220 kV; a tal fine, occorrerà trasformare l'energia dal valore di tensione di 30 kV (in uscita dal campo fotovoltaico) al valore di tensione di 220 kV previsto alle sbarre della stazione della RTN; pertanto, per la consegna dell'energia elettrica prodotta dall'impianto agro-fotovoltaico sarà realizzata una stazione di trasformazione RTN 220/30 kV. Detta stazione di consegna sarà collegata alle sbarre di parallelo della stazione RTN tramite un unico stallo esercito alla stessa tensione di rete: 220 kV. È prevista la soluzione con installazione a terra "non integrata" con pannelli fotovoltaici, del tipo SUNTECH ULTRA V Plus con una potenza di picco di 590 Wp, disposti su

strutture ad inseguimento monoassiale (Figura 8).

Tali supporti, saranno in acciaio zincato e saranno opportunamente distanziati sia per evitare l'ombreggiamento reciproco, sia per avere lo spazio necessario al passaggio dei mezzi nella fase di installazione. Tale soluzione permette di ottimizzare l'occupazione del territorio massimizzando al contempo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. La struttura impiegata verrà fissata al suolo tramite zavorre in CLS armato adeguatamente dimensionate per resistere alle varie sollecitazioni.



Figura 8 – Particolare strutturale

Sistema connesso in rete: Parametri di simulazione

Progetto : S&P 8 MONREALE - CAMPOREALE**Luogo geografico** Termini, Mandranova, Pizzillo Paese Italia

Ubicazione Latitudine 37.8961° N Longitudine 12.9365° E
 Ora definita come Ora legale Fuso orario TU+1 Altitudine 218 m
 Albedo 0.20

Dati meteo: Gibellina Meteonorm 7.2, Sat=100% - Sintetico**Variante di simulazione :** S&P 8

Data di simulazione 11/06/21 16h33

Parametri di simulazione Tipo di sistema Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura

Piano a inseguimento, asse inclinato Inclinazione asse 0° Azimut asse 0°
 Limitazioni di rotazione Phi minimo -60° Phi massimo 60°
 Tracking algorithm Astronomic calculation

Modelli utilizzati Trasposizione Perez Diffuso Perez, Meteonorm**Orizzonte** Orizzonte libero**Ombre vicine** Senza ombre**Bisogni dell'utente :** Carico illimitato (rete)**Caratteristiche campo FV**

Modulo FV Si-poly Modello CS6W-590 P 1500VHE
 definizione customizzata dei parametri Costruttore Canadian Solar Inc.
 Numero di moduli FV In serie 26 moduli In parallelo 20710 stringhe
 Numero totale di moduli FV N. di moduli 538440 Potenza nom. unit. 590 Wp
 Potenza globale campo Nominale (STC) 317.679,60 kWp In cond. di funz. 127841 kWp (50°C)
 Caratt. di funzionamento campo FV (50°C) U mpp 912 V I mpp 140155 A
 Superficie totale Superficie modulo 134610 m² Superficie cella 698715 m²

Inverter Modello Sunny Central 2500-EV
 PVsyst database originale Costruttore SMA
 Caratteristiche Tensione di funzionamento 850-1425 V Potenza nom. unit. 2500 kWac
 Gruppo di inverter N. di inverter 140 unità Potenza totale 112500 kWac
 Rapporto Pnom 1.25

Fattori di perdita campo FV

Fatt. di perdita termica U_c (cost) 20.0 W/m²K U_v (vento) 0.0 W/m²K / m/s
 Perdita ohmica di cablaggio Res. globale campo 0.11 mOhm Fraz. perdite 1.5 % a STC
 Perdita di qualità moduli Fraz. perdite -0.3 %
 Perdite per "mismatch" moduli Fraz. perdite 1.0 % a MPP
 Perdita disadattamento Stringhe Fraz. perdite 0.10 %
 Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente

1.000	1.000	1.000	0.990	0.990	0.970	0.920	0.760	0.000

Sistema connesso in rete: Risultati principali

Progetto : S&P 8 MONREALE - CAMPOREALE

Variante di simulazione : S&P 8

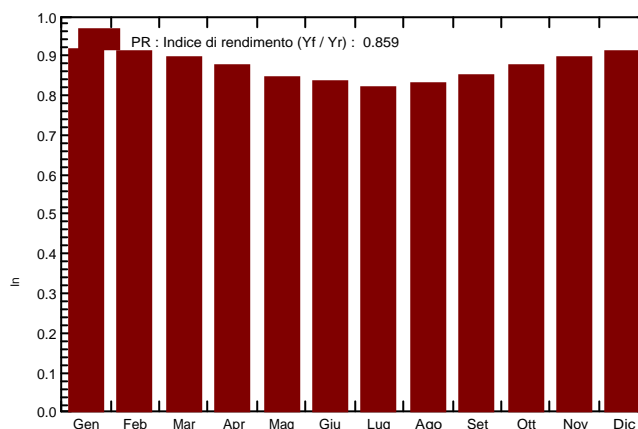
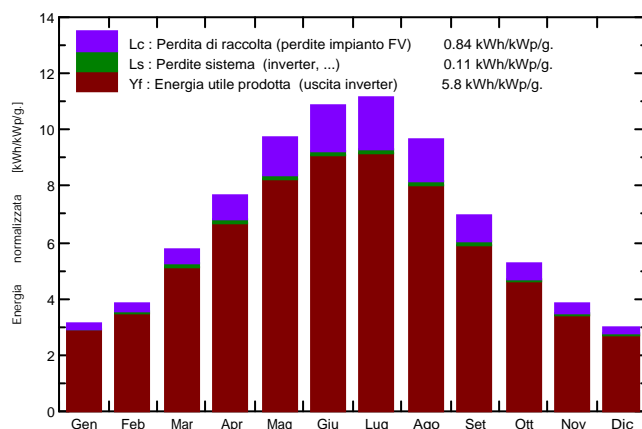
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura	
Orientamento impostato, asse inclinato, inclinazione asse	0°	Azimet asse	0°
Moduli FV	Modello	CS3W-590P 1500VHE	Pnom 590 Wp
Campo FV	Numero di moduli	538.440	Pnom totale 317679,60 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 2500-EV	Pnom 2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	140.0	Pnom totale 310000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Risultati principali di simulazione

Produzione sistema **Energia prodotta 673163085 MWh/anno** Prod. spec. 2119 kWh/kWp/
anno Indice di rendimento PR **85.92 %**

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 140847 kWp

Indice di rendimento PR



S&P 8

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	68.6	30.19	11.78	98.4	96.3	12960	12724	0.918
Febbraio	81.3	41.63	11.49	107.7	105.6	14126	13869	0.914
Marzo	131.3	59.93	13.66	178.0	175.2	22935	22518	0.898
Aprile	169.2	69.20	15.68	229.4	226.6	28815	28278	0.875
Maggio	219.9	74.85	19.86	301.5	298.3	36658	35974	0.847
Giugno	234.7	67.42	23.18	325.9	322.9	39124	38397	0.837
Luglio	247.1	56.84	26.48	346.2	343.6	40692	39935	0.819
Agosto	213.2	61.96	26.62	298.5	295.7	35558	34909	0.830
Settembre	147.9	54.42	23.37	208.3	205.9	25483	25024	0.853
Ottobre	119.6	49.03	20.64	164.3	161.6	20659	20297	0.877
Novembre	81.1	31.75	16.58	115.6	113.3	14896	14633	0.899
Dicembre	65.0	27.19	13.37	92.2	90.1	12075	11858	0.913
Anno	1778.8	624.40	18.60	2465.9	2435.1	303980	298415	0.859

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

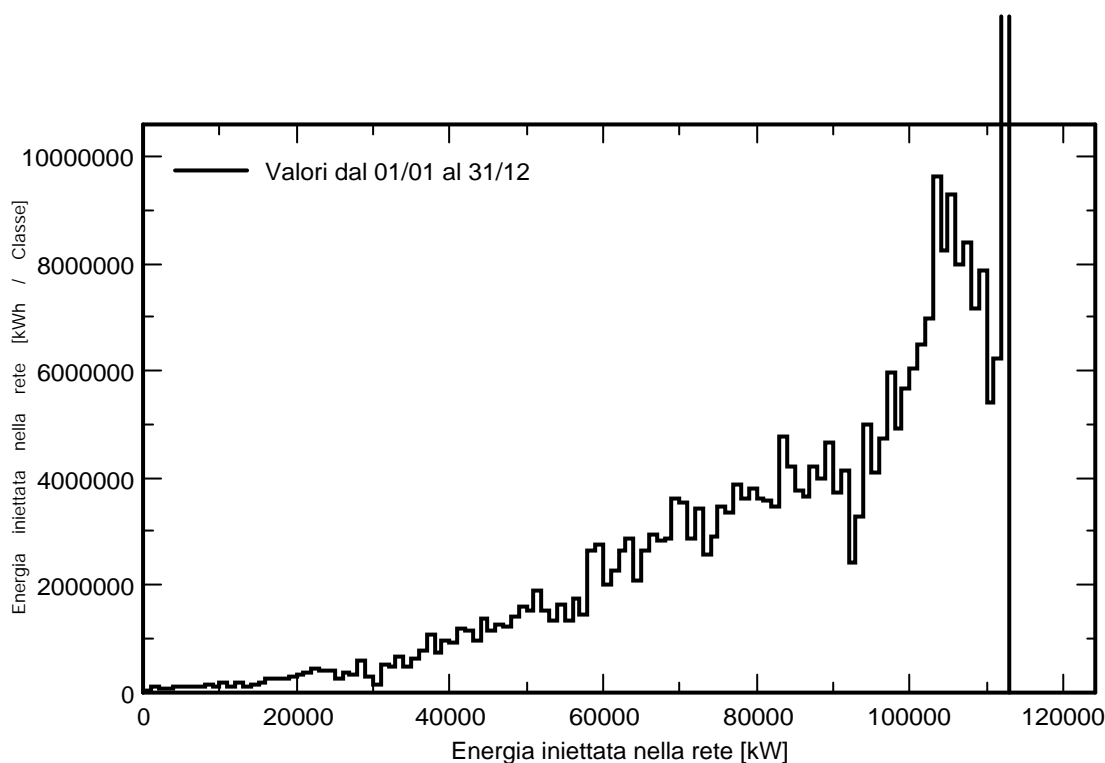
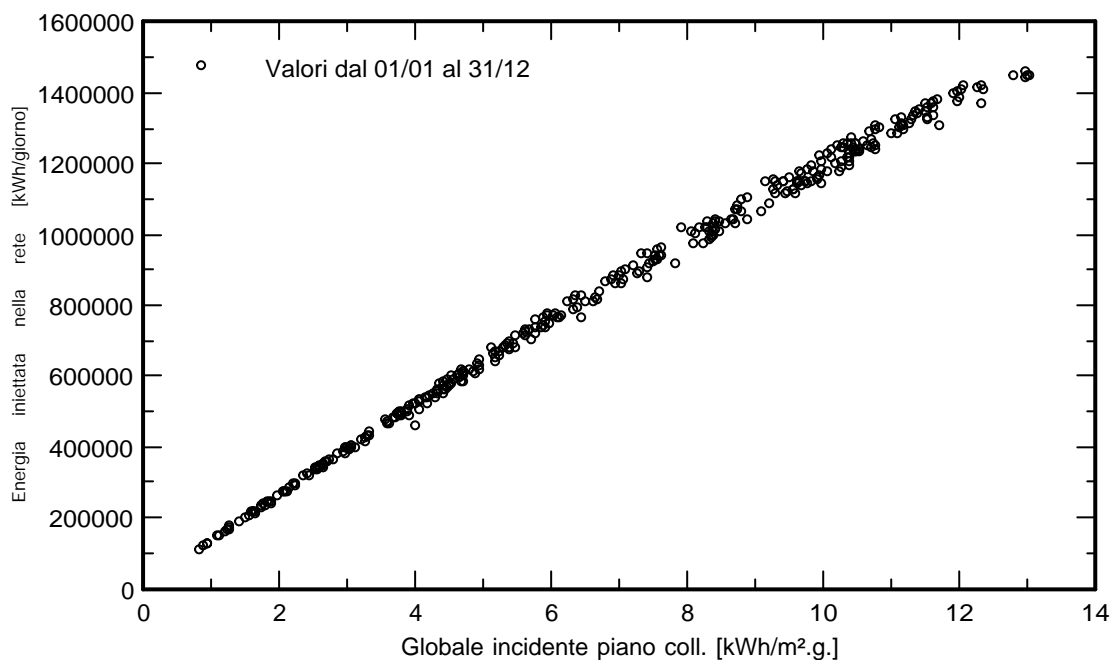
Sistema connesso in rete: Grafici speciali

Progetto : S&P 8 MONREALE - CAMPOREALE

Variante di simulazione : S&P 8

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura	
Orientamento inverter	Inclinazione asse	0°	Azimet asse 0°
Moduli FV	Modello	CS3W-590P 1500VHE	Pnom 590 Wp
Campo FV	Numero di moduli	538440	Pnom totale 317679,60 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 2500-EV	Pnom 2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	45.0	Pnom totale 310000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Diagramma giornaliero entrata/uscita



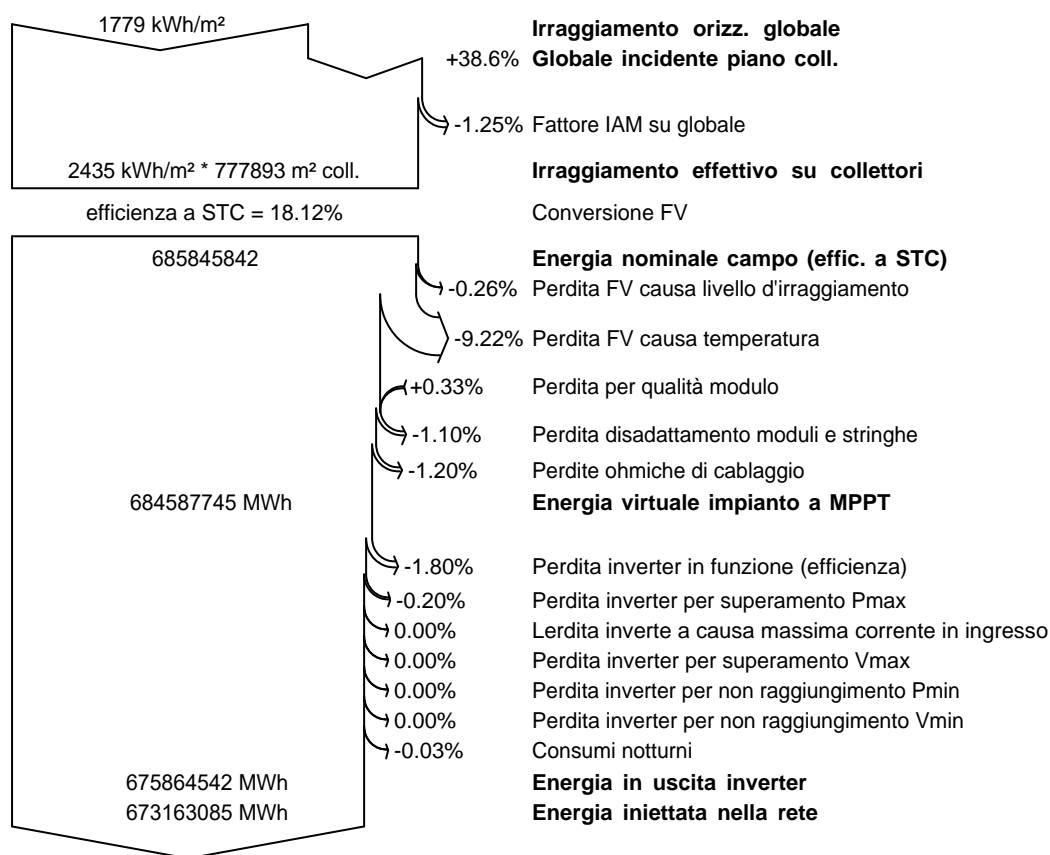
Sistema connesso in rete: Diagramma perdite

Progetto : S&P 8 MONREALE - CAMPOREALE

Variante di simulazione : S&P 8

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura		
Orientamento in seguito a...	Inclinazione asse	0°	Azimut asse	0°
Moduli FV	Modello	CS3W-590P 1500VHE	Pnom	590 Wp
Campo FV	Numero di moduli	538440	Pnom totale	317679,60 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 2500-EV	Pnom	2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	45.0	Pnom totale	310000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Diagramma perdite sull'anno intero



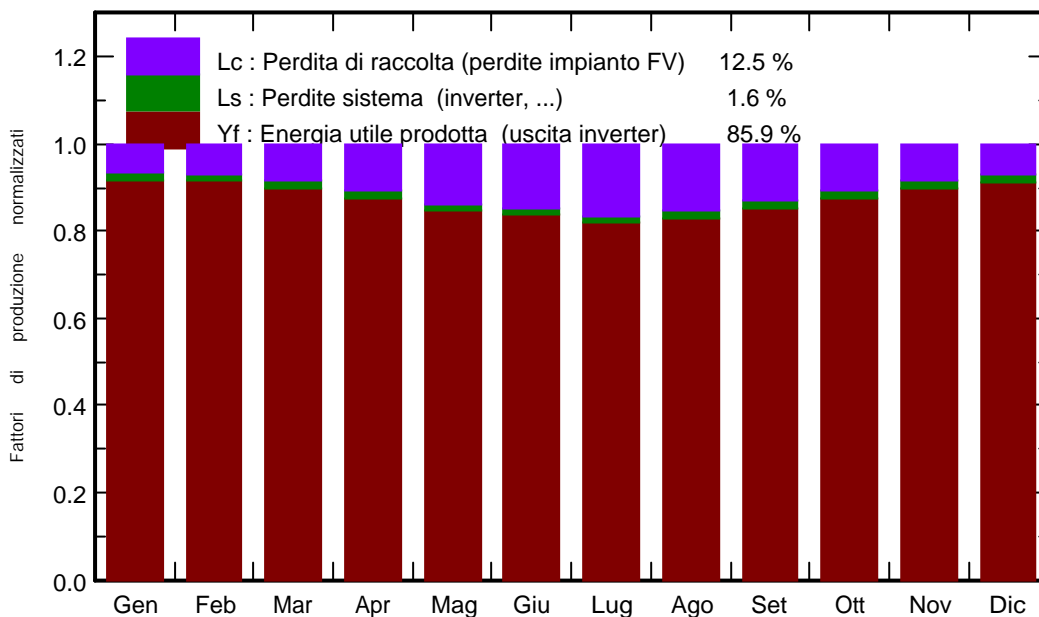
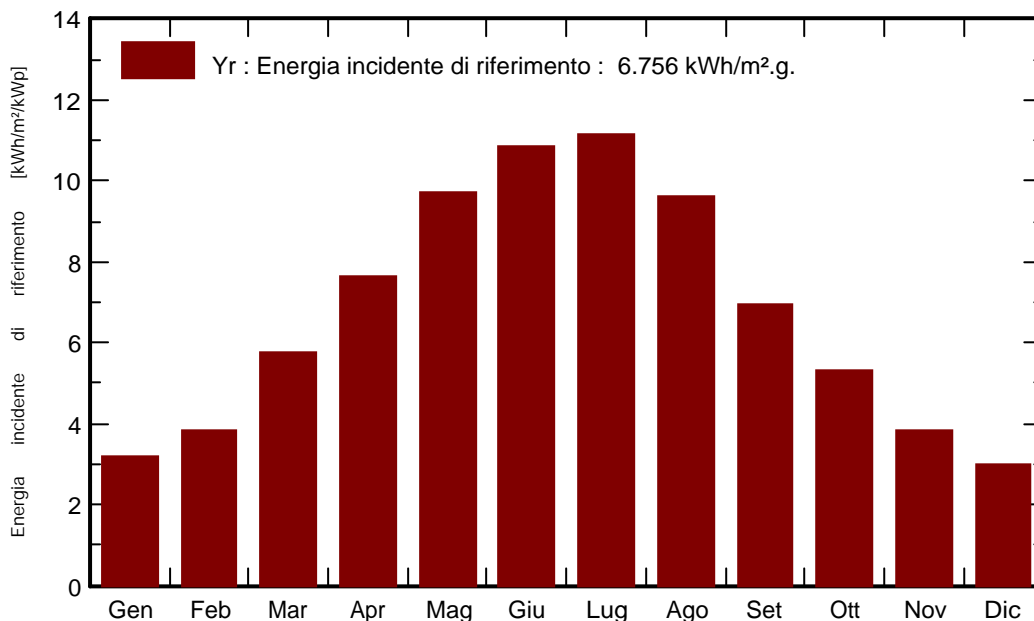
Sistema connesso in rete: Grafici predefiniti

Progetto : S&P 8 MONREALE-CAMPOREALE

Variante di simulazione : S&P 8

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura		
Orientamento impostato, asse inclinato, Inclinazione asse	0°	Azimet asse	0°	
Moduli FV	Modello	CS3W-590P 1500VHE	Pnom	590 Wp
Campo FV	Numero di moduli	538440	Pnom totale	317679,60 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 2500-EV	Pnom	2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	45.0	Pnom totale	310000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)			

Energia incidente di riferimento su piano collettori



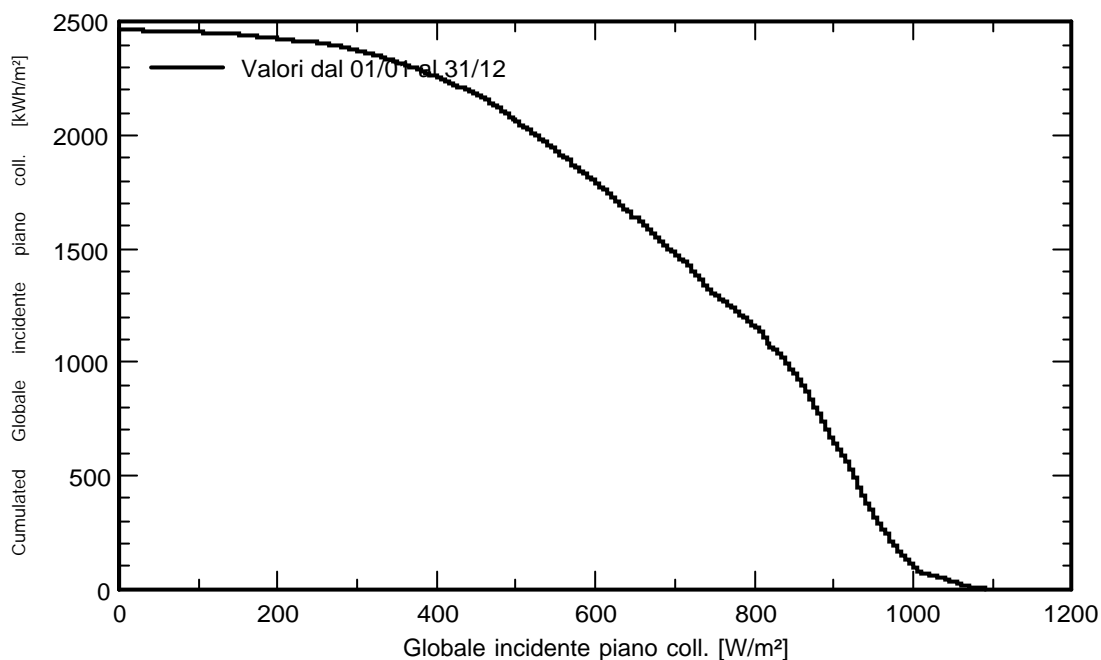
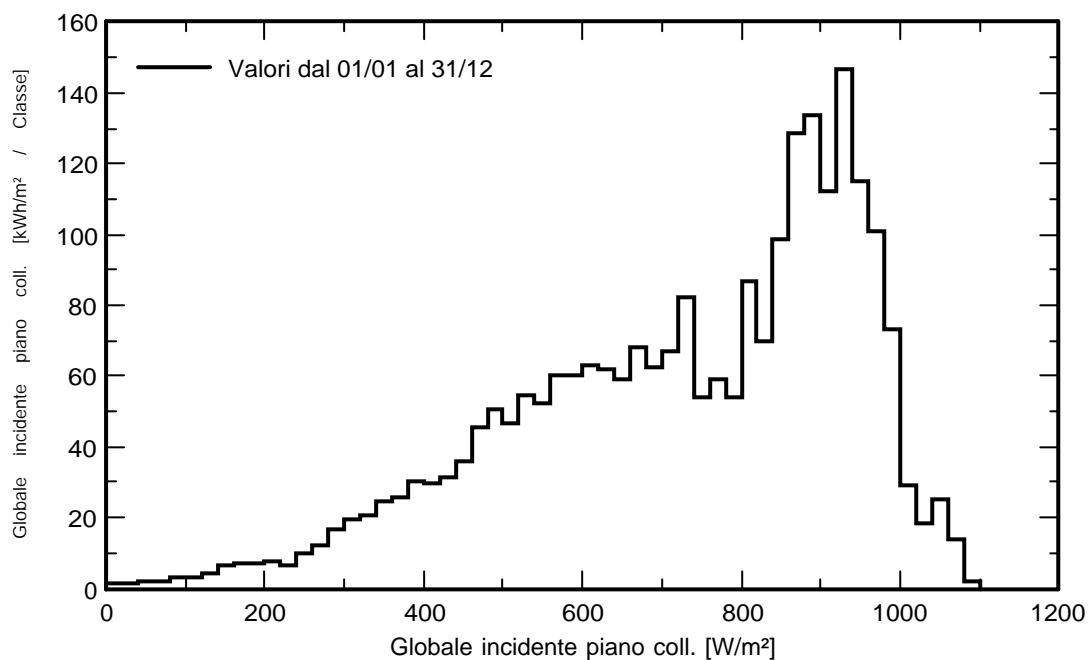
Sistema connesso in rete: Grafici predefiniti

Progetto : S&P 8 MONREALE-CAMPOREALE

Variante di simulazione : S&P 8

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura	
Orientamento impostato, asse inclinato, Inclinazione asse	0°	Azimet asse	0°
Moduli FV	Modello	CS3W-590P 1500VHE	Pnom 590 Wp
Campo FV	Numero di moduli	538440	Pnom totale 317679,60 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 2500-EV	Pnom 2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	45.0	Pnom totale 310000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Distribuzione irraggiamento incidente



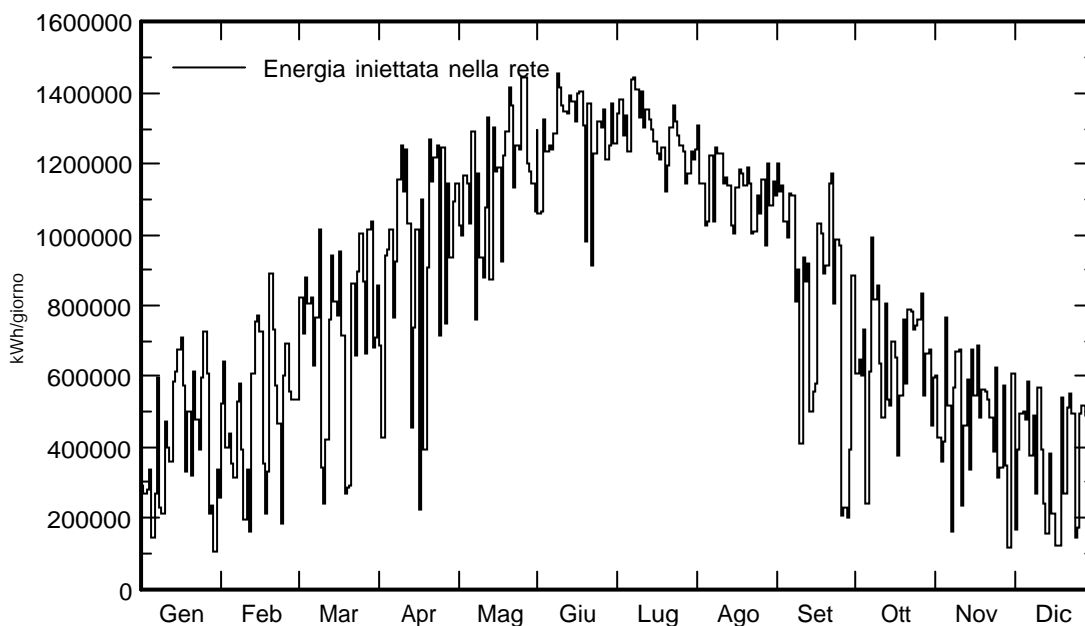
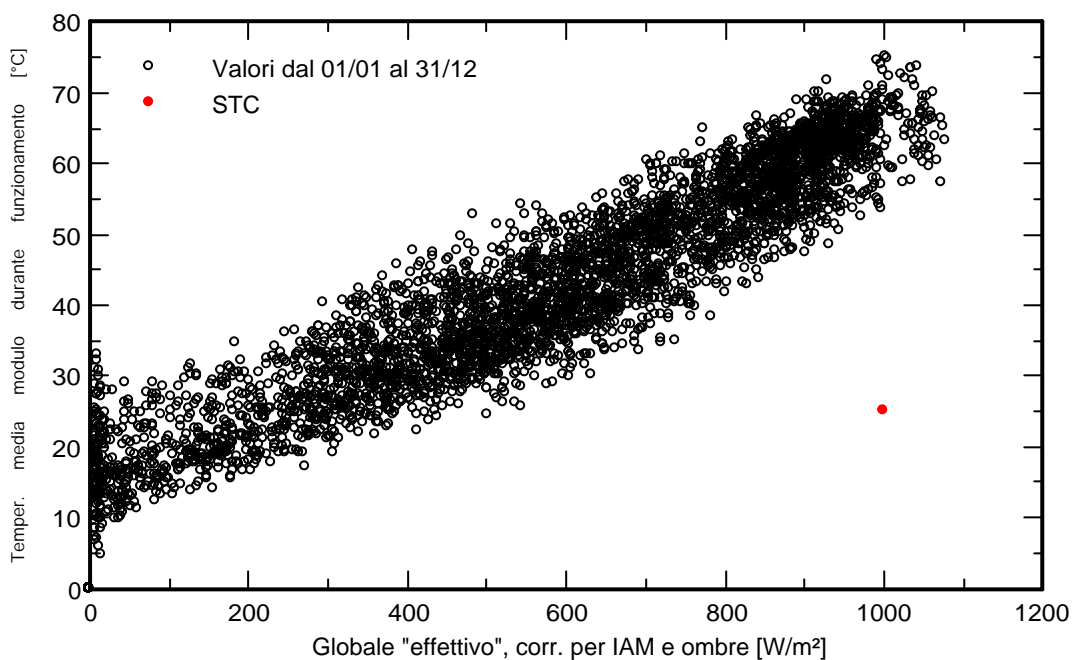
Sistema connesso in rete: Grafici predefiniti

Progetto : S&P 8 MONREALE - CAMPOREALE

Variante di simulazione : S&P 8

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura	
Orientamento in seguito a...	Inclinazione asse	0°	Azimet asse 0°
Moduli FV	Modello	CS3W-590P 1500VHE	Pnom 590 Wp
Campo FV	Numero di moduli	538440	Pnom totale 317679,60 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 2500-EV	Pnom 2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	45.0	Pnom totale 310000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Array Temperature vs. Effective Irradiance



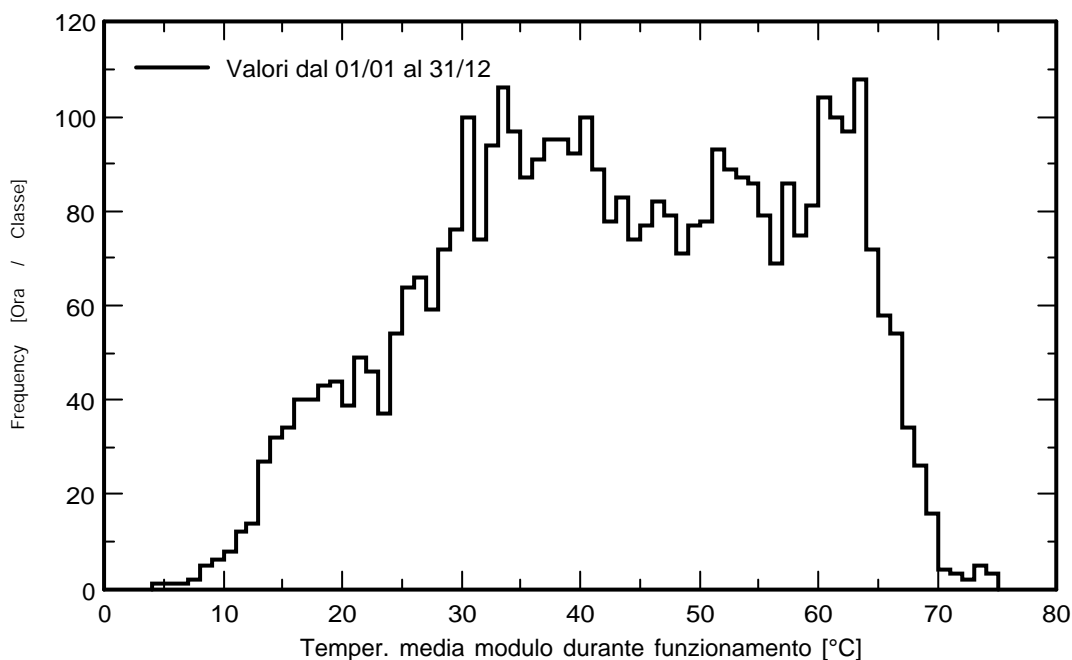
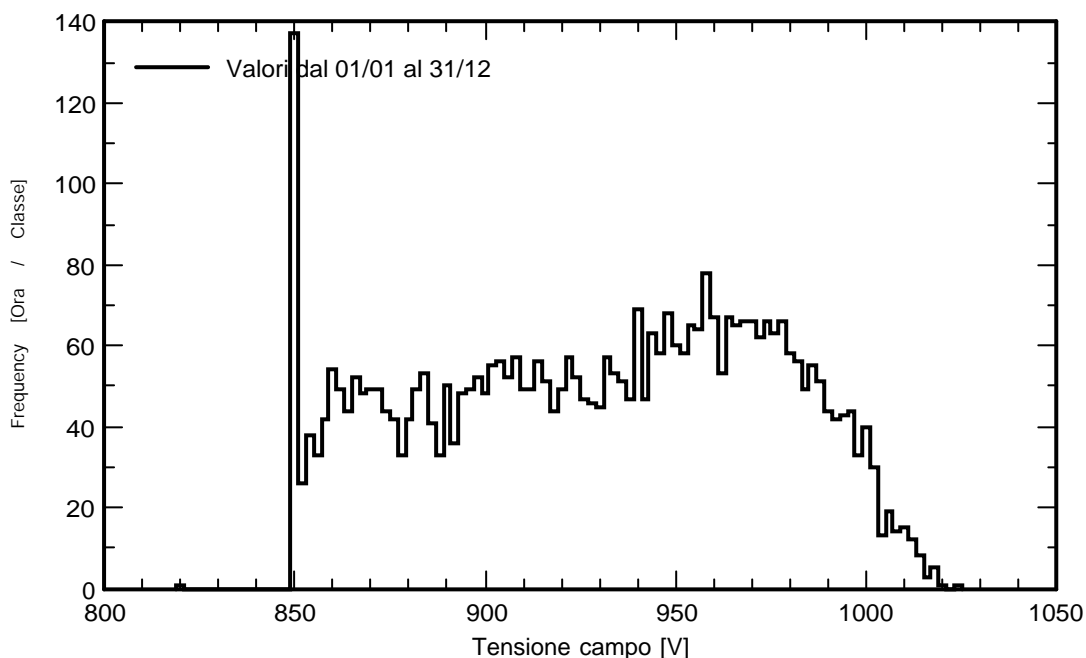
Sistema connesso in rete: Grafici predefiniti

Progetto : **S&P 8 MONREALE - CAMPOREALE**

Variante di simulazione : **S&P 8**

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura	
Orientamento in seguito a, asse inclinato,	Inclinazione asse	0°	Azimut asse 0°
Moduli FV	Modello	CS3W-590P 1500VHE	Pnom 590 Wp
Campo FV	Numero di moduli	538440	Pnom totale 317679,60 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 2500-EV	Pnom 2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	45.0	Pnom totale 310000 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Distribuzione tensione impianto



Sistema connesso in rete: CO2 Balance

Progetto : **S&P 8 MONREALE - CAMPOREALE**

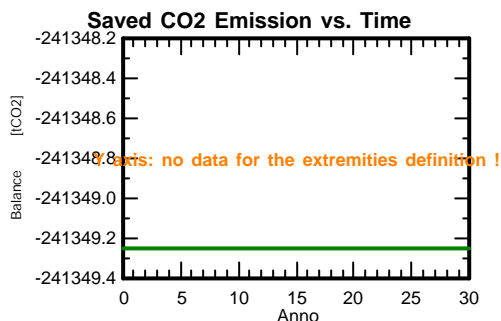
Variante di simulazione : **S&P 8**

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Nessuna scena 3D, nessuna omreggiatura	
Orientamento in seguito a inclinazione, asse inclinato, inclinazione asse	0°	Azimet asse	0°
Moduli FV	Modello	CS3W-590P 1500VHE	Pnom 590 Wp
Campo FV	Numero di moduli	538440	Pnom totale 317 kWp
Inverter	Modello	Sunny Central 2500-EV	Pnom 2500 kW ac
Gruppo di inverter	Numero di unità	45.0	Pnom totale 112500 kW ac
Bisogni dell'utente	Carico illimitato (rete)		

Produced Emissions	Total:	241349.25 tCO2
	Source:	Detailed calculation from table below
Replaced Emissions	Total:	0.0 tCO2
	System production:	298415.36 MWh/a Lifetime: 30 years
		Annual Degradation: 1.0 %
	Grid Lifecycle Emissions:	0 gCO2/kWh
	Source:	Custom value supplied by User
CO2 Emission Balance	Total:	-241349.2 tCO2

System Lifecycle Emissions Details:

Item	Modules	Supports
LCE	1713 kgCO2/kWp	0.01 kgCO2/kg
Quantity	140847 kWp	17605900 kg
Subtotal [kgCO2]	241231816	117431



3 CALCOLO DI PRODUCIBILITA'

3.1 RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA

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

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

In particolare sono stati utilizzati i dati del database MeteoNorm 7.2, aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo.

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

3.2 Perdite del sistema

Di seguito si dà dettaglio delle perdite del sistema, illustrando i criteri di calcolo di ciascuna componente.

3.3 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 individuato in sede di progettazione definitiva risulta pari a pari a -2,4%.

Le **perdite per ombreggiamento lontano** sono relative all'ombreggiamento derivante dal profilo dell'orizzonte nello specifico sito, e sono state calcolate pari a -0,6%.

3.4 Perdite per basso irraggiamento

L'efficienza nominale dei moduli fotovoltaici è misurata al livello di irraggiamento pari a 1000 W/m² ma risulta variabile con lo stesso. Per celle con tecnologia in silicio cristallino la deviazione dell'efficienza segue l'espressione seguente:

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

dove:

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

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

Sulla scorta di tali considerazioni, il valore delle perdite per basso irraggiamento attraverso le simulazioni nel software PVSyst risulta essere pari a +0.2% (guadagno).

3.5 Perdite per temperatura

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

In sede di progetto definitivo è stata effettuata una valutazione di tale parametro, sulla base dei dati climatici aggiornati del sito (database Meteonorm), e della curva del comportamento dei moduli scelti in funzione della temperatura), ottenendo un valore di calcolo pari a -5,7%.

3.6 Perdite per qualità del modulo fotovoltaico

Tale valore tiene in considerazione della tolleranza sulla potenza nominale del modulo fotovoltaico. In particolare, il modulo proposto in progetto ha una tolleranza positiva, in termini percentuali, -0% + 3% sulla potenza nominale di 400W.

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

Secondo tale criterio di pesatura precedentemente richiamato, con la tolleranza positiva del modulo in progetto, il valore di tali perdite è stato calcolato pari a +0,7% (guadagno).

3.7 Perdite per mismatch del generatore fotovoltaico

Sono perdite relative alla naturale non uniformità di prestazioni elettriche fornite dai vari moduli che compongono ogni stringa fotovoltaica e quindi fra una stringa e l'altra.

La disposizione delle strutture, la distribuzione spaziale 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, potendo così calcolare tale perdita ad un valore pari a -1,1%.

3.8 Degradamento delle prestazioni dei moduli fotovoltaici

Il degrado dei moduli fotovoltaici è funzione della tecnologia, del sito di installazione (spettro solare e temperature) e della qualità del prodotto. Generalmente l'andamento del degrado non è lineare: nel primo anno di esposizione la perdita è maggiore fino a stabilizzarsi con un degrado costante negli anni seguenti.

La tipologia di moduli in progetto presenta una garanzia sulla produzione massima al primo anno d'esercizio del 97% e un decadimento annuo successivo massimo del 0,5% per i 30 anni successivi.

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

3.9 Perdite ohmiche di cablaggio

Si tratta di una perdita legata alle sezioni e alla lunghezza dei cavi elettrici e al loro cablaggio. Sulla base del progetto elettrico dell'impianto, con il dimensionamento e la verifica delle linee elettriche BT, MT, AT grazie all'ottimizzazione dei percorsi dei cavi di corrente continua e all'utilizzo di sezioni di cavi per le stringhe di sezione idonea, il valore di tali perdite è stato calcolato pari a -1,4%.

3.10 Perdite sul sistema di conversione

Sono dovute alla curva di efficienza degli inverter in funzione della potenza in uscita e quindi, in prima analisi, dal progetto della macchina in funzione delle condizioni di irraggiamento del sito e di quelle del carico. La stima dipende dal tipo di convertitore utilizzato, marca e dallo schema di trasformazione.

Secondo i calcoli delle perdite di rete con il software PVSyst, imputando nel modello di calcolo i dati dell'inverter in progetto, le perdite sono state calcolate pari al -1,6%.

3.11 Perdite sui circuiti in corrente alternata

In questa voce vanno considerate due componenti:

3.11.1 Perdite circuiti in corrente alternata in BT

Data la prossimità tra inverter e trasformatore queste perdite sono considerate trascurabili.

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

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

Il parametro di perdite sui circuiti in corrente alternata è assunto pari a -0,13%.

3.12 Perdite circuiti in corrente alternata in MT di collegamento alla Stazione

Secondo lo schema unifilare di progetto e il tracciato dell'elettrodotto di collegamento fra la MTR e la stazione, sono state calcolate le perdite della rete MT. Di seguito il calcolo dettagliato.

Il parametro di perdite sui circuiti in corrente alternata è assunto pari a -2,3%.

3.13 Perdite sui trasformatori MT/BT

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

3.14 Perdite sezione AT

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

3.14.1 Disponibilità di esercizio

In sede di progetto è stata effettuata una stima dell'indice di disponibilità garantito, sulla base della propria esperienza di O&M derivante dalla gestione di impianti simili a quello in progetto. Sulla base di quanto sopra esposto, per l'indisponibilità di esercizio sono assunte pari a -1%

3.14.2 Consumi ausiliari

Si stima una perdita sul totale della produzione pari a circa il -1,0%.