



COMUNE DI AGIRA

PROVINCIA DI ENNA



PROGETTO ESECUTIVO

Lavori per la realizzazione di un Centro Comunale di Raccolta CCR nell'ARO del Comune di AGIRA (EN). Via Sandro Pertini

A.03

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

SCALA:

DATA: novembre 2023

AGGIORNATO:

IL SINDACO

On. avv. Maria Gaetana Greco

IL DIRIGENTE UTC

Dott. Ing. Gaetano Mineo

Il Dirigente IV Settore Tecnico
Ing. Gaetano Mineo



IL PROGETTISTA

Arch. Cataldo Annibale Ramoscello

IL RUP

Geom. Orazio Fontana

Il Responsabile Unico del Procedimento
Geom. Orazio Fontana



OGGETTO: LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI UN CENTRO COMUNALE DI RACCOLTA CCR NELL'ARO DEL COMUNE DI AGIRA(EN), VIA SANDRO PERTINI.

Ditta: COMUNE DI AGIRA, VIA VITTORIO EMANUELE N.372

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

1.1 SCOPO;

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico (FV) della potenza di picco di **19.50 kWp**, sito in Via Sandro Pertini in Agira.

L'impianto funzionerà in grid connect e provvederà a coprire interamente il fabbisogno energetico degli impianti che saranno installati nel costruendo CCR.

L'impianto fotovoltaico sarà installato **sulla copertura della tettoia da adibire a ricovero mezzi scarrabili**, con **una inclinazione di 30°** rispetto alla verticale. I moduli fotovoltaici saranno ancorati alla copertura tramite una struttura in acciaio zincato a caldo.

Il sistema è dimensionato per avere una potenza attiva effettiva, ai morsetti lato corrente alternata nel punto di impiego, pari ad almeno il 85% della potenza nominale del campo fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento.

Al fine di realizzare idonei sistemi di protezione per la sicurezza, di tenere elevata l'affidabilità del sistema, e di assicurare una elevata continuità dell'esercizio, si gestirà il campo fotovoltaico come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Il generatore fotovoltaico potrà essere gestito come sistema IT, indipendentemente dai circuiti in corrente alternata, solo in presenza di isolamento galvanico tra i circuiti in corrente continua del generatore fotovoltaico e la parte dei circuiti in corrente alternata. In tal caso la norma CEI 64-8, che detta le prescrizioni per la protezione contro i contatti indiretti, prescrive il controllo continuo dell'isolamento del sistema dc del tipo IT tramite un controllore continuo dell'isolamento, il quale

avverte con un segnale acustico e visivo il verificarsi di un primo guasto a terra, interrompendo il circuito e quindi il servizio, dando la possibilità agli operatori di intervenire tempestivamente per la ricerca ed eliminazione del guasto.

A tale scopo, le cornici dei moduli saranno collegate fra loro e verso massa con cavo di opportuna sezione. Tutte le masse dell'impianto vanno collegate tra loro con conduttori di protezione ed all'impianto di terra unico dell'edificio su cui sono installate.

Il sistema sarà, altresì, dotato di controllo della componente continua sul lato AC che bloccherà l'inverter tramite intervento di opportuno dispositivo di interfaccia.

1.3 NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO;

- 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 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 021 – Inverter -
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione
- per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (82 -12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo.
- 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 = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili-Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;

- 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 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici.
- Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

L'elenco normativo riportato non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, saranno comunque applicate.

1.4 TERMINOLOGIA;

CELLA FOTOVOLTAICA

Dispositivo semiconduttore che genera elettricità quando è esposto alla luce solare

MODULO FOTOVOLTAICO

Assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e protette dagli agenti atmosferici, anteriormente mediante vetro e posteriormente con vetro e / o materiale plastico. Il bordo esterno è protetto da una cornice di alluminio anodizzato.

STRINGA

Un gruppo di moduli elettricamente collegati in serie. La tensione di lavoro dell'impianto è quella determinata dal carico elettrico "equivalente" visto dai morsetti della stringa.

CAMPO

Un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto.

CORRENTE DI CORTOCIRCUITO

Corrente erogata in condizioni di cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

TENSIONE A VUOTO

Tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare

POTENZA MASSIMA DI UN MODULO O DI UNA STRINGA

Potenza erogata, ad una particolare temperatura e radiazione, nel punto della caratteristica corrente-tensione dove il prodotto corrente-tensione ha il valore massimo.

CONDIZIONI STANDARD DI FUNZIONAMENTO DI UN MODULO O DI UNA STRINGA

Un modulo opera alle “condizioni standard” quando la temperatura delle giunzioni delle celle è 25°C. la radiazione solare è 1.000 W/m² e la distribuzione spettrale della radiazione è quella standard (AM 1,5).

POTENZA DI PICCO

Potenza erogata nel punto di potenza massima alle condizioni standard.

EFFICIENZA DI CONVERSIONE DI UN MODULO

Rapporto tra la potenza massima del modulo ed il prodotto della sua superficie per la radiazione solare, espresso come percentuale.

CONVERTITORE CC/CA (INVERTER)

Convertitore statico in cui viene effettuata la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata, tramite un ponte a semiconduttori, opportune apparecchiature di controllo che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico ed un trasformatore.

ANGOLO DI AZIMUT

Angolo dalla normale alla superficie e dal piano meridiano del luogo; è misurato positivamente da sud verso ovest.

ANGOLO DI TILT

Angolo che la superficie forma con l'orizzonte; è misurato positivamente dal piano orizzontale verso l'alto.

2 RELAZIONE TECNICA;

2.1 CRITERI E SCELTE PROGETTUALI;

2.1.1 DATI DI PROGETTO;

- ✓ Impianto fotovoltaico su copertura inclinata;
- ✓ Dal sopralluogo non sono state riscontrate ombre causate da edifici vicini e/o altro che potrebbero impedire il massimo rendimento del sistema;
- ✓ Per i dati della radiazione solare, umidità relativa, temperature medie, valutazione impatto grandine sono state considerate le apposite norme CEI ed UNI in vigore.

Non esiste nessun impedimento strutturale per la corretta installazione dei moduli fotovoltaici e di tutti i componenti necessari per corretto funzionamento dell'impianto.

2.2 CONFIGURAZIONE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO;

2.2.1 MODULI FOTOVOLTAICI E CAMPO FOTOVOLTAICO;

I moduli fotovoltaici considerati per il progetto saranno del tipo con 36 celle in silicio policristallino collegate in serie tra loro.

Le caratteristiche elettriche tipiche dei moduli, misurate in condizioni standard dovranno essere pari a quelle dei migliori moduli in silicio policristallino di tipo commerciale.

Nel progetto presente, sono stati considerati moduli al silicio policristallino con potenza pari a 300 Wp.

Tale criterio è stato adottato per avere indicazioni sia per l'inserimento architettonico del generatore che per il dimensionamento elettrico.

Con tale riferimento, vista l'esigenza di energia elettrica del committente, il **generatore dovrà essere costituito da 65 moduli**; la potenza complessiva del generatore è data dalla somma delle potenze di picco dei singoli moduli, pertanto essa sarà pari a **19.50 KWp**; il generatore sarà disposto in sottocampi e stringhe.

Ogni modulo fotovoltaico sarà dotato di diodi di by-pass.

Caratteristiche dei moduli

Caratteristiche in condizioni standard dei moduli fotovoltaici:

(caratteristiche elettriche)

Tipo di modulo	Silicio policristallino
Potenza di picco	300 Wp
Tensione a vuoto	30,4 V
Corrente di corto circuito	DA 5 A / 5,5A
Tensione al punto di massima potenza	35 V / 36,3 V
Corrente al punto di massima potenza	4,58 A / 5,10 A
Tensione massima di sistema	SKII 1000 Vdc

(caratteristiche dimensionali)

dimensioni modulo	1638 x 982 x 40 mm.
dimensioni della cella	125*125 mmq

Peso

18,50 kg

Qualora il mercato non rendesse disponibili al momento dell'installazione moduli con le caratteristiche sopra descritte si utilizzeranno moduli con caratteristiche similari.

2.2.2 QUADRO DI CAMPO;

Ciascuna stringa sarà collegata ad un sezionatore sotto carico adatto alla tensione continua a circuito aperto nonché allo scaricatore di sovratensione.

Sarà installato un sezionatore con fusibile e uno scaricatore di sovratensione per ogni polo (positivo e negativo) di ogni stringa.

I terminali positivi delle stringhe saranno connessi ad opportuni diodi di blocco che sarà munito di un dissipatore di calore.

Le uscite delle stringhe saranno successivamente cablate all'interno del quadro di campo.

Gli ingressi e le uscite saranno tutti provvisti del relativo pressacavo.

Il quadro sarà del tipo per esterno con grado di protezione minimo IP65, conforme alle norme EN 60439-1 e IEC 439-1.

2.2.3 CONVERTITORE STATICO CC/CA;

Il sistema di conversione costituisce l'interfaccia tra il campo fotovoltaico e la rete elettrica locale.

Il condizionamento della potenza consiste fondamentalmente delle seguenti parti:

- ◆ Filtro lato corrente continua;
- ◆ Ponte a semiconduttori;
- ◆ Unità di controllo;
- ◆ Filtro d'uscita;
- ◆ Trasformatore.

Il convertitore statico DC/AC sarà un inverter a commutazione forzata che le fornirà l'energia generata dal campo fotovoltaico, inseguendo il punto di massima potenza.

L'inverter utilizzato sarà conforme alle direttive LVD ed EMC, alle norme CEI 11-20, CEI 110-6, CEI 110-7 e CEI 110-8, alla ENEL DK5940 ed alla ENEL DK5950, nonché marchiato CE.

2.2.4 QUADRO DI CONSEGNA DELL'ENERGIA;

Il quadro di consegna dell'energia sarà installato in corrispondenza del punto di consegna dell'energia.

Tale collegamento sarà a valle del dispositivo generale della rete utente secondo le modalità descritte dalle normative vigenti.

Il quadro sarà dotato di protezione termica e differenziale, contatore per il monitoraggio delle ore effettive di funzionamento dell'impianto fotovoltaico, relè di minima corrente che va ad agire sul contatore per avviarlo o bloccarlo, interfaccia di rete che ha il compito di gestire il parallelo con la rete del distributore di energia elettrica, la quale ha anche il compito di staccare l'impianto fotovoltaico, agendo su un contatore, nel caso non sono più verificate le condizioni di parallelo con la rete e un

multimetro per monitorare costantemente tutte le grandezze elettriche. Per quello che concerne la contabilizzazione dell'energia prodotta, il distributore locale, dopo la stipula del contratto secondo le attuali normative e leggi vigenti provvederà all'installazione di apposito gruppo di misura.

2.2.5 CAVI ELETTRICI E CABLAGGI;

I cavi sono dimensionati e concepiti in modo da semplificare e minimizzare le operazioni di cablaggio e, con particolare attenzione a limitare le cadute di tensione.

Saranno adottati tutti i criteri citati dalla specifica ENEA.

I cavi dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- ◆ Tipo autoestinguente e non propagante d'incendio;
- ◆ Cavi del tipo unipolari per i circuiti di potenza;
- ◆ Estremità stagnate oppure terminate con idonei capicorda.

Tipo di cavo usato: H07RN-F e FG7(O)R

Verranno installati tubi e/o passerelle portacavi per la protezione meccanica dei cavi nelle discese, garantendo, per il collegamento cavi ai quadri, un livello di protezione analogo a quello dei quadri stessi.

Per la connessione alla rete BT della rete elettrica, nel caso in cui il gestore non fosse in grado di garantire l'allacci alla cabina in BT di zona a proprio cura e spese in progetto è stato preventivato un collegamento con pali in acciaio e linea aerea di connessione sino alla cabina più vicina.

2.2.6 STRUTTURA D'APPOGGIO DEI MODULI;

La struttura d'appoggio sarà composta da un telaio formato da un ordito di travi in acciaio zincato a caldo, stesso metodo di fissaggio verrà utilizzato per affrancare le cornici dei moduli fotovoltaici al telaio. I suddetti telai verranno posizionati in copertura come da grafico unito alla presente relazione.

I moduli fotovoltaici avranno prestazioni meccaniche idonee a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente.

Le prestazioni meccaniche dell'impianto nella sua globalità saranno tali da essere conformi alla normativa vigente nell'ipotesi di trascurare tutti i carichi accidentali eccetto:

1. Peso proprio dell'impianto (P_i)
2. Neve (P_n)
3. Vento (P_v)

Gli altri carichi, quali il sisma e la temperatura vengono trascurati perché meno gravosi e non cumulabili con i carichi considerati (vento e sisma) o perché non comportano significativi stati tensionali (strutture isostatiche), i carichi ipotizzati vengono combinati come da normativa vigente.

Il valore di P_i si stima in 18 kg/m^2 includendo in tale sia il peso dei moduli (15 kg/m^2) che il peso aggiuntivo della struttura di supporto e di tutti i componenti necessari al funzionamento dell'impianto.

Tutti i dispositivi che saranno utilizzati per la realizzazione dell'impianto avranno caratteristiche tali per cui sarà assicurato il rispetto dei requisiti tecnici indicati all'articolo 4 del decreto del

28/07/2005 “Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare. (GU n. 181 del 5-8-2005) “

2.3 RISPONDENZA ALLE NORME IGIENICO URBANISTICHE

Il sottoscritto ing. Alessandro Buscemi, in qualità di tecnico progettista delle opere in oggetto, dichiara, sotto la propria responsabilità, la totale corrispondenza delle opere in progetto con le normative igienico - edilizie vigenti.

Le tavole grafiche evidenziano una rappresentazione globale delle opere in argomento, con lo stato attuale e lo stato futuro.

2.4 CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO

Località	Agira - Latitudine 37,65° Nord
Dati Irraggiamento	UNI 10349
Fattore di albedo	0,2
Azimut [gradi]	0,00
Tilt [gradi]	19,00
Efficienza η,1	78,65%
Producibilità annua [kWh/kWp]	1.594,09
Potenza FV [kWp]	14,40
Producibilità [kWh/anno]	22.954,88

Data la posizione e l'orientamento ed il numero di pannelli da impiantare si otterrebbe un valore medio annuo di producibilità al primo anno di circa 30.989,09 kWh, secondo le stime prudenziali dell'UNI.


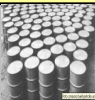

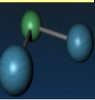

2.5 CONFIGURAZIONE IMPIANTO

Impianto da **19.50** kWp (65 pannelli fotovoltaici)

Numeri di stringhe	3
Numero moduli	65
Tensione Vmp a 25°C	240 V
Corrente Imp a 25°C	7,91 A
Superficie complessiva dei moduli	117.00 mq

2.6 MANCATO IMPATTO AMBINATALE

Sulla scorta stimata dell'energia prodotta dall'impianto è possibile prevedere il mancato impatto conseguente alla sua entrata in funzione, paragonandolo alla più comune e diffusa fonte di approvvigionamento energetico quale il petrolio, ed alla contemporanea mancata emissione in atmosfera di CO₂.

EsteralITÀ (+) MIA_ Mancato Impatto Ambientale				
Emissioni evitate	CO ₂	TEP	NO _x	SO ₂
[Kg/anno]	15.184,7	5,17	33,74	31,49
[ton/25anni]	349,4	119,05	0,78	0,72
				
Rimboschimento equivalente	Ha/anno			
	2,7			
				

Nella fattispecie l'impianto in progetti determinerà per singolo anno e nei 25 anni previsti di funzionamento:

- una mancata emissione annua in atmosfera di 15.187,70 kg di CO₂ (anidride carbonica) che in 25 anni ammonterà a 349 t nei 25 anni;
- un mancato utilizzo di circa 5,17 t TEP (Tonnellate di petrolio equivalenti) annue per un totale di 119,05 t nei 25 anni;
- una mancata emissione annua in atmosfera di 33,74 kg di NO_x (ossidi d'azoto), ammontante nei 25 anni a 0,78 t;
- mancata emissione annua in atmosfera di 33,49 kg di SO₂ (Anidride solforosa) che ammonta a 0,72 t nei 25 anni.

