



COMMITTENTE:

# RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

Via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968  
PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

COLLABORAZIONE TECNICA:

# PCR

PCR ENERGY S.R.L.

Via Nazionale -Fraz. Zuppino, 84029-Sicignano degli Alburni (SA)  
P.IVA/C.F. 05857410657  
PEC: pcrenergysrl@pec.it

TITOLO DEL PROGETTO:

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DENOMINATO "OLIVOLA" DELLA POTENZA DI 77.994,84 KWP, LOCALIZZATO IN AREA IDONEA, OVVERO, IN PARTE IN AREA A DESTINAZIONE INDUSTRIALE, ARTIGIANALE, E COMMERCIALE AI SENSI DELL'ARTICOLO 22-BIS DEL D.LGS. 199/2021 E, IN PARTE, IN AREE AGRICOLE IDONEE POSTE A DISTANZA INFERIORE A 500 METRI DALLE STESSE, AI SENSI DELL'ARTICOLO 20 DEL D.LGS. 199/2021, COMPRESIVO DELLE RELATIVE OPERE ELETTRICHE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BENEVENTO (BN) IN CONTRADA "OLIVOLA"**

DOCUMENTO:

PROGETTO DEFINITIVO

N° DOCUMENTO:

PVOLIV-E01.01-00

ID PROGETTO	PVOLIV	DISCIPLINA	PD	TIPOLOGIA	R	FORMATO	A4
-------------	--------	------------	----	-----------	---	---------	----

ELABORATO:

## RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

FOGLIO

---

SCALA

---

NOME FILE

PVOLIV-E01.01-00.PDF

PROGETTAZIONE:

GaiaTech S.r.l.

Via Beato F. Marino, snc-Z.I.

87040 Zuppano (CS)

www.gaiatech.it

P.IVA 03497340780

REA CS/239194

DIRETTORE TECNICO:

Ing. Dario DOCIMO



GRUPPO TECNICO:

Ing. Giovanni GRECO

Ing. Eugenio GRECO

Ing. Gaetano DE ROSE

Ing. Biagio RICCIO

Ing. Ida FILICE

Ing. Andrea AULICINO

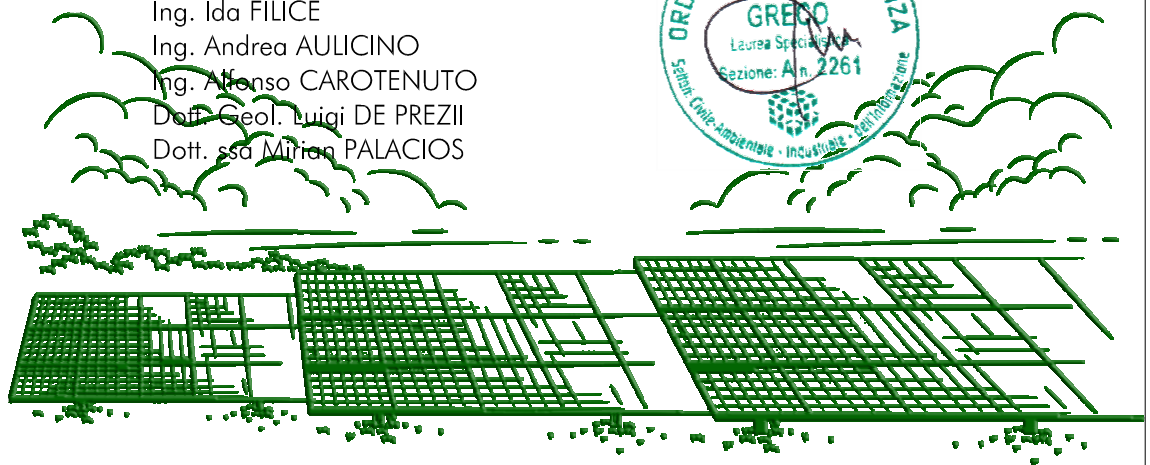
Ing. Alfonso CAROTENUTO

Dott. Geol. Luigi DE PREZII

Dott. ssa Miriam PALACIOS

SPECIALISTI:

Ing. Giovanni GRECO



REV.	DATA REVISIONE	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	28/09/2023	Prima Emissione			

## Sommario

1.	PREMESSA.....	2
2.	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	3
3.	DEFINIZIONI .....	6
4.	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO .....	8
5.	STRUTTURA DI SUPPORTO E POSIZIONAMENTO DEI MODULI .....	12
6.	PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	13
7.	IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI .....	14
8.	MISURE DI PROTEZIONE.....	15
9.	COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	17
10.	PARALLELO CON LA RETE E MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA .....	23

## 1. PREMESSA

La presente relazione costituisce parte integrante del progetto definitivo per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica denominato "Olivola" della potenza di 77.994,84 kWp, localizzato in area idonea, ovvero, in parte in area a destinazione industriale, artigianale, e commerciale ai sensi dell'articolo 22-bis del D.lgs. 199/2021 e, in parte, in aree agricole idonee poste a distanza inferiore a 500 metri dalle stesse, ai sensi dell'articolo 20 del D.lgs. 199/2021, comprensivo delle relative opere elettriche connesse ed infrastrutture indispensabili, da realizzarsi nel Comune di Benevento (BN) in contrada "Olivola"

L'impianto sarà collegato in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150 kV denominata "Benevento 3".

L'iniziativa è intrapresa dalla società RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L. con sede in Via Andrea Doria 41 G – 00192 Roma (RM) nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

## 2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

- Questo documento nonché gli argomenti da esso trattati sono stati elaborati con riferimento alle seguenti norme CEI:
- CEI 0-2: "Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici";
- CEI 11-20: "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria";
- CEI 13-4: "Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica";
- CEI 13-43 (CEI EN 62053-21): "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)";
- CEI 13-45 (EN 62053-23): "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)";
- CEI 16-2 (CEI EN 60445): "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 17-13 (CEI EN 60439): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) serie composta da";
- CEI 17-13/1 (CEI EN 60439-1): "Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)";
- CEI 17-13/2 (CEI EN 60439-2): "Prescrizioni particolari per i condotti sbarre";

- CEI 17-13/3 (CEI EN 60439-3): "Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso
- Quadri di distribuzione (ASD)";
- 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 37-1 (CEI EN 60099-1): "Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata";
- 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 70-1 (CEI EN 60529): "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)";
- CEI 81-3: "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico."CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali"
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
- CEI 82-1 (CEI EN 60904-1): "Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente";
- CEI 82-2 (CEI EN 60904-2): "Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento";

- CEI 82-3 (CEI EN 60904-3): "Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento";
- CEI 82-8 (CEI EN 61215): "Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo";
- CEI 82-9 (CEI EN 61727): "Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete";
- CEI 82-12 (CEI EN 61646): "Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo";
- CEI 82-15 (CEI EN 61724): "Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati";
- CEI 82-22 (CEI EN 50380): "Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici";
- CEI 82-24 (CEI EN 62093): "Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali";
- CEI 82-25: "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione";
- CEI 110-31 (CEI EN 61000-3-2): "Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)";
- Allegato A 68 TERNA Condizioni generali di connessione alle reti AT Sistemi di protezione regolazione e controllo;
- 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

### 3. DEFINIZIONI

- Cella fotovoltaica Elemento base dell'impianto fotovoltaico costituito da materiale semiconduttore opportunamente trattato, che converte la radiazione solare in elettricità.
- Modulo fotovoltaico Insieme di celle fotovoltaiche collegate tra loro in serie o parallelo, così da ottenere valori di tensione e corrente adatti ai comuni impieghi, come la carica di una batteria. Nel modulo le celle sono protette dagli agenti atmosferici da un vetro sul lato frontale e da materiali isolanti e plastici sul lato posteriore.
- Stringa Insieme di moduli o pannelli collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione di lavoro del campo fotovoltaico.
- Sottocampo fotovoltaico o Sottosistema parte del sistema o dell'impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe che fanno capo ad esso
- Campo fotovoltaico Insieme di stringhe collegate elettricamente in parallelo per ottenere la potenza voluta.
- Impianto fotovoltaico Impianto costituito da moduli fotovoltaici e altri componenti progettato per produrre energia elettrica dalla radiazione solare.
- Corrente di corto circuito Corrente erogata dai pannelli fotovoltaici (Stringhe) in condizioni di corto circuito, in condizioni particolari di irraggiamento e temperatura (condizioni standard di riferimento).
- Tensione a Vuoto Tensione generata ai morsetti del pannello a circuito aperto, in condizioni particolari di irraggiamento e temperatura (condizioni standard di riferimento).

- **Potenza di picco (Wp)** È la potenza massima di un dispositivo fotovoltaico in condizioni standard di funzionamento (irraggiamento 1000 W/m<sup>2</sup>e temperatura 25°C).
- **Potenza nominale** La potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) dell'impianto fotovoltaico è la potenza elettrica dell'impianto determinata dalla somma delle singole potenze nominali di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni standard (radiazione pari a 1000W/m<sup>2</sup>e temperatura pari a 25°C).
- **Condizioni Standard di Funzionamento** Un modulo si trova in queste condizioni quando la temperatura di giunzione delle celle è 25°, la radiazione solare è 1000 W/m<sup>2</sup> e la distribuzione spettrale è 1,5 AM.
- **Conversione fotovoltaica** Fenomeno per il quale la luce incidente su un dispositivo elettronico a stato solido (cella fotovoltaica) genera energia elettrica.
- **Efficienza di conversione del modulo** Rapporto tra la massima potenza del modulo e il prodotto della sua superficie per la radiazione della solare, espressa come percentuale.
- **Convertitore CC/CA, invertitore, inverter** Dispositivo elettrico statico che converte la corrente continua in corrente alternata.
- **Irraggiamento** Radiazione solare istantanea (quindi una potenza) incidente sull'unità di superficie. Si misura in kW/m<sup>2</sup>. L'irraggiamento rilevabile all'equatore, a mezzogiorno e in condizioni atmosferiche ottimali, è pari a circa 1.000 W/m<sup>2</sup>.
- **Radiazione solare** Energia elettromagnetica che viene emessa dal sole in seguito ai processi di fusione n
- **Media tensione (MT)** E' una tensione nominale tra le fasi superiore a 1 kV e uguale o inferiore a 35 kV.



- Quadro di Stringa Quadro in cui vengono convogliate le terminazioni di stringa, e contenente le protezioni e gli scaricatori di sovratensione.

Tali definizioni vogliono essere solo un parziale elenco, non esaustivo, delle più ampie definizioni presenti nella guida CEI 82-25; ed in tutte le norme elencate e specifiche per ciascun dispositivo o sezione di impianto.

## 4. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

### DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto Fotovoltaico in oggetto sarà realizzato da 3 sezioni come riportato nella tabella sottostante. Le 3 sezioni sono composte da 37 generatori o campi fotovoltaici con una suddivisione funzionale in sottocampi.

Il dimensionamento energetico definitivo verrà effettuato tenendo in considerazione la disponibilità di spazi sui quali installare i generatori, la disponibilità della fonte solare ed il guadagno energetico preventivato.

L'impianto così descritto verrà predisposto per lavorare in parallelo con la rete di distribuzione dell'energia elettrica di TERNA ( $V_n$  150 kV;  $f$  50 Hz).

L'impianto Fotovoltaico sarà così suddiviso:

- Campo fotovoltaico: formato dal parallelo delle stringhe installate strutture su strutture con inclinazione fissa.
- Quadri: per ciascun campo fotovoltaico verranno utilizzati dei quadri per effettuare il parallelo delle stringhe (quadri di stringa o di campo).
- Inverter: ogni campo fotovoltaico sarà suddiviso in sottocampi. Ogni sottocampo sarà costituito da un inverter da 350 kWp collegato a 16,17, 18,19,20,21,22 e 23 stringhe da 28 moduli. L'inverter è dotato dodici MPPT e

ventiquattro ingressi, questo permette una migliore gestione del campo stesso.

- Trasformatori: per ciascun campo verrà utilizzato un trasformatore che permetterà la trasformazione dell'energia prodotta dai relativi inverter.
- Cabina di consegna e ricezione: i 37 trasformatori di campo verranno collegati alla cabina di ricezione e consegna dove sarà installata la logica di controllo protezione e misura per il parallelo con la rete.

AREA	STRUTTURA MODULI			MODULI TOTALI	POTENZA [KWp]	Taglie trasformatore	Sezione D'impianto
	84	56	28				
A1	14	15	16	2464	1700,16	1600	SEZIONE 1
A2	115	23	36	11956	8249,64	2500	SEZIONE 1
A3	12	2	13	1484	1023,96	1250	SEZIONE 1
B	88	25	26	9520	6568,8	2500	SEZIONE 1
<b>TOTALE SEZIONE 1</b>					<b>17542,56</b>		
C1	7	5	5	1008	695,52	800	SEZIONE 2
C2	10	4	4	1176	811,44	800	SEZIONE 2
C3	0	0	12	336	231,84	1250	SEZIONE 2
C4	4	11	5	1092	753,48		
C5	41	19	2	4564	3149,16	1600	SEZIONE 2
D1	258	30	35	24332	16789,08	2500	SEZIONE 2
D2	106	29	32	11424	7882,56	2500	SEZIONE 2
<b>TOTALE SEZIONE 2</b>					<b>30313,08</b>		
E1	217	45	35	21728	14992,32	2500	SEZIONE 3
E2	40	8	7	4004	2762,76	1600	SEZIONE 3
F1	32	1	9	2996	2067,24	1600	SEZIONE 3
F2	52	21	23	6188	4269,72	2500	SEZIONE 3
F3	4	4	3	644	444,36		
G1	54	26	28	6776	4675,44	2500	SEZIONE 3
G2	7	7	13	1344	927,36	1250	SEZIONE 3
<b>TOTALE SEZIONE 3</b>					<b>30139,2</b>		
<b>TOTALE POTENZA IMPIANTO</b>					<b>77994,84</b>		

Tabella 1: configurazione sezioni

**IL CAMPO FOTOVOLTAICO**

Così come brevemente descritto nel paragrafo precedente e come riportato negli elaborati grafici, allegati alla presente relazione, l'impianto Fotovoltaico si comporrà di 37 campi; per un totale di 113.036 pannelli da 690 Wp, realizzato con n 1061 strutture di sostegno fissa con orientamento sud e inclinazione 25° aventi configurazione 2x42 moduli fotovoltaici bifacciali, n. 275 strutture di sostegno ad fissa con orientamento sud e inclinazione 25° aventi configurazione 2x28 moduli fotovoltaici bifacciali e n. 304 strutture di sostegno ad fissa con orientamento sud e inclinazione 25° aventi configurazione 2x14 moduli fotovoltaici bifacciali, ogni modulo fotovoltaico ha potenza pari a 690 Wp e tecnologia costruttiva monocristallina bifacciale. Complessivamente per i 37 campi otteniamo 77.994,84 kWp di potenza installata.

**INVERTER**

Gli inverter utilizzati per la conversione dell'energia prodotta, sono caratterizzati da 24 ingressi afferenti a 12 MPPT. Questo comporta che in caso di ombreggiamento parziale del campo fotovoltaico, o di rendimenti diversi dovuti a mal funzionamento di stringhe le sezioni non si influenzano a vicenda.

Così come previsto dalla normativa vigente ogni inverter sarà dotato di dispositivo di generatore DDG, nello specifico un interruttore di potenza lato corrente alternata e pulsante di sgancio a minima di tensione per la messa fuori in servizio in caso di emergenza.

**TRASFORMATORI**

Per l'innalzamento alla tensione di 30KV verranno utilizzati 37 trasformatori BT/MT inglobati in resina da 2500 kVA, 2000KVA, 1600KVA, 1250 KVA, 1000KVA e 800KVA, un trasformatore per ogni campo.

I trasformatori così come le cabine di conversione verranno installati possibilmente in maniera baricentrica cercando di limitare eventuali dissimmetrie nella

lunghezza/dislocazione dei cavi/cavidotti di collegamento. Questo al fine di rendere il più possibile omogenei i campi fotovoltaici stessi. Le uscite in corrente alternata MT (30 kV; 50 Hz) dei trasformatori si attesteranno ad una cabina di ricezione in MT, il quadro di media tensione è composto da tre unità per la realizzazione del parallelo.

Il contributo alla corrente di cortocircuito immette in rete e prossima alla corrente nominale massima erogata da ciascun inverter, pari a al massimo circa  $123 \times 254 = 31.242,00A$ , questa riportata al secondario del trasformatore in MT diventa circa 1250 A.

### **CABINA DI CONSEGNA E RICEZIONE**

I campi fotovoltaici, ciascuno con propria cabina di conversione e trasformazione, sono collegati fra loro con connessioni radiali, con le estremità connesse alla cabina di ricezione.

La cabina di consegna e ricezione potrà essere unica o separata ma in ogni caso dovrà avere tre locali distinti come il "Locale di consegna del gestore", il "Locale misure" ed il "Locale di ricezione dell'utente". Nello specifico è opportuno sottolineare che nel locale utente sarà posizionato il quadro in MT a 30kV con DDI (dispositivo di interfaccia) e DG (Dispositivo Generale) secondo le norme CEI 0-16 per la connessione tra le cabine di consegna, ricezione e trasformazione.

## **5. STRUTTURA DI SUPPORTO E POSIZIONAMENTO DEI MODULI**

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da un sistema per installazione in campo aperto, che trova impiego da molti anni in numerosi progetti in Europa.

Il montaggio modulare offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli maggiormente in circolazione sul mercato.

Per mezzo dello sviluppo di particolari morsetti di congiunzione si riducono al minimo i tempi di montaggio.

Si tratta di una struttura metallica costituita essenzialmente da:

- Il corpo di sostegno disponibile come sostegno singolo o articolato a seconda del numero di moduli da applicare. La leggerezza dell'alluminio e la robustezza dell'acciaio raggiungono un'ottima combinazione e attraverso il profilo monoblocco vengono evitate ulteriori giunzioni suscettibili alla corrosione e alla maggiore applicazione.
- Le traverse sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio. Le traverse sono fissate al sostegno con particolari morsetti.
- Le fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo conficcato nel terreno. La forma del profilo supporta ottimamente i carichi statici e dinamici. Rispetto ai profili laminati il risparmio di materiale è del 50%.

Grazie ai pochi componenti che costituiscono la struttura il tempo di montaggio è particolarmente ridotto. L'infissione nel terreno dei profilati in acciaio viene realizzato da ditte specializzate.

La struttura di supporto è garantita per 25-30 anni.

## 6. PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Le fasi di lavoro e studio che hanno permesso di approcciare in maniera sistematica alla realizzazione del progetto nonché alla stima della producibilità, possono essere così suddivise:

1. Sopralluogo ed analisi del sito;
2. Verifica della superficie utilizzabile e dei vincoli imposti;
3. Scelta della disposizione ottimale del generatore (orientamento e inclinazione) e degli impianti, studio delle ombre;
4. Stima dell'energia producibile per kWp installato;

5. Scelta della configurazione ottimale dell'impianto

Per la stima della producibilità dell'impianto sono stati considerati i seguenti parametri e come coordinate quelle centrali relative ai campi fotovoltaici:

Sito	Tilt.	Azimut	Rad. kWh/m <sup>2</sup>
<b>BENEVENTO</b>	<b>25°</b>	<b>42°</b>	<b>1781.75</b>

**Tabella 1 - Radiazione media annua sulla superficie del modulo (kWh/m2).**

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Facendo quindi riferimento a quanto descritto otteniamo un valore di irraggiamento cioè di radiazione media annua, sulla superficie del modulo inclinato di 25° e orientato a SUD , pari a 1781,75 kWh/m2.

Come riferimento geografico ai fini del calcolo è stata considerata la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Benevento.

Considerando la potenza di picco del sistema fotovoltaico si può stimare una produzione energetica annua di circa 108.140,52 MWh.

**7. IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI**

Come già precisato, l'impianto fotovoltaico in oggetto ha lo scopo di immettere tutta l'energia prodotta in rete. Tenendo in considerazione ciò, per il corretto funzionamento dell'impianto devono essere alimentati i servizi ausiliari. Pertanto deve essere predisposto un trasformatore atto ad alimentare tutti i servizi ausiliari dell'impianto fotovoltaico.

In via preliminare si può considerare adatta allo scopo una fornitura di circa 50 kW. In particolare tale fornitura alimenterà:

- L'impianto illuminazione esterno del campo, ed interno alle cabine;
- I quadri di bassa tensione dei servizi ausiliari;
- L'impianto di videosorveglianza ed il sistema di antintrusione;
- Il sistema di controllo e gestione in remoto;
- Forza motrice utente ed illuminazione disponibile nelle aree dell'impianto. Tale fornitura può avvenire direttamente in bassa tensione, oppure tramite un trasformatore MT/BT 30 kV/800V isolato in resina. Si rimanda tale scelta in fase di progettazione esecutiva.

## 8. MISURE DI PROTEZIONE

### MISURE ADOTTATE PER LA PROTEZIONE DEI CONTATTI DIRETTI

Le misure di protezione contro i contatti diretti, comprendono tutti gli accorgimenti intesi a proteggere le persone contro il pericolo derivante dal contatto diretto con parti attive normalmente in tensione.

Ai fini della protezione contro i contatti diretti, per l'impianto Fotovoltaico in oggetto, si procederà attraverso l'utilizzo di barriere ed involucri isolanti, tale da scongiurare il contatto con le parti attive.

Per rendere efficace tale provvedimento gli involucri e le barriere dovranno avere grado di protezione IP non inferiore a IPXXB, e per tutte le superfici superiori orizzontali che ovviamente sono a portata di mano almeno IPXXD.



#### MISURE ADOTTATE PER LA PROTEZIONE DEI CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti, consiste nelle misure intese a salvaguardare le persone, contro il pericolo derivante dal contatto di parti conduttrici isolate dalle parti attive, ma che potrebbero andare in tensione a causa di un guasto o di un cedimento dell'isolamento.

Ai fini della protezione contro i contatti indiretti, per l'impianto Fotovoltaico in oggetto, si procederà attraverso:

- L'interruzione automatica del circuito (adottato per la sezione dell'impianto in corrente alternata).
- L'utilizzo di componenti in classe II (doppio isolamento o isolamento equivalente, adottato per la sezione dell'impianto in corrente continua).
- Per mezzo di un dispositivo permanente di controllo dell'isolamento che segnali il verificarsi del primo guasto a terra (o cedimento dell'isolamento), ed interrompendo il servizio (adottato per la sezione dell'impianto in corrente continua).

#### **IMPIANTO DI TERRA E DI PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE**

La messa a terra può riguardare le masse, oppure il sistema elettrico cioè l'insieme dei circuiti aventi una determinata tensione nominale.

Un sistema elettrico è isolato da terra se nessuna parte attiva è messa a terra.

Se invece si collega direttamente a terra un punto del sistema elettrico, ad esempio un polo, si dice che il sistema elettrico è a terra.

Nel caso in esame la parte in corrente continua sarà trattata come un sistema isolato da terra.

Nel caso di un guasto a terra nel campo Fotovoltaico, e questo è isolato da terra, questo primo guasto non determina una corrente apprezzabile, ma

se il guasto permane e sopravviene un secondo guasto a terra, la parte tra i due punti del generatore viene cortocircuitata.

Ai fini della sicurezza come visto nel paragrafo precedente si utilizzerà un dispositivo di controllo che al momento di primo guasto a terra provvederà a segnalare il guasto ed a interrompere il circuito mandando in stand-by l'inverter.

I componenti utilizzati nella sezione in corrente continua (ad esempio i moduli fotovoltaici) di classe II, devono essere messi a terra (in realtà viene messa a terra la cornice dei moduli fotovoltaici), questo per permettere al dispositivo di rilevare il primo guasto a terra.

Quindi la messa a terra (nella sezione in corrente continua), è prevista per le cornici dei moduli, per la struttura in metallo di sostegno, per gli scaricatori di sovratensione previsti nei quadri di campo e di parallelo, per le masse in metallo a contatto con gli inverter.

Per la sezione in corrente alternata il sistema è da considerarsi come TN per cui il neutro è messo a terra e le masse sono connesse allo stesso impianto di terra del neutro. Questo dovrà garantire la sicurezza sia per un guasto MT sia per un guasto sulla BT, nonché come dispersore per l'impianto di protezione dalle sovratensioni originate dalle scariche atmosferiche.

In sede di progettazione esecutiva si dovrà porre estrema attenzione nel dimensionamento e coordinamento delle protezioni, analogamente si dovrà porre particolare attenzione alle tensioni di contatto e di passo.

## 9. COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nei paragrafi successivi verranno definite le caratteristiche principali dei componenti da utilizzare per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

## CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Tutti i materiali, e tutti i dispositivi che verranno impiegati nella realizzazione dell'Impianto Fotovoltaico dovranno avere caratteristiche adatte per gli ambienti in considerazione. Dovranno avere altresì caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche ed ambientali alle quali potranno essere sottoposti durante l'esercizio ordinario.

In particolare devono soddisfare le seguenti condizioni:

Idonei al massimo valore della tensione per cui sono sottoposti nell'esercizio ordinario;

Idonei al massimo valore della corrente che devono portare nell'esercizio ordinario;

Idonei alla massima potenza che devono erogare/assorbire nell'esercizio ordinario.

Affinché l'impianto fotovoltaico possa essere realizzato secondo le normative tecniche previste nell'allegato 1 al DM 19/02/07, è necessario certificare la conformità dei moduli alle seguenti normative, in relazione alla specifica tecnologia utilizzata (silicio cristallino o film sottile):

CEI EN 61215: moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri - qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646: moduli fotovoltaici a film sottile per usi terrestri - qualifica del progetto e omologazione del tipo.

I laboratori che possono rilasciare le citate certificazioni devono essere stati accreditati, in conformità alla norma EN/IEC 17025, da organismi appartenenti all'EAA (European Accreditation Agreement) o che hanno stabilito con EAA formali accordi di mutuo riconoscimento in ambito ILAC (International Laboratory Agreement Cooperation).

Tutti i materiali e gli apparecchi da impiegare dovranno essere corrispondenti

alle relative Norme CEI e tabelle UNEL.

### **MODULI FOTOVOLTAICI**

I pannelli fotovoltaici sono un punto cardine dell'impianto, dovranno essere costruiti secondi i criteri e le norme più volte menzionati e di fatto devono essere in grado di resistere alle avversità atmosferiche per almeno venti anni. I pannelli utilizzati per l'impianto in oggetto sono della TRINA SOLAR, con una potenza nominale di picco pari a 690 Wp.

Descrizione parametri	Valori considerati
Costruttore	TRINA SOLAR
Sigla	VERTERX N
Tecnologia costruttiva	Silicio Policristallino
Potenza massima	690 Wp
Rendimento	22,2 %
Tensione Vmpp:	40,1 V
Tensione a vuoto:	47,9 V
Corrente Isc:	18,25 A
Corrente Impp:	17,23 A
Dimensioni:	2384 mm x 1303 mm
Peso:	38,3 kg

**Tabella 2:** Caratteristiche dei Pannelli fotovoltaici

### GRUPPO DI CONVERSIONE INVERTER

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 11-20 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 11-20 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.

Descrizione parametri	Valori considerati
Costruttore:	SUNGROW
Sigla:	SG350HX
Inseguitori:	12
Ingressi per inseguitore:	2
Potenza nominale AC:	350 kW

Tensione nominale AC:	800 V
Tensione massima DC :	1500 V
Corrente nominale:	254 A
Rendimento:	0,98
Moduli in serie:	28
Stringhe in parallelo:	24
Tensione di MPP (STC):	500 - 1500 V

**Tabella 3:** Caratteristiche principali Inverter

## TRASFORMATORI

Per ognuno dei 37 campi fotovoltaici verrà utilizzato un trasformatore elevatore da 2500 KVA, 2000KVA, 1600KVA, 1250KVA, 1000KVA e 800kVA, isolato in resina a perdite ridotte Dy11, con un avvolgimento in BT. Alcune delle caratteristiche principali sono indicate di seguito nella tabella:

Descrizione parametri	Valori considerati
Potenza nominale:	2500,2000,1600,1250,1000, 800 kVA
Tensione di isolamento lato MT :	30 kV
Collegamento Lato Mt:	Triangolo
Collegamento Lato BT:	Stella neutro
Cl. ambiente, climatica, Comp. Fuoco:	E2, C2, F1
Classe isolamento Pri/Sec:	F/F
Tensione di corto circuito:	6%

**Tabella 4:** Caratteristiche principali del trasformatore

## QUADRI DI PARALLELO

Per il parallelo degli inverter; sarà alloggiato nella cabina di campo e sarà costituito di interruttori BT secondo al numero d'inverter presenti nel campo con tensione di funzionamento compatibile con 800V.

## QUADRO DI MEDIA TENSIONE

Nei locale MT di ciascun sottocampo saranno posizionato più scamparti arrivi

linea a secondo della tipologia di cabina e due scomparti utenti, uno per il campo fotovoltaico, l'altro per i servizi ausiliari. I quadri MT avranno tensione nominale a 30kV. Alcuni parametri caratteristici del quadro sono indicati di seguito nella tabella:

Descrizione parametri	Valori considerati
Tensione nominale:	30 kV
Tensione di tenuta ad impulso:	125kV
Tensione di tenuta a 50Hz per 60 s:	50kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Corrente nominale sbarre:	400A
Corrente mass. Ammissibile per 1 s:	12,5 kA
Corrente limite dinamica:	31,5 kA

**Tabella 5:** Caratteristiche principali del Quadro di MT

## CONDUTTURE ELETTRICHE

Le condutture elettriche di un impianto fotovoltaico devono essere in grado di sopportare le severe condizioni ambientali a cui sono sottoposte in modo da garantire le prestazioni richiesta per la durata di vita dell'impianto stesso.

I cavi devono avere una tensione nominale adeguata a quella richiesta dal sistema elettrico. In corrente continua la tensione del sistema non deve superare 1,5 volte la tensione nominale dei cavi.

Nella scelta dei componenti per un impianto fotovoltaico, con particolare attenzione verso i cavi, si assume prudenzialmente la tensione del generatore pari a 1,2 la tensione nominale a vuoto della stringa. Nei sistemi isolati da terra (come nel caso in esame), la tensione verso terra è uguale alla tensione nominale sicché i cavi a tensione nominale 1,5/1,8kV.

Le linee di collegamento elettrico, sono state dimensionate in modo tale da rendere minima la dispersione per effetto Joule, mantenendo la caduta di tensione entro il limite massimo del 2%, considerando la distanza tra i morsetti di uscita della stringa fino al quadro di interfaccia degli inverter.

Nel funzionamento ordinario ogni modulo eroga una corrente valutata a 25° e 1000 W/m<sup>2</sup>, con AM=1,5. Per tenere cautelativamente in considerazione valori di irraggiamento superiori si considera come corrente di impiego del cavo 1,25 la corrente di corto della stringa (per il numero di stringhe afferenti al cavo stesso).

La scelta dei cavi per la parte in corrente continua dell'impianto ricade sugli H1Z2Z2-K, questi sono cavi solari adatti per installazione fissa all'esterno, anche senza protezione, resistenti all'ozono, agli UV, agli oli, all'umidità ed alle intemperie.

Per la parte in corrente alternata in BT, e dei servizi ausiliari possono essere utilizzati i cavi FG16R o FG160R.

I cavi da utilizzare per la parte in MT potranno essere del tipo RG7H1OR oppure RG7H1R con tensione nominale 12/30 kV adatti per il trasporto dell'energia tra le cabine di trasformazione a quella di ricezione e consegna. La sezione dei cavi tripolari per la costruzione della connessione radiale in media tensione dovrà essere di 185 mm<sup>2</sup>, il tipo di posa interrata con interdistanza minima consentita tra due cavi è di 70 mm (meglio se 100 mm).

Per la sezione in corrente continua i colori dei cavi dovranno essere nero per i conduttori negativi e rosso per quelli positivi, in modo tale da differenziare le polarità.

Per la sezione in corrente alternata il neutro dovrà essere di colore blu chiaro (azzurro), mentre per le fasi è possibile utilizzare il grigio il nero ed il marrone. Per il conduttore di protezione si dovrà utilizzare il colore giallo verde.

## 10. PARALLELO CON LA RETE E MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA

### GENERALITÀ

Per la connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete elettrica del distributore



in AT sono state prese in considerazione la norma CEI 0-16 e Allegato A68 di TERNA

Poiché l'impianto in oggetto della presente relazione, ha una potenza superiore a 10 MW.

#### Stazione elettrica di utenza

Le opere di utenza e di rete per la connessione (Stazione Elettrica di Utenza , Impianto di Utenza e Impianto di rete per la Connessione ) consistono nella realizzazione delle seguenti opere:

- Stazione utente di trasformazione 150/30kV, comprendente un montante TR equipaggiato con scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco, TV e TA per protezioni e misure fiscali, sezionatore orizzontale tripolare ed interruttore; inoltre sarà realizzati un edificio che ospiterà le apparecchiature di media tensione, bassa tensione, comando e controllo;
- n. 1 sbarre di condivisione con altri produttori destinato alla connessione verso la RTN con cavo interrato; il montante di uscita sarà equipaggiato con interruttore, sezionatore orizzontale tripolare, TV induttivo, TA, scaricatori e terminali AT, colonnini porta sbarre e sezionatore verticale di sbarra.

La connessione tra la stazione elettrica di utenza e la sbarra di condivisione avverrà in tubo rigido in alluminio, mentre la connessione tra la sbarra di condivisione e la SE RTN avverrà per mezzo di un conduttore costituito da una corda rotonda compatta e tamponata composta da fili di alluminio, conforme alla Norma IEC 60228 per conduttori di Classe 2; l'isolamento sarà composto da uno strato di polietilene reticolato (XLPE) adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90°

(tipo ARE4H1H5E). I cavi saranno installati con configurazione in piano, come riportato nel disegno allegato, all'interno di tubi diametro Ø250.

Per quanto concerne le modalità di posa del cavo AT, al momento si prevede una posa completamente in trincea; ad ogni modo saranno svolte ulteriori indagini (anche tramite utilizzo di georadar) per valutare la presenza di eventuali sotto-servizi esistenti (cavi di potenza, condotte metalliche, gasdotti, ecc.) e, qualora se ne dovesse riscontrare la presenza, il tratto di cavidotto interessato sarà realizzato mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

Le regolazione per il controllo e protezione del parallelo con la Rete Elettrica Nazionale verranno eseguiti nel rispetto dell'allegato A68 di Terna

#### DISPOSITIVO DI INTERFACCIA

Considerato la tipologia di impianto realizzato il dispositivo di interfaccia (DDI) è stato posizionato in MT. Secondo la norma CEI 0-16 questo può essere costituito da una delle due opzioni seguenti:

Un interruttore tripolare in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura a mancanza di tensione;

Un interruttore tripolare con sganciatore di apertura a mancanza di tensione e un sezionatore installato a monte e a valle dell'interruttore.

Le protezioni di massima/minima frequenza e di massima/minima tensione devono avere in ingresso grandezze proporzionale ad almeno due tensioni concatenate MT che possono essere prese dal secondario di TV collegati tra due fasi MT.

#### DISPOSITIVO DI GENERATORE

Il dispositivo di generatore (DDG) assicura il sezionamento dell'impianto PV o

della parte di competenza (sottocampo) in caso di guasto o manutenzione; può essere un interruttore automatico, oppure un contattore idoneo al sezionamento protetto da fusibili.

### GRUPPI DI MISURA

I gruppi di misura di seguito descritti servono per la misura dell'energia fotovoltaica immessa in rete e per la misura dell'energia fotovoltaica prodotta dall'impianto, coincidenti nel caso in esame in quanto come più volte ripetuto l'intera energia prodotta viene immessa in rete.

### MISURA DELL'ENERGIA IMMESSA

In considerazione del fatto che tutta l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico è immessa in rete, che il l'impianto è collegato alla rete AT del distributore di energia (TERNA) i TA e i TV di misura dell'energia immessa in rete, immediatamente a valle dell'interruttore generale.

Il misuratore (M1) dell'energia immessa in rete deve essere di tipo orario e idoneo alla tele lettura.

### ESERCIZIO DEI TRASFORMATORI

Avendo considerato 37 cabine di conversione trasformazione, per una potenza totale di trasformazione pari a 79.950 KVA, l'impianto si trova nella condizione di creare perturbazioni non irrilevanti nella rete (buchi d tensione, scatto intempestivo dell'interruttore in cabina primaria) in conseguenza alla contemporanea energizzazione dei trasformatori, analogamente ciò occorrerebbe al distacco dalla rete.

Per limitare questo inconveniente, ed in considerazione del fatto che i trasformatori sono del tutto indipendenti nell'entrata in esercizio o nella manutenzione/guasto degli stessi, ciascun trasformatore entrerà in esercizio da solo. In particolare un

sistema di temporizzazione impedisce l'entrata in servizio contemporanea dei trasformatori.

Tali automatismi intervengono anche in caso di mancanza di tensione superiore a 5 secondi, per non risentire della richiusura automatica dell'interruttore di linea in cabina primaria. L'inserzione ed il distacco dei trasformatori avverrà con almeno 5 secondi di intervallo.