



Edison Rinnovabili Spa
Foro Buonaparte, 31 - 20121 Milano

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 53,48 MWp E
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. DA REALIZZARE
NEL COMUNE DI GRAVINA (BA)**

Studio potenziale solare

ELABORATO

PR_11

PROPONENTE:



EDISON RINNOVABILI S.P.A.
Sede legale: Milano (MI),
Foro Buonaparte n. 31 - CAP 20121
P.IVA 12921540154
rinnovabili@pec.edison.it

PROGETTISTI:



Via Caduti di Nassiriya 55
70124- Bari (BA)
pec: atechsrfl@legalmail.it



DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA



Consulenti:

Dott. Agr. Mario STOMACI

Dott. ssa Paola Iannuzziello

Dott. Geol. Michele VALERIO

COORDINATORE DEL PROGETTO:

ecomec s.r.l.

p.iva/c.f. 07539280722
via f. filzi n. 25
70024 gravina in p.(ba)
mail: ecomecsr@gmail.com

EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	DIC 2023	M.C.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

PREMESSA

Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "PEZZE DI PANNI", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 94 601 374.00 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	17 690.46
TEP risparmiate in 20 anni	325 131.27

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO₂	SO₂	NO_x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	462.0	0.540	0.490	0.024
Emissioni evitate in un anno [kg]	43 705 834.79	51 084.74	46 354.67	2 270.43
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	803 265 493.41	938 881.75	851 948.25	41 728.08

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2008

Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

L'elenco completo delle norme alla base della progettazione è riportato in Appendice A.

SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'impianto si sviluppa nel territorio del Comune di Gravina in Puglia (BA), ed è raggiungibile attraverso la Strada Statale SP193 che percorre in adiacenza all'area di intervento. La superficie lorda dell'area di intervento è di circa 73,51 ha destinata complessivamente al progetto agro-energetico e sarà costituito da 7 lotti dotati ciascuno di una propria recinzione.

Disponibilità della fonte solare

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di GRAVINA IN PUGLIA (BA) avente latitudine 40.8211°, longitudine 16.4186° e altitudine di 338 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m ²]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.78	2.73	3.77	5.32	6.55	7.24	7.56	6.63	5.04	3.37	2.04	1.60

Fonte dati: UNI 10349

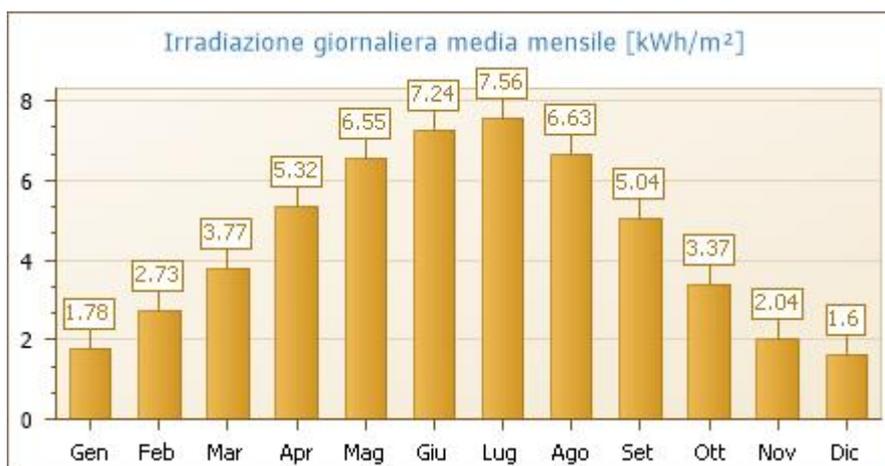


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 634.70 kWh/m²** (Fonte dati: UNI 10349).

Non essendoci la disponibilità, per la località sede dell'impianto, di valori diretti si sono stimati gli stessi mediante la procedura della UNI 10349, ovvero, mediante media ponderata rispetto alla latitudine dei valori di irradiazione relativi a due località di riferimento scelte secondo i criteri della vicinanza e dell'appartenenza allo stesso versante geografico.

La località di riferimento N. 1 è MATERA avente latitudine 40.6658°, longitudine 16.6089° e altitudine di 401 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.30	9.70	13.10	18.40	22.70	25.10	26.50	23.20	17.70	11.60	7.00	5.80

Fonte dati: UNI 10349

La località di riferimento N. 2 è BARI avente latitudine 41.1292°, longitudine 16.8697° e altitudine di 5 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.60	10.10	14.50	20.60	25.30	28.00	28.60	25.20	19.00	13.20	8.00	5.70

Fonte dati: UNI 10349

Fattori morfologici e ambientali

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di GRAVINA IN PUGLIA:

DIAGRAMMA SOLARE

GRAVINA IN PUGLIA (BA) - Lat. 40°.8211 - Long. 16°.4186 - Alt. 338 m
Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

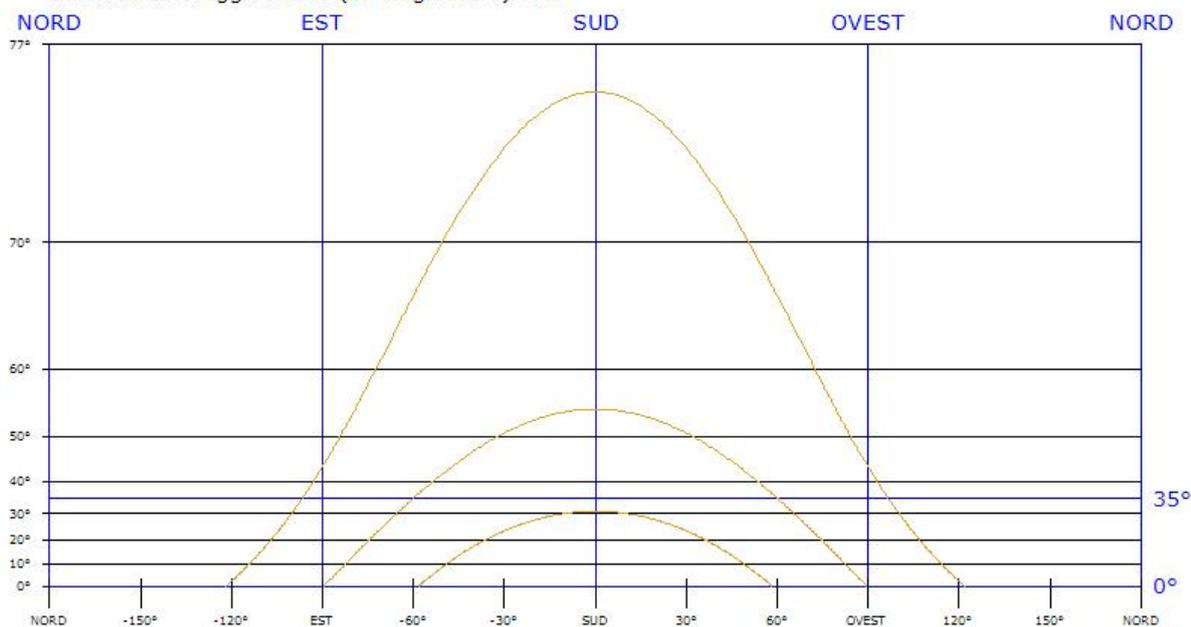


Fig. 2: Diagramma solare

Albedo

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477:

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'albedo medio annuo è pari a **0.20**.

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Procedure di calcolo

Criterio generale di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

Criterio di verifica elettrica

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a 38 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ($V_{mppt\ min}$).

Tensione nel punto di massima potenza, V_m , a 5 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ($V_{mppt\ max}$).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a 5 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto, V_{oc} , a 5 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata, I_{sc} , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento compreso tra il 70% e 120%.

Per dimensionamento si intende il rapporto di potenze tra l'inverter e il generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).



Impianto PEZZE DI PANNI

L'impianto, denominato "PEZZE DI PANNI", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in media tensione.

Ha una potenza totale pari a **53 484.76 kW** e una produzione di energia annua pari a **94 601 374.00 kWh**, derivante da 79 828 moduli che occupano una superficie di 247 945.77 m², ed è composto da 10 generatori.

Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	Edison Rinnovabili S.P.A.
Indirizzo	Località Pezze dei Panni
CAP Comune (Provincia)	70024 GRAVINA IN PUGLIA (BA)
Latitudine	40.8211°
Longitudine	16.4186°
Altitudine	338 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 634.70 kWh/m²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	247 945.77 m²
Numero totale moduli	79 828
Numero totale inverter	16
Energia totale annua	94 601 374.00 kWh
Potenza totale	53 484.76 kW
Potenza fase L1	17 828.25 kW
Potenza fase L2	17 828.25 kW
Potenza fase L3	17 828.25 kW
BOS	88.23 %

Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **94 601 374.00 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

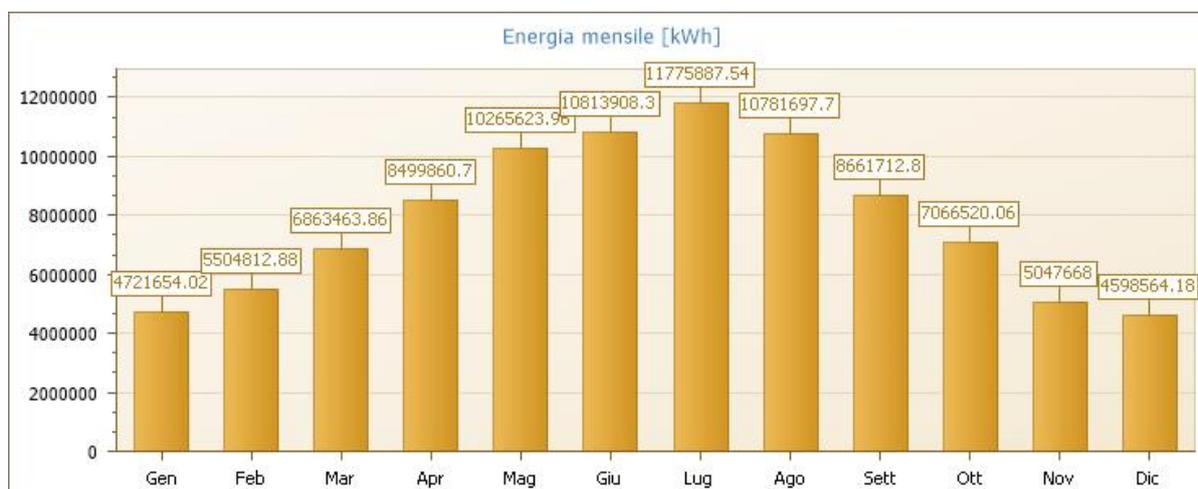


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

Specifiche degli altri componenti dell'impianto *PEZZE DI PANNI*

Generatore *Inverter SMA 2660 138 stringhe*

Il generatore, denominato “Inverter SMA 2660 138 stringhe”, ha una potenza pari a **2 588.88 kW** e una produzione di energia annua pari a **4 579 089.19 kWh**, derivante da 3864 moduli con una superficie totale dei moduli di 12 001.58 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	2 588.88 kW
Energia totale annua	4 579 089.19 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	3864
Numero di stringhe per ogni inverter	138
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	12 001.58 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 2660 UP
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	102.75 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (880.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 325.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	

Generatore Inverter SMA 3060 137 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 3060 137 stringhe”, ha una potenza pari a **2 570.12 kW** e una produzione di energia annua pari a **4 545 909.54 kWh**, derivante da 3836 moduli con una superficie totale dei moduli di 11 914.62 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	2 570.12 kW
Energia totale annua	4 545 909.54 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	3836
Numero di stringhe per ogni inverter	137
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	11 914.62 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 2660 UP
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	103.50 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (880.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 325.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	

Generatore Inverter SMA 2660 81 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 2660 81 stringhe”, ha una potenza pari a **1 519.56 kW** e una produzione di energia annua pari a **2 687 729.19 kWh**, derivante da 2268 moduli con una superficie totale dei moduli di 7 044.41 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	1 519.56 kW
Energia totale annua	2 687 729.19 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	2268
Numero di stringhe per ogni inverter	81
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	7 044.41 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 2660 UP
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	175.05 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (880.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 325.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
------------------	--

Generatore Inverter SMA 4000 244 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 4000 244 stringhe”, ha una potenza pari a **4 577.44 kW** e una produzione di energia annua pari a **8 096 366.58 kWh**, derivante da 6832 moduli con una superficie totale dei moduli di 21 220.19 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	4 577.44 kW
Energia totale annua	8 096 366.58 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	6832
Numero di stringhe per ogni inverter	244
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	21 220.19 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 4000 UP
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	87.39 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (880.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
------------------	--

Generatore Inverter SMA 3060 142 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 3060 142 stringhe”, ha una potenza pari a **5 327.84 kW** e una produzione di energia annua pari a **9 423 637.00 kWh**, derivante da 7952 moduli con una superficie totale dei moduli di 24 698.91 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	5 327.84 kW
Energia totale annua	9 423 637.00 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	7952
Numero di stringhe per ogni inverter	142
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	24 698.91 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 3060 UP
Numero totale	2
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	114.87 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (976.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 325.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	

Generatore Inverter SMA 4000 220 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 4000 220 stringhe”, ha una potenza pari a **12 381.60 kW** e una produzione di energia annua pari a **21 900 003.32 kWh**, derivante da 18480 moduli con una superficie totale dei moduli di 57 398.88 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	12 381.60 kW
Energia totale annua	21 900 003.32 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	18480
Numero di stringhe per ogni inverter	220
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	57 398.88 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 4000 UP
Numero totale	3
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	96.92 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (880.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	

Generatore Inverter SMA 4000 227 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 4000 227 stringhe”, ha una potenza pari a **4 258.52 kW** e una produzione di energia annua pari a **7 532 272.69 kWh**, derivante da 6356 moduli con una superficie totale dei moduli di 19 741.74 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	4 258.52 kW
Energia totale annua	7 532 272.69 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	6356
Numero di stringhe per ogni inverter	227
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	19 741.74 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 4000 UP
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	93.93 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (880.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	

Generatore Inverter SMA 4000 238 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 4000 238 stringhe”, ha una potenza pari a **4 464.88 kW** e una produzione di energia annua pari a **7 897 274.14 kWh**, derivante da 6664 moduli con una superficie totale dei moduli di 20 698.38 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	4 464.88 kW
Energia totale annua	7 897 274.14 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	6664
Numero di stringhe per ogni inverter	238
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	20 698.38 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 4000 UP
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	89.59 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (880.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	

Generatore Inverter SMA 3060 170 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 3060 170 stringhe”, ha una potenza pari a **12 756.80 kW** e una produzione di energia annua pari a **22 563 637.03 kWh**, derivante da 19040 moduli con una superficie totale dei moduli di 59 138.24 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	12 756.80 kW
Energia totale annua	22 563 637.03 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	19040
Numero di stringhe per ogni inverter	170
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	59 138.24 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 3060 UP
Numero totale	4
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	95.95 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (976.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 325.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	

Generatore Inverter SMA 3060 162 stringhe

Il generatore, denominato “Inverter SMA 3060 162 stringhe”, ha una potenza pari a **3 039.12 kW** e una produzione di energia annua pari a **5 375 455.32 kWh**, derivante da 4536 moduli con una superficie totale dei moduli di 14 088.82 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	Non complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Mobile ad un asse orizzontale
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	90°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1 922.07 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	3 039.12 kW
Energia totale annua	5 375 455.32 kWh

Modulo	
Marca – Modello	TITAN - RSM132-8-670M
Numero totale moduli	4536
Numero di stringhe per ogni inverter	162
Numero di moduli per ogni stringa	28
Superficie totale moduli	14 088.82 m²

Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 3060 UP
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 200 %)	100.69 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (5 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (38 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 38 °C (1 035.44 V) maggiore di V _{mppt} min. (976.00 V)	VERIFICATO
V _m a 5 °C (1 142.05 V) minore di V _{mppt} max. (1 325.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a 5 °C (1 356.81 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	

APPENDICE A

Moduli utilizzati

DATI GENERALI

Codice	M.D.002
Marca	TITAN
Modello	RSM132-8-670M
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo [€]	0.00

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco [W]	670.0 W
Im [A]	17.42
Isc [A]	18.43
Efficienza [%]	22.50
Vm [V]	38.48
Voc [V]	46.15

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc [%/°C]	-0.2500
Coeff. Termico Isc [%/°C]	0.040
NOCT [°C]	25.0
Vmax [V]	1 500.00

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza [mm]	2 384.00
Larghezza [mm]	1 303.00
Superficie [m ²]	3.106
Spessore [mm]	36.00
Peso [kg]	33.40
Numero celle	156

APPENDICE D

Inverter utilizzati

DATI GENERALI

Codice	I.D.001
Marca	SMA
Modello	Sunny Central 2660 UP
Tipo fase	Trifase
Prezzo [€]	0.00

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

VMppt min [V]	880.00
VMppt max [V]	1 325.00
Imax [A]	3 200.00
Vmax [V]	1 500.00
potenza MAX [W]	2 660 000
Numero MPPT	1

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale [W]	2 660 000
Tensione nominale [V]	600
Rendimento max [%]	98.70
Distorsione corrente [%]	3
Frequenza [Hz]	50
Rendimento europeo [%]	98.60

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH [mm]	2815x2318x1588
Peso [kg]	3 400.00

CERTIFICAZIONI

Certificazioni	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08
----------------	--

DATI GENERALI

Codice	I.D.003
Marca	SMA
Modello	Sunny Central 4000 UP
Tipo fase	Trifase
Prezzo [€]	0.00

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

VMppt min [V]	880.00
VMppt max [V]	1 500.00
Imax [A]	4 750.00
Vmax [V]	1 500.00
potenza MAX [W]	4 000 000
Numero MPPT	1

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale [W]	4 000 000
Tensione nominale [V]	600
Rendimento max [%]	98.80
Distorsione corrente [%]	3
Frequenza [Hz]	50
Rendimento europeo [%]	98.70

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH [mm]	2815x2318x1588
Peso [kg]	3 700.00

CERTIFICAZIONI

Certificazioni	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08
----------------	--

DATI GENERALI

Codice	I.D.003
Marca	SMA
Modello	Sunny Central 3060 UP
Tipo fase	Trifase
Prezzo [€]	0.00

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

VMppt min [V]	976.00
VMppt max [V]	1 325.00
Imax [A]	3 200.00
Vmax [V]	1 500.00
potenza MAX [W]	3 060 000
Numero MPPT	1

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale [W]	3 060 000
Tensione nominale [V]	690
Rendimento max [%]	98.70
Distorsione corrente [%]	3
Frequenza [Hz]	50
Rendimento europeo [%]	98.60

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH [mm]	2815x2318x1588
Peso [kg]	3 400.00

CERTIFICAZIONI

Certificazioni	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08
----------------	--