

Regione
Basilicata



COMUNE DI
GENZANO DI LUCANIA



Provincia
Potenza



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 19.986,12 KWp
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. DA REALIZZARE
NEL COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)**

Studio del 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

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

PROGETTISTI:



Via Caduti di Nassiriyah 55
70124- Bari (BA)
pec: atechsr@gmail.com

DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA

Consulenti:

Dott. Agr. Mario STOMACI

Dott. ssa Adele BARBIERI

Dott. Geol. Michele VALERIO



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	AGO 2023	B.B.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

INDICE

INDICE	1
PREMESSA	3
Valenza dell'iniziativa	3
Attenzione per l'ambiente	3
Risparmio sul combustibile	3
Emissioni evitate in atmosfera	4
Normativa di riferimento	4
SITO DI INSTALLAZIONE	5
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	5
Disponibilità della fonte solare	5
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	5
Fattori morfologici e ambientali	7
Ombreggiamento	7
Albedo	7
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	9
Procedure di calcolo	9
Criterio generale di progetto	9
Criterio di stima dell'energia prodotta	9
Criterio di verifica elettrica	10
Impianto <i>GENZANO</i>	12
Scheda tecnica dell'impianto	12
Energia prodotta	13
Generatore <i>Inverter SMA 3060</i>	14
Scheda tecnica	14
Verifiche elettriche	15
Generatore <i>Inverter SMA 4000</i>	16
Scheda tecnica	16
Verifiche elettriche	17



Consulenza: **Atech Srl**

Proponente: **Edison Rinnovabili SpA**

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 19.986,12 kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi nel Comune di Genzano di Lucania (PZ)

APPENDICE A

Moduli utilizzati 18

APPENDICE B

Inverter utilizzati 19



PREMESSA

Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "GENZANO", 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, 31 661 494.73 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	5 920.70
TEP risparmiate in 20 anni	108 815.99

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]	14 627 610.57	17 097.21	15 514.13	759.88
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	268 839 501.07	314 227.99	285 132.80	13 965.69

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

La descrizione del sito in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico è la seguente:
agro del comune di Genzano di Lucania (PZ)

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 GENZANO DI LUCANIA (PZ) avente latitudine 40.8503°, longitudine 16.0331° e altitudine di 587 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/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.67	2.47	3.61	4.94	6.08	7.03	7.22	6.22	4.67	3.19	2.03	1.53

Fonte dati: UNI 10349



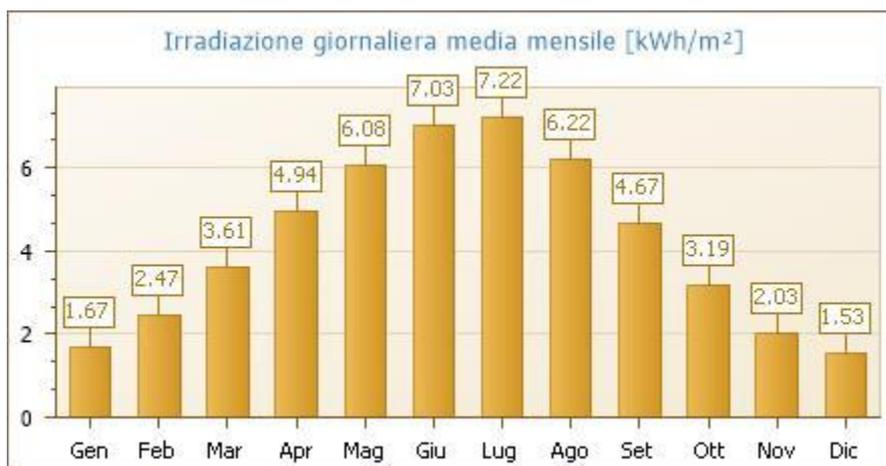


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 544.38 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 POTENZA avente latitudine 40.6389°, longitudine 15.8033° e altitudine di 819 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
6.00	8.90	13.00	17.80	21.90	25.30	26.00	22.40	16.80	11.50	7.30	5.50

Fonte dati: UNI 10349

La località di riferimento N. 2 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



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 GENZANO DI LUCANIA:

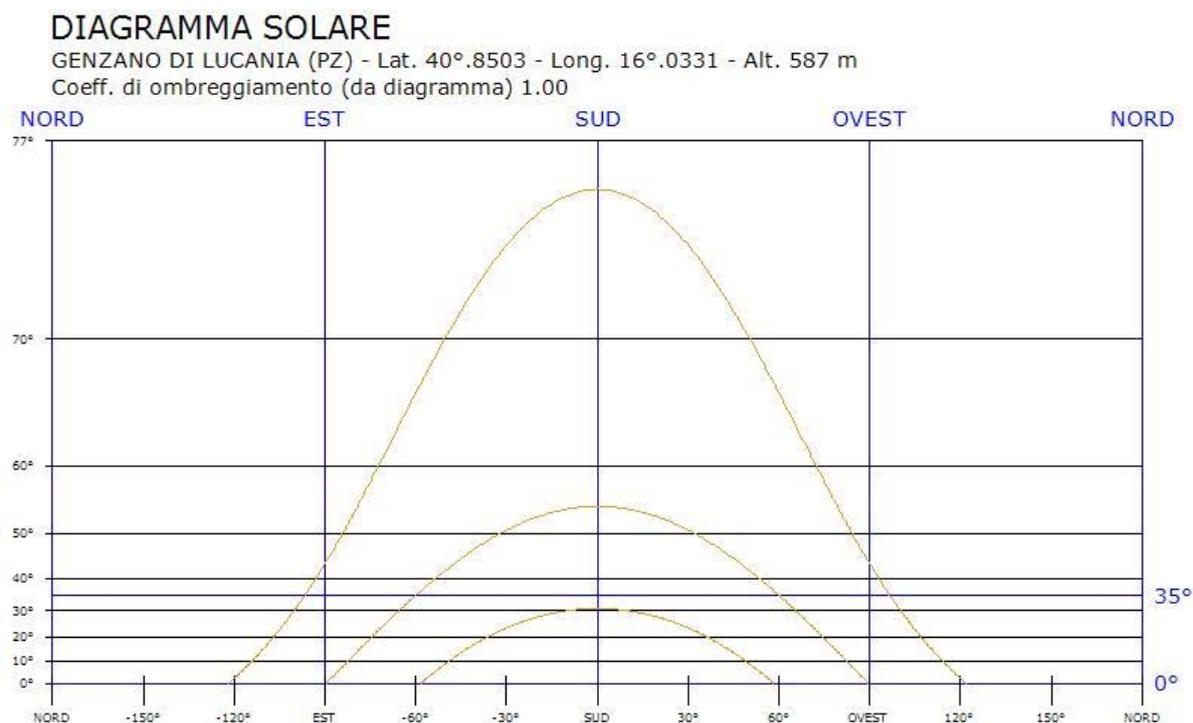


Fig. 2: Diagramma solare

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



Consulenza: **Atech Srl**

Proponente: **Edison Rinnovabili SpA**

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 19.986,12 kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi nel Comune di Genzano di Lucania (PZ)

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 ($V_{mppt \text{ min}}$).

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

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, Voc, a 5 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto, Voc, a 5 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata, Isc, 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 **GENZANO**

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

Ha una potenza totale pari a **19 986.12 kW** e una produzione di energia annua pari a **31 661 494.73 kWh**, derivante da 31 724 moduli che occupano una superficie di 88 668.58 m², ed è composto da 2 generatori.

Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Comune (Provincia)	GENZANO DI LUCANIA (PZ)
Latitudine	40.8503°
Longitudine	16.0331°
Altitudine	587 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 544.38 kWh/m²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	88 668.58 m²
Numero totale moduli	31 724
Numero totale inverter	6
Energia totale annua	31 661 494.73 kWh
Potenza totale	19 986.12 kW
Potenza fase L1	6 662.04 kW
Potenza fase L2	6 662.04 kW
Potenza fase L3	6 662.04 kW
BOS	88.23 %



Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **31 661 494.73 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

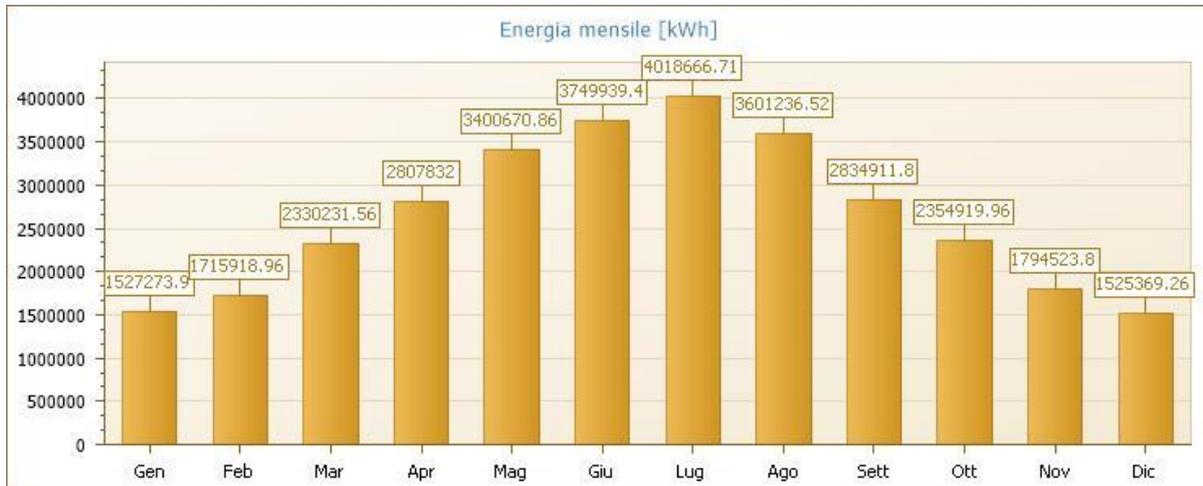


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto



Generatore Inverter SMA 3060

Il generatore, denominato "Inverter SMA 3060", ha una potenza pari a **16 632.00 kW** e una produzione di energia annua pari a **26 347 983.32 kWh**, derivante da 26400 moduli con una superficie totale dei moduli di 73 788.00 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	1 798.92 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 377.14 m²
Estensione totale utilizzata	314 377.14 m²
Potenza totale	16 632.00 kW
Energia totale annua	26 347 983.32 kWh

Modulo	
Marca – Modello	JA SOLAR - JAM78D40-630/GB/1500V
Numero totale moduli	26400
Numero di stringhe per ogni inverter	220
Numero di moduli per ogni stringa	24
Superficie totale moduli	73 788.00 m²



Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 3060 UP
Numero totale	5
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 135 %)	91.99 % (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	
Vm a 38 °C (1 071.58 V) maggiore di Vmppt min. (976.00 V)	VERIFICATO
Vm a 5 °C (1 186.17 V) minore di Vmppt max. (1 325.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a 5 °C (1 405.05 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a 5 °C (1 405.05 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (3 172.40 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (3 200.00 A)	VERIFICATO



Generatore Inverter SMA 4000

Il generatore, denominato "Inverter SMA 4000", ha una potenza pari a **3 354.12 kW** e una produzione di energia annua pari a **5 313 511.41 kWh**, derivante da 5324 moduli con una superficie totale dei moduli di 14 880.58 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	1 798.92 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Estensione totale disponibile	314 273.96 m²
Estensione totale utilizzata	314 273.96 m²
Potenza totale	3 354.12 kW
Energia totale annua	5 313 511.41 kWh

Modulo	
Marca – Modello	JA SOLAR - JAM78D40-630/GB/1500V
Numero totale moduli	5324
Numero di stringhe per ogni inverter	242
Numero di moduli per ogni stringa	22
Superficie totale moduli	14 880.58 m²



Inverter	
Marca – Modello	SMA - Sunny Central 4400 UP
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 135 %)	131.18 % (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	
Vm a 38 °C (982.28 V) maggiore di Vmppt min. (880.00 V)	VERIFICATO
Vm a 5 °C (1 087.32 V) minore di Vmppt max. (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a 5 °C (1 287.96 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 500.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a 5 °C (1 287.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (3 489.64 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (4 750.00 A)	VERIFICATO



APPENDICE A

Moduli utilizzati

DATI GENERALI

Codice	M.D.001
Marca	JA SOLAR
Modello	JAM78D40-630/GB/1500V
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo [€]	0.00

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco [W]	630.0 W
Im [A]	13.54
Isc [A]	14.42
Efficienza [%]	22.50
Vm [V]	46.53
Voc [V]	55.65

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc [%/°C]	-0.2600
Coeff. Termico Isc [%/°C]	0.046
NOCT [°C]	25.0
Vmax [V]	1 500.00

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza [mm]	2 465.00
Larghezza [mm]	1 134.00
Superficie [m ²]	2.795
Spessore [mm]	35.00
Peso [kg]	33.40
Numero celle	156



APPENDICE B

Inverter utilizzati

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
----------------	---



Consulenza: **Atech Srl**

Proponente: **Edison Rinnovabili SpA**

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 19.986,12 kWp e relative opere di connessione alla RTN da realizzarsi nel Comune di Genzano di Lucania (PZ)

**4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du
23/04/08**



Elaborato: **Relazione descrittiva del piano particellare di esproprio**

Rev. 0 – Agosto 2023

Pagina 20 di 21

DATI GENERALI

Codice	I.D.002
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]	660
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
----------------	--

