

PROPONENTE:

# AMBRA SOLARE 5 S.R.L.

ROMA (RM) VIA VENTI SETTEMBRE 1 CAP 00187 ambrasolare5srl@legalmail.it

## REGIONE MOLISE PROVINCIA DI CAMPOBASSO

**COMUNE DI URURI (CB)- SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)- ROTELLO (CB)**

Oggetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO  
AGROVOLTAICO CON POTENZA DI PICCO PARI A 61.8 MWp e  
POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 50 MW, UBICATO NEI COMUNI  
DI URURI (CB), SAN MARTINO IN PENSILIS (CB) E OPERE  
CONNESSE RICADENTI NEL COMUNE DI ROTELLO (CB)**

**ELABORATO: DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI**

**PROGETTAZIONE: I-PROJECT S.R.L.**

<b>ELABORATO:</b> <b>D-2</b>	<b>Elaborato da:</b> Ing. Andrea Dovidio	<b>Approvato da:</b> Arch. Antonio Manco 
<b>SCALA:</b>	<b>Verificato da:</b> Ing. Andrea Dovidio	
<b>DATA:</b> Settembre 2021		

<b>Prot. int. n°:</b> 0101	<b>Rev.:</b> 0	<b>Mod.:</b> 0
Pratica: Ururi	Archivio File:	

SPAZIO RISERVATO ALL'ENTE PUBBLICO



Consulenza, Progettazione e Sviluppo Impianti ad Energia Rinnovabile

Sede Legale: Via Del Vecchio Politecnico, 9 - 20121 Milano (MI) - P.IVA 11092870960-PEC: [i-project@legalmail.it](mailto:i-project@legalmail.it)

Sede Operativa: Via Bisceglie n° 17 - 84044 Albanella (SA) -mail: [a.manco@iprojectsrl.com](mailto:a.manco@iprojectsrl.com)- Cell: 3384117245

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE DELL'INTERVENTO</b>	<b>4</b>
2.1	Moduli Fotovoltaici	4
2.2	Strutture di Supporto Moduli Fotovoltaici – Tracker	5
2.3	Inverter	6
2.4	String Box	8
2.5	Cabina di Campo	8
2.6	Trasformatore	9
2.7	Quadri MT	9
<b>3</b>	<b>CAVIDOTTO PER LA TRASMISSIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA E PER IL CONTROLLO DELL'IMPIANTO</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>PROTEZIONI</b>	<b>11</b>
4.1	Protezione dalle Sovracorrenti	11
4.2	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	11
4.3	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	12
4.4	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	12
<b>5</b>	<b>STAZIONE UTENTE/TRASFORMAZIONE 30/150KV</b>	<b>13</b>

## 1 PREMESSA

Lo scopo della presente relazione è quello di descrivere l'impianto fotovoltaico di potenza pari a 61,8 MW (potenza disponibile con l'attuale tecnologia disponibile sul mercato), destinata ad operare in parallelo alla rete elettrica di e-distribuzione.

Tale impianto sarà realizzato nei comuni di Ururi e San Martino in Pensilis (CB).

Le aree individuate per l'installazione dell'impianto fotovoltaico sono in totale 6 e verranno di seguito indicate convenzionalmente con un numero progressivo da 1 a 6 e sono così suddivise nei seguenti comuni:

- Ururi (CB): vi ricadono parte dell'Area 1, l'Area 2 e l'Area 3;
- San Martino in Pensilis (CB): vi ricadono parte dell'Area 1, l'Area 4, l'Area 5 e l'Area 6.

Nel Comune di Rotello (CB) ricade parte del cavidotto fino alla Sotto Stazione Elettrica (SSE) di connessione "Rotello".

Le strutture di sostegno (tracker) saranno realizzate in profili metallici (in alluminio o acciaio zincato) e fissate al terreno. L'impianto descritto nelle pagine seguenti si configura come impianto ex-novo e pertanto verranno realizzate anche le opportune opere per la connessione.

L'impianto in oggetto sfrutta la tecnologia fotovoltaica che consente di ottenere energia elettrica convertendo, in maniera pulita e rinnovabile, la radiazione solare incidente sui moduli fotovoltaici. Tecnologia su cui oggi è posta sempre più attenzione. Infatti nel Piano Energetico Nazionale (SEN 2017), l'Italia si pone l'ambizioso obiettivo di incrementare in maniera significativa la produzione di energia da fonte rinnovabile, tra cui il fotovoltaico gioca un ruolo chiave. Lo scopo di un tale intento energetico è duplice, da un lato permetterebbe di

affrancarsi da una situazione di dipendenza per la produzione di energia elettrica legata all'importazioni delle fonti fossili, dall'altra avrebbe enormi vantaggi ambientali andando a ridurre le emissioni di gas serra.

In generale l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione compatibili con le esigenze di tutela ambientale (es. impatto visivo);
- la possibilità di ottenere profitto da terreni non usati a scopi agricoli.

## 2 CARATTERISTICHE FISICHE E TECNICHE DELL'INTERVENTO

Gli elementi fondamentali che compongono l'impianto fotovoltaico sono:

- Moduli fotovoltaici;
- Strutture di supporto (tracker);
- Inverter;
- Cavi e quadri di campo;
- Cabine di campo;
- Trasformatore BT/MT
- Quadri MT;
- Cavidotto;
- Stazione Utente/Trasformazione MT/AT.

### 2.1 Moduli Fotovoltaici

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, si prevede l'utilizzo di n° 94.350 pannelli fotovoltaici del tipo silicio monocristallino di potenza nominale di 655 Wp per una potenza complessiva d'impianto pari a 61,8 MWp. Si tratta di una potenza indicativa ottenibile con l'attuale tecnologia disponibile.

I moduli previsti in questa fase sono del tipo monocristallino in silicio con potenza nominale di 655 W. È prevista una garanzia di 12 anni sul prodotto, il quale è realizzato con celle ad alta efficienza. Le caratteristiche dimensionali ed elettriche del modulo fotovoltaico sono le seguenti:

Potenza elettrica nominale	655 Wp
Tolleranza rispetto alla Pmax	0 ~ +10 W
Tensione a circuito aperto Voc	45,2 V
Tensione alla max potenza Vmp	37,5 V
Corrente di cortocircuito Isc	18,43 A
Corrente alla max potenza Imp	17,47 A
Dimensione esterne	2384 x 1303 x 35 mm
Peso	39.4 kg

Tensione massima di lavoro	1500 V
----------------------------	--------

Per ulteriori dati si rimanda alla scheda tecnica fornita dal produttore.

Ad ogni modo si evidenzia che il modulo qui descritto rappresenta quanto disponibile oggi sul mercato con la tecnologia attuale. Tuttavia la tecnologia è in continua e rapida evoluzione e il mercato in continuo fermento, pertanto durante la fase di progettazione esecutiva sarà valutato il modulo più adatto al progetto tra quelli presenti sul mercato.

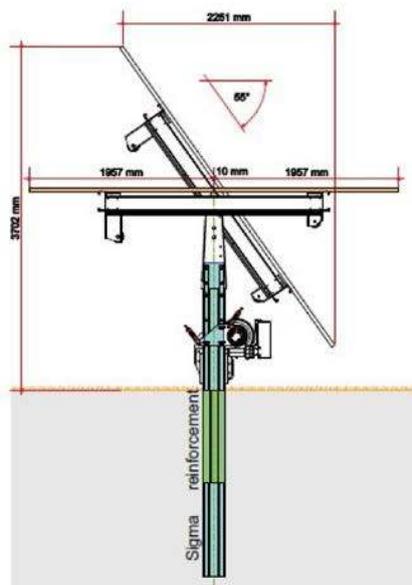
## **2.2 Strutture di Supporto Moduli Fotovoltaici – Tracker**

La struttura di sostegno delle vele, costituite da tracker motorizzati monoassiali, su cui saranno alloggiati i pannelli fotovoltaici, sarà realizzata con profili in acciaio zincato a caldo. La struttura di sostegno della vela sarà realizzata con montanti in acciaio infissi nel terreno ad altezza variabile.

La struttura è sorretta da montanti in acciaio infissi nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche del terreno. La scelta della profondità di infissione nel terreno sarà definita in fase di progettazione esecutiva a valle delle verifiche sul terreno.

I pali di sostegno dei tracker, su cui saranno montati i pannelli, potranno avere un'altezza variabile, funzionale per adattarsi ad una eventuale pendenza del terreno. La movimentazione del tracker avrà il compito di predisporre l'inclinazione della stringa sempre nella direzione della radiazione solare, in relazione al movimento che il tracker potrà disegnare nel suo movimento "basculante", in modo da poter ottimizzare la quantità di radiazione incidente captante dalla vela, andando a disegnare un movimento circolare che potrà avere una altezza minima media rispetto al piano di campagna di 0,50 m, sempre in funzione delle diverse pendenze presenti sul terreno.

La gestione del sistema di movimentazione sarà effettuata grazie ad un automatismo composto da anemometri, capaci di valutare la ventosità e un sistema di intercettazione della radiazione luminosa, solarimetro, avente il compito di orientare il sistema nella direzione della radiazione incidente. Il complesso potrà essere dotato di una programmazione annuale posta in essere attraverso orologio astronomico, capace di delineare giornalmente la traiettoria del Sole e, di conseguenza, la movimentazione del tracker.



**Figura 1 – esempio movimento tracker**

Il sostegno avverrà attraverso il sistema riportato nella figura precedente, che deve sostenere il peso del tracker e dei pannelli, oltre ai carichi derivanti da condizioni ambientali contrarie. Sopra codesti pali, verranno applicati i sistemi “tracker”, e verranno anche poste le strutture di sostegno dei pannelli, prodotti in profilati zincati a caldo ad omega, per il bloccaggio dei moduli fotovoltaici

### **2.3 Inverter**

L’energia prodotta dalla trasformazione dell’irraggiamento solare sarà convertita da continua in alternata grazie all’impiego di macchine statiche, appunto l’inverter. Gli inverter saranno alloggiati in apposite cabine.

Le stringhe dell’impianto fotovoltaico saranno raccolte mediante string box opportunamente dislocati in campo, dai quali partiranno le linee in ingresso per gli inverter di cabina.

La scelta dell’inverter per i sistemi fotovoltaici si effettua in base al miglior compromesso raggiungibile nell’accoppiamento tra i pannelli fotovoltaici ed il dispositivo di conversione della potenza da c.c. in c.a.

I gruppi di conversione adottati sono composti da un complesso di componenti, quali filtri, dispositivi di sezionamento, di protezione e di controllo, che li rendono adatti alla conversione della potenza prodotta dal generatore fotovoltaico, in quanto rispondenti ai requisiti normativi e tecnici.

Tutti gli inverter sono in possesso di sistema per seguire il punto di massima potenza dell'ingresso corrispondente alle stringhe su ogni ingresso indipendente della curva caratteristica I-V (ossia la funzione MPPT) e formare l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, in modo da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori assimilabili, perfezionando l'efficienza di conversione in funzione dei dati di ingresso dovuto all'irraggiamento solare.

La configurazione dell'inverter consente di unire ognuna delle stringhe ad un ingresso indipendente, i quali sono in possesso di sezionatori "DC Switch Box" e SPD, scaricatori di sovratensione, oltre che di un filtro di protezione da armoniche, già integrati nell'inverter.

A valle del filtro, ogni MPPT si occupa di trasformare l'energia elettrica per fornire all'inverter il miglior valore della curva caratteristica I-V come conseguenza del quale il rendimento di conversione risulta essere sempre il massimo possibile, a prescindere dal funzionamento di ogni stringa fotovoltaica.

Di seguito sono riportati i parametri tecnici dell'inverter rilevati dalla scheda tecnica fornita dal costruttore:

	200 kW
Intervallo MPP	500 – 1500 V
Minima tensione DC in input	550 V
Massima tensione DC in input	1500 V
Massima corrente DC per MPPT	30 A
Corrente di corto circuito DC per MPPT	50 A
Potenza nominale AC	200 kW
Corrente nominale AC	144,4 A
Tensione nominale AC	800 V

Ad ogni modo si evidenzia che l'inverter qui descritto rappresenta quanto disponibile oggi sul mercato con la tecnologia attuale. Tuttavia la tecnologia è in continua e rapida evoluzione e il mercato in continuo fermento, pertanto durante la fase di progettazione esecutiva sarà valutato il sistema di conversione più adatto al progetto tra quelli presenti sul mercato.

## 2.4 String Box

Le stringhe saranno raggruppate in string box opportunamente dislocate sul campo prima di essere convogliate negli inverter. Questi quadretti avranno la funzione di protezione e sezionamento delle linee in cc, utile anche in fase di esecuzione delle operazioni di controllo e manutenzione dei moduli.

I diversi quadri potranno avere appositi scaricatori, connettori RJ45, morsetti per uscita di segnalazione guasti, morsetto nodo equipotenziale nonché tutto ciò che serve per operare in sicurezza. Le string box dovranno essere a tenuta d'acqua (livello di protezione minimo IP55) per esterno e fabbricati con resina autoestinguenta (o in metallo), con pressacavi e chiusura meccanica.

## 2.5 Cabina di Campo

Le cabine di conversione e trasformazione altrimenti dette cabine di campo sono adibite ad allocare tutte le apparecchiature elettriche funzionali alla trasformazione dell'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici, in corrente alternata prima e in media tensione poi.

Per esigenze di conformazione orografica e per semplificazione nell'installazione dei cavi di cablaggio il campo fotovoltaico viene suddiviso in sotto-campi o sezioni ognuno dei quali avrà la propria cabina o box di campo.

La semplificazione nell'installazione dei cavi di cablaggio è possibile predisponendo la cabina di campo in corrispondenza del baricentro della sezione: in tal modo si riduce al minimo il sistema di cablaggio.

Per il progetto in esame si prevedono 14 cabine distribuite nelle 6 aree in cui è diviso l'impianto. In ogni cabina sarà alloggiato un trasformatore MT/bt 30/0,8 kV da 6000 kVA e un quadro MT per la protezione del trasformatore e delle linee entranti e uscenti dalla cabina. Per ogni area è prevista una cabina di smistamento che raccoglie le linee MT provenienti dalle cabine di trasformazione per poi proseguire verso le altre aree o verso la sottostazione con una sola linea MT.

Per la protezione delle linee MT in arrivo ed in partenza dalle cabine di campo è previsto l'utilizzo di interruttori-sezionatori MT di opportuna taglia per la protezione di massima corrente.

## 2.6 Trasformatore

In uscita dei convertitori è installato 1 trasformatore bt/MT da 6000 kVA con rapporto di trasformazione 0,8/30 kV a doppio avvolgimento, che adatta la tensione di uscita del convertitore a quella della rete di connessione del sistema. Il trasformatore è isolato in resina installato in apposito spazio protetto ed areato nella stessa struttura prefabbrica che contiene il sistema di conversione.

Il trafo avrà le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale	kVA	6000
Tensione primaria	kV	30
Tensione secondaria tra le fasi, salvo altra scelta	kV	0,8 (a vuoto)
Vcc%	%	6

## 2.7 Quadri MT

In ognuna delle cabine di campo è alloggiato un quadro MT per la protezione delle linee in ingresso e uscita dalla cabina e del trasformatore. Le cabine sono collegate ad anello in ogni area dove è prevista una cabina di smistamento per la raccolta delle linee MT provenienti dalle cabine di trasformazione. Da ogni cabina di smistamento parte una linea MT diretta verso la sottostazione utente MT/AT oppure verso le cabine di smistamento delle altre aree.

Il quadro MT ha con corrente nominale fino a 630 A, corrente di cortocircuito fino a 25 kA x 1" e tensione nominale fino a 36 kV. I materiali utilizzati, uniti all'attenta costruzione e disposizione di tutti i singoli particolari fanno sì che oltre ad un perfetto funzionamento, venga garantita anche una giustificata sicurezza del personale comprovata poi dalle opportune e severe prove effettuate su campioni di quadro da enti preposti a tali scopi, in pieno accordo con le normative vigenti. (CEI - IEC - VDE).

### **3 CAVIDOTTO PER LA TRASMISSIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA E PER IL CONTROLLO DELL'IMPIANTO**

I collegamenti interni all'impianto fotovoltaico tra le varie cabine di campo saranno realizzati in cavo interrato, con tensione di esercizio di 30 kV. Le cabine in ogni area saranno collegate ad anello grazie ad un cavidotto interrato, per quanto possibile lungo la viabilità interna del campo. Il cavidotto sarà direttamente interrato.

Da ognuna delle 6 aree partirà un cavidotto diretto verso la sottostazione utente MT/AT e da lì verso la sottostazione Terna denominata Rotello attraverso la quale l'impianto sarà connesso alla rete elettrica nazionale.

I cavi saranno costituiti in alluminio ed avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: ARE4H5EX
- Conduttori a corda rotonda compatta di alluminio;
- Grado di isolamento: 18/30 kV;
- Tensione nominale: 30 kV.

La sezione commerciale del cavo sarà determinata con la condizione che la massima densità di corrente (e quindi la massima sovratemperatura rispetto all'ambiente circostante) non superi valori prestabiliti di sicurezza. Sulla base dei valori limiti delle portate di corrente ( $I_z$ ) stabiliti dai costruttori dei cavi nelle varie condizioni di posa, gli stessi non devono superare le correnti di impiego ( $I_b$ ) calcolate in ogni tratto che costituisce il circuito elettrico:

$$I_z < I_b$$

## 4 PROTEZIONI

### 4.1 Protezione dalle Sovracorrenti

Il dispositivo di protezione delle condutture è scelto secondo le norme, quando soddisfa entrambe le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Queste condizioni non sono indipendenti tra loro, ma legate dal rapporto  $I_N/I_F$  variabile con il dispositivo di protezione. Le condizioni per assicurare la protezione contro il sovraccarico sono diverse, secondo che il circuito sia protetto da un interruttore automatico o da un fusibile.

Nel nostro caso tutti i cavi di campo saranno protetti da fusibili e pertanto bisognerà verificare che:

$$I_N < \frac{1,45}{1,6} I_z = 0,9 I_z$$

Dove:

$I_b$	corrente di impiego del cavo
$I_n$	corrente nominale dell'interruttore
$I_z$	portata del cavo
$I_{cc}$	corrente di cortocircuito
t	tempo di intervento dell'interruttore
K	coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo
S	sezione del cavo

### 4.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Le diverse parti dell'impianto sono composte da sistemi di Categoria I. Non essendoci circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) e nemmeno a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione dai contatti diretti verrà garantita grazie all'isolamento totale delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che in quella alternata.

### **4.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

La protezione contro i contatti indiretti secondo le prescrizioni della norma CEI 11-20 va effettuata come prescritto dalla norma CEI 64.8.

Avendo la separazione galvanica tra l'impianto fotovoltaico e la rete grazie al trasformatore, i due sistemi possono essere gestiti in maniera separata. Il sistema impianto sarà del tipo IT mentre il sistema alimentazione non subirà modifiche rispetto allo stato attuale.

### **4.4 IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Vista la presenza della separazione galvanica grazie al trasformatore, il campo PV sarà gestito come un sistema IT. Infatti non è consigliabile gestirlo come sistema TT o TN in quanto non è possibile adottare lo schema di protezione contro i contatti indiretti per interruzione dell'alimentazione perché le correnti di guasto sono limitate e quindi non sufficienti a garantire l'intervento delle protezioni. Si ricorda che i criteri di protezione dei sistemi TT e TN sono basati sul concetto di rendere più elevate possibili le correnti di guasto per far intervenire in tempi brevi le protezioni che interrompono il circuito.

Per la protezione contro i contatti indiretti la norma CEI 64-8 prevede l'utilizzo di un controllo dell'isolamento che in questo caso è integrato nelle protezioni previste dagli inverter.

Nel sistema oggetto della presente relazione saranno comunque utilizzati tutti componenti di classe II, il che rende improbabile un guasto verso terra.

## 5 STAZIONE UTENTE/TRASFORMAZIONE 30/150KV

Terna S.p.A. è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione.

La stessa ha fornito alla committenza la soluzione tecnica minima generale (STMG) per consentire l'immissione alla rete elettrica nazionale. La proposta di soluzione avanzata da Terna e accettata dal proponente, prevede il collegamento in antenna a 150 kV con la sezione 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Rotello, previo ampliamento della stessa.

Il punto in cui l'impianto viene collegato alla rete elettrica viene definito normativamente "punto di connessione". Il punto di consegna è composto dal punto in cui termina l'impianto dell'utente ed inizia l'impianto di rete, e nel caso in questione coincide con la stazione elettrica di utenza/trasformazione 30/150 KV. La stazione elettrica di utenza va quindi a formare anche l'interfaccia tra l'impianto di utenza e quello di rete.

Presso la stazione di utenza, verranno installati anche tutti i dispositivi di regolazione e controllo dell'energia immessa sulla rete e anche i sistemi di protezione degli impianti elettrici.

L'intero impianto con le apparecchiature installate risponderanno al quanto stabilito dalle Norme CEI generali (11-1) e specifiche.