



COMUNE DI CERIGNOLA
PROVINCIA DI FOGGIA

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 42,06 MWp (36 MW + 15 MW in immissione) nel comune di Cerignola (FG) in località "Marana di Lupara", delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili

PROGETTO DEFINITIVO

Calcoli preliminari degli impianti elettrici

COD. ID.					
Livello prog.		Tipo documentazione	N. elaborato	Data	Scala
PD		Definitiva	4.2.11.2	11/2022	-

Nome file	
-----------	--

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	NOVEMBRE 2022	PRIMA EMISSIONE		MAGNOTTA	MAGNOTTA

COMMITTENTE:

MAXIMA PV3 S.R.L.

Via Marco Partipilo, N. 48
70124 BARI (BA) ITALIA
P.IVA: 08691770724

MAXIMA PV 3 S.r.l.

Via Marco Partipilo, 48
70124 Bari (BA) - Italy
C.F. e P. va 08691770724

PROGETTAZIONE:



MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.

Direttore tecnico: Ing. Massimo Magnotta
via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI
pec: gpsd@pec.it
P.IVA: 06948690729



CONSULENTI:

Ing. Sabrina Scaramuzzi

Viale Luigi De Laurentis, 6 int.20, 70124 Bari (BA) Italia
Tel./fax. 080 2082652 - 328 5589821
e-mail: progettoacustica@gmail.com - sabrina.scaramuzzi@ingpec.eu

Dott. Antonio Mesisca

Via A. Moro, B/5, 82021 Apice (BN), Italia
Tel. 327 1616306
e-mail: mesisca.antonio@virgilio.it

Dott. Geol. Rocco Porsia

Via Tacito, 31, 75100 Matera (MT) Italia
Tel: +39 3477151670
e-mail: r.porsia@laboratorioterre.it

Dott. For. Marina D'Este

Via Gianbattista Bonazzi, 21 70124 Bari (BA), Italia
Tel. +39 3406185315
e-mail: m.deste20@gmail.com

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00					Novembre 2022			1 di 52	

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	2
SITO DI INSTALLAZIONE	2
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	2
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	3
EMISSIONI.....	3
RADIAZIONE SOLARE.....	3
Tabella di radiazione solare sul piano orizzontale	3
Tabella produzione energia	4
Esposizione.....	4
Esposizione N-S.....	5
Strutture di sostegno	6
Architettura dell'impianto	7
Campo A	7
Campo B	14
Campo C	21
Campo D.....	27
RIFERIMENTI NORMATIVI	34
CONCLUSIONI	36

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	2 di 52	

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 35,928 kW e potenza di picco di 42,063.84 kWp.

PROPONENTE	
Proponente:	Maxima PV3 s.r.l.
Indirizzo:	Via Marco Partipilo, 48

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Provincia di Foggia 71042 SP77
Latitudine:	041°23'39"N
Longitudine:	015°54'34"E
Altitudine:	120 m
Fonte dati climatici:	ENEA
Albedo:	0 %

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma ENEA e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (*da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento*):

in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00					Novembre 2022			3 di 52	

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 4 campi fotovoltaici composti da n° 78624 moduli fotovoltaici e da n° 19 inverter, suddivisi in 4 Power Conversion Units.

La potenza di picco è di 42,063.84 kWp per una produzione di 58,208,340.8 kWh annui distribuiti su una superficie di 198,918.72 m².

Modalità di connessione alla rete Trifase in Media tensione con tensione di fornitura 20,000 V.

EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	40,794.01 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	51,354.89 kg
Polveri:	1,822.27 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	30,357.37 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	1,783.74 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	343.62 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	13,387.92 TEP

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma ENEA, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Provincia di Foggia.

Tabella di radiazione solare sul piano orizzontale

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	6.6	204.6
Febbraio	9.2	257.6
Marzo	14.1	437.1

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:

CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	4 di 52

Aprile	18.2	546
Maggio	21.8	675.8
Giugno	23.9	717
Luglio	23.6	731.6
Agosto	20.7	641.7
Settembre	16	480
Ottobre	11.5	356.5
Novembre	7.4	222
Dicembre	6	186

Tabella produzione energia

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	70292.975	2179082.217
Febbraio	97699.396	2735583.095
Marzo	149671.236	4639808.311
Aprile	193793.508	5813805.252
Maggio	233261.241	7231098.462
Giugno	256475.339	7694260.169
Luglio	252917.188	7840432.835
Agosto	220819.63	6845408.521
Settembre	169974.969	5099249.069
Ottobre	122060.449	3783873.93
Novembre	78736.524	2362095.716
Dicembre	63988.492	1983643.255

Esposizione

L'impianto fotovoltaico è composto da 4 campi distribuiti su 1 esposizione come di seguito definita:

Descrizione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
-------------	--------------------	---------	---------	-------

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	5 di 52	

Esposizione N-S	Inseguitore ad un asse (azimutale)	0°	0°	0 %
-----------------	---------------------------------------	----	----	-----

Esposizione N-S

L'impianto fotovoltaico sarà esposto N-S con un sistema di inseguimento ad un asse per massimizzare l'irradiazione giornaliera ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0.00° (tilt).
 La produzione di energia dell'esposizione N-S è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

Diagramma di ombreggiamento

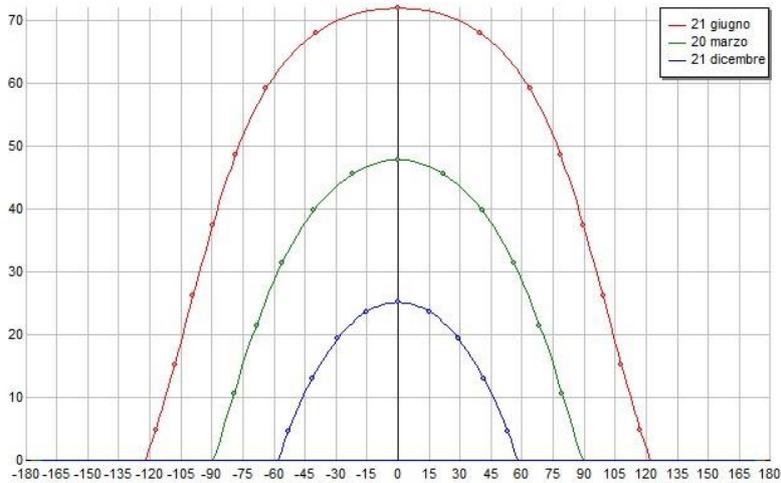


Diagramma radiazione solare

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:**CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI****Rev:**

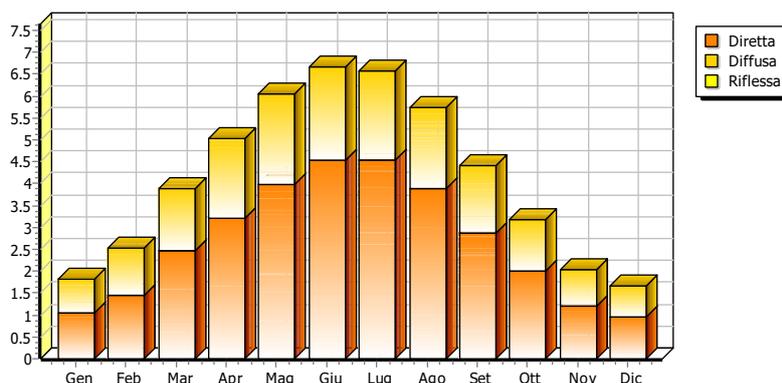
00

Data:

Novembre 2022

Foglio

6 di 52

**Tabella di radiazione solare**

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m²]	Radiazione Diffusa [kWh/m²]	Radiazione Riflessa [kWh/m²]	Totale giornaliero [kWh/m²]	Totale mensile [kWh/m²]
Gennaio	1.036	0.787	0	1.824	56.529
Febbraio	1.453	1.082	0	2.534	70.965
Marzo	2.456	1.426	0	3.883	120.363
Aprile	3.212	1.815	0	5.027	150.818
Maggio	3.992	2.059	0	6.051	187.585
Giugno	4.535	2.119	0	6.653	199.6
Luglio	4.526	2.035	0	6.561	203.392
Agosto	3.886	1.842	0	5.728	177.58
Settembre	2.865	1.544	0	4.409	132.282
Ottobre	2.009	1.158	0	3.166	98.159
Novembre	1.189	0.853	0	2.043	61.276
Dicembre	0.953	0.707	0	1.66	51.459

Strutture di sostegno

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con struttura ad inseguimento solare di tipo Inseguitore ad un asse (azimutale), avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>							
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI							
Rev:				Data:		Foglio	
00					Novembre 2022	7 di 52	

Architettura dell'impianto

L'impianto fotovoltaico in progetto è stato strutturato in quattro campi collegati tra loro in entra-esce dalle Power Conversion Units. Al fine di ottimizzarne l'architettura, sono state scelte 3 tipologie differenti di PCU e, rispettivamente, due tipologie di inverter installati. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva del dimensionamento dell'impianto alla quale seguirà una descrizione dettagliata di ogni singolo campo fotovoltaico.

	PCU	Numero	Inverter	Numero	Stringhe da 28 moduli	Numero totale moduli	Potenza (MWp)
Campo A	SUNWAY STATION 4000 1500V 640LS	8	SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD	16	2496	69888	37.39
Campo B	SUNWAY STATION 1000 1500V 640 LS	1	SUNWAY TG900 1500V TE - 640 STD	1	78	2184	1.17
Campo C	SUNWAY STATION 2000 1500V 640LS	1	SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD	1	156	4368	2.34
Campo D	SUNWAY STATION 1000 1500V 640 LS	1	SUNWAY TG900 1500V TE - 640 STD	1	78	2184	1.17
							42.06

Campo A

Il generatore è composto da n° 69888 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0.8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	69888
Numero inverter:	16
Potenza nominale:	31936 kW
Potenza di picco:	37390.08 kWp
Performance ratio:	91.6 %

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00					Novembre 2022			8 di 52	

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	JINKO SOLAR
Serie / Sigla:	STANDARD JKM535M-7TL4-TV
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	535 W
Rendimento:	21.2 %
Tensione nominale:	40.6 V
Tensione a vuoto:	49.1 V
Corrente nominale:	13.2 A
Corrente di corto circuito:	13.9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 2230 mm
Peso:	28.9 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:**CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	9 di 52

- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 16 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ELETTRONICA SANTERNO
Serie / Sigla:	SUNWAY TG 1800 1500V TE SUNWAY TG 1800 1500V TE
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	1996 kW
Potenza massima:	1996 kW
Potenza massima per inseguitore:	998 kW
Tensione nominale:	935 V
Tensione massima:	1500 V
Tensione minima per inseguitore:	910 V
Tensione massima per inseguitore:	1500 V
Tensione nominale di uscita:	640 Vac
Corrente nominale:	3000 A
Corrente massima:	3000 A
Corrente massima per inseguitore:	1500 A
Rendimento:	0.98

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00					Novembre 2022			10 di 52	

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	28	28
Stringhe in parallelo:	78	78
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1,137.64 V	1,137.64 V
Numero di moduli:	2184	2184

Dimensionamento

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 535 \text{ W} * 69888 = 37390.08 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	69888	1,510.01	56,459,311.66

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 51861398.1 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0.0 %
Perdite per aumento di temperatura:	4.4 %
Perdite di mismatching:	2.0 %
Perdite in corrente continua:	0.2 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	0.2 %
Perdite per conversione:	1.6 %
Perdite totali:	8.1 %

Tabella perdite per ombreggiamento

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:

CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	11 di 52

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1941478.6	1941478.6	0.0 %
Febbraio	2437299.6	2437299.6	0.0 %
Marzo	4133891.2	4133891.2	0.0 %
Aprile	5179877.4	5179877.4	0.0 %
Maggio	6442631.3	6442631.3	0.0 %
Giugno	6855290.6	6855290.6	0.0 %
Luglio	6985524.8	6985524.8	0.0 %
Agosto	6098996.3	6098996.3	0.0 %
Settembre	4543235.3	4543235.3	0.0 %
Ottobre	3371286.5	3371286.5	0.0 %
Novembre	2104536.6	2104536.6	0.0 %
Dicembre	1767350.0	1767350.0	0.0 %
Anno	51861398.1	51861398.1	0.0 %

Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00					Novembre 2022			12 di 52	

posato al gruppo di conversione.

Quadri elettrici

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

Separazione galvanica e messa a terra

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI											
Rev:						Data:			Foglio		
00						Novembre 2022			13 di 52		

Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Campo A soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70.00 °C (964.3 V) maggiore di V_{mpp} min. (910.0 V)

Tensione massima V_n a -5.00 °C (1253.2 V) inferiore a V_{mpp} max. (1500.0 V)

Tensione a vuoto V_o a -5.00 °C (1491.2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1500.0 V)

Tensione a vuoto V_o a -5.00 °C (1491.2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500.0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (1080.3 A) inferiore alla corrente massima inverter (1500.0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (117.1%) compreso tra 80.0% e il 130.0% [INV. 1/MPPT 1]

Progetto:
**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
 (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
 DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**
– Progetto definitivo –

Elaborato:
CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	14 di 52

Campo B

Il generatore è composto da n° 2184 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0.8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	2184
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	998 kW
Potenza di picco:	1168.44 kWp
Performance ratio:	91.6 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	JINKO SOLAR
Serie / Sigla:	STANDARD JKM535M-7TL4-TV
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	535 W
Rendimento:	21.2 %
Tensione nominale:	40.6 V
Tensione a vuoto:	49.1 V
Corrente nominale:	13.2 A
Corrente di corto circuito:	13.9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 2230 mm
Peso:	28.9 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI		
Rev:		Data:
00		Novembre 2022
		Foglio 15 di 52

Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ELETTRONICA SANTERNO
Serie / Sigla:	SUNWAY TG 900 1500V TE SUNWAY TG 900 1500V TE
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	998 kW
Potenza massima:	998 kW

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:**CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	16 di 52

Potenza massima per inseguitore:	998 kW
Tensione nominale:	935 V
Tensione massima:	1500 V
Tensione minima per inseguitore:	910 V
Tensione massima per inseguitore:	1500 V
Tensione nominale di uscita:	640 Vac
Corrente nominale:	3000 A
Corrente massima:	3000 A
Corrente massima per inseguitore:	3000 A
Rendimento:	0.98

Inverter 1	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	78
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1,137.64 V
Numero di moduli:	2184

Dimensionamento

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 535 \text{ W} * 2184 = 1168.44 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	2184	1,510.01	1,764,353.49

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:

CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	17 di 52

$$E = E_n * (1-Disp) = 1586735.7 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0.0 %
Perdite per aumento di temperatura:	4.4 %
Perdite di mismatching:	2.0 %
Perdite in corrente continua:	1.5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	1.0 %
Perdite per conversione:	1.6 %
Perdite totali:	10.1 %

Tabella perdite per ombreggiamento

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	59400.9	59400.9	0.0 %
Febbraio	74570.9	74570.9	0.0 %
Marzo	126479.3	126479.3	0.0 %
Aprile	158482.0	158482.0	0.0 %
Maggio	197116.8	197116.8	0.0 %
Giugno	209742.4	209742.4	0.0 %
Luglio	213727.0	213727.0	0.0 %
Agosto	186603.0	186603.0	0.0 %
Settembre	139003.5	139003.5	0.0 %
Ottobre	103146.9	103146.9	0.0 %
Novembre	64389.8	64389.8	0.0 %
Dicembre	54073.3	54073.3	0.0 %
Anno	1586735.7	1586735.7	0.0 %

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	18 di 52	

Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	19 di 52	

Quadri elettrici

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

Separazione galvanica e messa a terra

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI											
Rev:								Data:		Foglio	
00								Novembre 2022		20 di 52	

Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Campo B soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70.00 °C (964.3 V) maggiore di V_{mpp} min. (910.0 V)

Tensione massima V_n a -5.00 °C (1253.2 V) inferiore a V_{mpp} max. (1500.0 V)

Tensione a vuoto V_o a -5.00 °C (1491.2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1500.0 V)

Tensione a vuoto V_o a -5.00 °C (1491.2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500.0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (1080.3 A) inferiore alla corrente massima inverter (3000.0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (117.1%) compreso tra 80.0% e il 130.0%

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI											
Rev:						Data:			Foglio		
00						Novembre 2022			21 di 52		

Campo C

Il generatore è composto da n° 4368 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0.8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	4368
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	1996 kW
Potenza di picco:	2336.88 kWp
Performance ratio:	91.6 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	JINKO SOLAR
Serie / Sigla:	STANDARD JKM535M-7TL4-TV
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	535 W
Rendimento:	21.2 %
Tensione nominale:	40.6 V
Tensione a vuoto:	49.1 V
Corrente nominale:	13.2 A
Corrente di corto circuito:	13.9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 2230 mm
Peso:	28.9 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>		
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI		
Rev:		Data:
00		Novembre 2022
		Foglio 22 di 52

Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ELETTRONICA SANTERNO
Serie / Sigla:	SUNWAY TG 1800 1500V TE SUNWAY TG 1800 1500V TE
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	1996 kW
Potenza massima:	1996 kW

Progetto:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

– Progetto definitivo –

Elaborato:**CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	23 di 52

Potenza massima per inseguitore:	998 kW
Tensione nominale:	935 V
Tensione massima:	1500 V
Tensione minima per inseguitore:	910 V
Tensione massima per inseguitore:	1500 V
Tensione nominale di uscita:	640 Vac
Corrente nominale:	3000 A
Corrente massima:	3000 A
Corrente massima per inseguitore:	1500 A
Rendimento:	0.98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	28	28
Stringhe in parallelo:	78	78
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1,137.64 V	1,137.64 V
Numero di moduli:	2184	2184

Dimensionamento

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 535 \text{ W} * 4368 = 2336.88 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	4368	1,510.01	3,528,706.98

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	24 di 52	

$$E = E_n * (1-Disp) = 3173471.3 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0.0 %
Perdite per aumento di temperatura:	4.4 %
Perdite di mismatching:	2.0 %
Perdite in corrente continua:	1.5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	1.0 %
Perdite per conversione:	1.6 %
Perdite totali:	10.1 %

Tabella perdite per ombreggiamento

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	118801.8	118801.8	0.0 %
Febbraio	149141.8	149141.8	0.0 %
Marzo	252958.6	252958.6	0.0 %
Aprile	316963.9	316963.9	0.0 %
Maggio	394233.6	394233.6	0.0 %
Giugno	419484.8	419484.8	0.0 %
Luglio	427454.0	427454.0	0.0 %
Agosto	373206.1	373206.1	0.0 %
Settembre	278006.9	278006.9	0.0 %
Ottobre	206293.7	206293.7	0.0 %
Novembre	128779.5	128779.5	0.0 %
Dicembre	108146.6	108146.6	0.0 %
Anno	3173471.3	3173471.3	0.0 %

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	25 di 52	

Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Quadri elettrici

Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

Separazione galvanica e messa a terra

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI											
Rev:						Data:			Foglio		
00						Novembre 2022			26 di 52		

complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Campo C soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70.00 °C (964.3 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min}}$. (910.0 V)

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	27 di 52	

Tensione massima V_n a -5.00 °C (1253.2 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (1500.0 V)

Tensione a vuoto V_o a -5.00 °C (1491.2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1500.0 V)

Tensione a vuoto V_o a -5.00 °C (1491.2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500.0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (1080.3 A) inferiore alla corrente massima inverter (1500.0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (117.1%) compreso tra 80.0% e il 130.0% [MPPT 1]

Campo D

Il generatore è composto da n° 2184 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0.8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	2184
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	998 kW
Potenza di picco:	1168.44 kWp
Performance ratio:	91.6 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	JINKO SOLAR
Serie / Sigla:	STANDARD JKM535M-7TL4-TV
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	535 W
Rendimento:	21.2 %
Tensione nominale:	40.6 V

Progetto:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

– Progetto definitivo –

Elaborato:

CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	28 di 52

Tensione a vuoto:	49.1 V
Corrente nominale:	13.2 A
Corrente di corto circuito:	13.9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 2230 mm
Peso:	28.9 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.

Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp
(36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA",
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

– Progetto definitivo –

Elaborato:**CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	29 di 52

- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ELETTRONICA SANTERNO
Serie / Sigla:	SUNWAY TG 900 1500V TE SUNWAY TG 900 1500V TE
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	998 kW
Potenza massima:	998 kW
Potenza massima per inseguitore:	998 kW
Tensione nominale:	935 V
Tensione massima:	1500 V
Tensione minima per inseguitore:	910 V
Tensione massima per inseguitore:	1500 V
Tensione nominale di uscita:	640 Vac
Corrente nominale:	3000 A
Corrente massima:	3000 A
Corrente massima per inseguitore:	3000 A
Rendimento:	0.98

Inverter 1	MPPT 1
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	78
Esposizioni:	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	1,137.64 V
Numero di moduli:	2184

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>			
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI			
Rev:		Data: Novembre 2022	Foglio 30 di 52
00			

Dimensionamento

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 535 \text{ W} * 2184 = 1168.44 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	2184	1,510.01	1,764,353.49

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 1586735.7 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0.0 %
Perdite per aumento di temperatura:	4.4 %
Perdite di mismatching:	2.0 %
Perdite in corrente continua:	1.5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	1.0 %
Perdite per conversione:	1.6 %
Perdite totali:	10.1 %

Tabella perdite per ombreggiamento

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	59400.9	59400.9	0.0 %
Febbraio	74570.9	74570.9	0.0 %
Marzo	126479.3	126479.3	0.0 %
Aprile	158482.0	158482.0	0.0 %
Maggio	197116.8	197116.8	0.0 %

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI											
Rev:						Data:			Foglio		
00						Novembre 2022			31 di 52		

Giugno	209742.4	209742.4	0.0 %
Luglio	213727.0	213727.0	0.0 %
Agosto	186603.0	186603.0	0.0 %
Settembre	139003.5	139003.5	0.0 %
Ottobre	103146.9	103146.9	0.0 %
Novembre	64389.8	64389.8	0.0 %
Dicembre	54073.3	54073.3	0.0 %
Anno	1586735.7	1586735.7	0.0 %

Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00					Novembre 2022			32 di 52	

Quadri elettrici

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

Separazione galvanica e messa a terra

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>											
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI											
Rev:						Data:			Foglio		
00						Novembre 2022			33 di 52		

Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Campo D soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70.00 °C (964.3 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (910.0 V)

Tensione massima V_n a -5.00 °C (1253.2 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (1500.0 V)

Tensione a vuoto V_o a -5.00 °C (1491.2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1500.0 V)

Tensione a vuoto V_o a -5.00 °C (1491.2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500.0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (1080.3 A) inferiore alla corrente massima inverter (3000.0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (117.1%) compreso tra 80.0% e il 130.0%

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>									
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI									
Rev:					Data:			Foglio	
00							Novembre 2022	34 di 52	

RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
-

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

Progetto:

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

– Progetto definitivo –

Elaborato:**CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

Rev:										Data:	Foglio
00										Novembre 2022	35 di 52

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Progetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 42.06 MWp (36MW+15MW IN IMMISSIONE) NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) IN LOCALITÀ "MARANA DI LUPARA", DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI <i>– Progetto definitivo –</i>										
Elaborato: CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI										
Rev:							Data:		Foglio	
00							Novembre 2022		36 di 52	

- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.