

REGIONE SARDEGNA
Provincia Sud Sardegna
Comune di Carbonia

VARIANTE AL PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO
FOTOVOLTAICO "CARBONIA AGR_2" DELLA POTENZA
NOMINALE DI 5,86 MWp E RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE, DA REALIZZARE IN AGRO DI CARBONIA
NELLA CONTRADA "SU CAMPU SA DOMU"
(adeguamento alle prescrizioni della C.I. del 10.02.2022)

PROPONENTE

GC Carbonia s.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide, 8
39100 Bolzano

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO:

RELAZIONE DESCRITTIVA

COMMESSA

01_2020

PD
R01

IL PROGETTISTA

ing. giuseppe pipitone

via libero grassi, 8
91011 Alcamo (TP)

ing.giuseppipitone@gmail.com

PEC: giuseppe.pipitone@ordineingegneritrapani.it



GRUPPO DI LAVORO

- ing. Bruno Manca
- dott. geol. Cosima Atzori
- ing. Silvia Exana
- ing. Alessandra Scalas
- Renova s.r.l.

TIMBRO E FIRMA REDATTORE

TIMBRO DEL PROPONENTE

01	set 2022	modifiche per prescrizioni	ing. g. pipitone	ing. g. pipitone	ing. g. pipitone
00	feb 2020	emissione	ing. g. d'annibale	ing. d. bonafede	ing. g. pipitone
REV	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
FORMATO:		FILE DI ELABORAZIONE:		FILE DI STAMPA:	
ISO A4 - 210 x 297		Carb_Agr_2_PD_R01_Relazione descrittiva.doc		Carb_Agr_2_PD_R01_Relazione descrittiva.pdf	
				SCALA:	

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	2
2. COMMITTENTE	3
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
4. GENERALITÀ	6
4.1 OGGETTO E INQUADRAMENTO	6
4.2 DATI DI CONNESSIONE	8
4.3 CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO	8
5. ASPETTI FONDAMENTALI DEL PROGETTO	9
5.1 GENERALITÀ	9
5.2 CRITERI ADOTTATI PER LE SCELTE PROGETTUALI	9
5.3 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI	11
5.4 CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI PRINCIPALI DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	12
6. DESCRIZIONE DELLE OPERE	14
6.1 ELENCO ATTIVITÀ	14
6.2 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	15
6.3 OPERE EDILI	16
7. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	17
8. VERIFICA E RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE	17
9. ASPETTI AMBIENTALI	18
10. SISTEMA DI RICICLO	18
11. CONCLUSIONI	19

1. Introduzione

La presente relazione descrittiva riguarda la variante apportata, a seguito delle prescrizioni scaturite dalla C.I. del 10/02/2022, al progetto definitivo per la realizzazione di una centrale per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare grazie al fenomeno di conversione fotovoltaica. L'impianto sarà costituito da un generatore fotovoltaico installato a terra i cui moduli saranno in grado di convertire in energia elettrica la radiazione solare incidente sulla loro superficie. Il sistema sarà completato dal gruppo di conversione dell'energia elettrica da corrente continua in alternata (inverter), e il tutto sarà equipaggiato di tutti i dispositivi e macchinari necessari alla connessione, protezione e sezionamento del sistema e della rete.

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete di distribuzione in Media Tensione tramite Cabina MT/BT di nuova costruzione.

Il presente progetto è redatto ai fini della realizzazione dell'impianto fotovoltaico in questione, secondo le norme CEI ed in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni di e-distribuzione S.p.A. principalmente al fine di definire:

- le principali caratteristiche dell'impianto;
- il quadro delle esigenze da soddisfare;
- le specifiche dotazioni degli impianti;
- i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche degli impianti elettrici e speciali, ai fini della funzionalità e della sicurezza.

Nell'ambito della gestione razionale dell'energia e della riduzione delle emissioni di CO₂ nell'atmosfera conseguenti agli impegni presi in ambito internazionale dall'Italia, con il presente progetto s'intende favorire l'uso delle tecnologie solari fotovoltaiche. L'impianto dovrà perseguire una serie di obiettivi tra cui l'efficienza, il risparmio energetico e lo sviluppo tecnologico presso la cittadinanza in generale, nell'ottica delle tematiche ambientali e dello sviluppo sostenibile del territorio.

Il progetto è redatto al fine dell'ottenimento dell'Autorizzazione Unica ai sensi della Delibera del 23 gennaio 2018, n. 3/25 della Regione Sardegna, che costituisce titolo per la costruzione ed esercizio dell'impianto, e alla procedura di verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale.

2. Committente

Il committente è la società **GC Carbonia srl** (“GC”), con sede legale in **piazza Walther Von Vogelweide n. 8**, nel Comune di **Bolzano (BZ)**, P.IVA e C.F. **03100010218**, legalmente rappresentata dal sig. **Paolo Barale**, nella sua qualità di **Amministratore e Presidente del CdA**, che dispone dell’autorizzazione all’utilizzo dell’area su cui sorgerà l’impianto in oggetto.

In termini più generali, l’iniziativa s’inquadra nel piano di realizzazione di impianti per la produzione d’energia fotovoltaica che la società “GC Carbonia s.r.l.”, intende realizzare nella Regione Sardegna per contribuire, per quanto nelle proprie possibilità, al soddisfacimento delle esigenze d’energia pulita e sviluppo sostenibile sancite dal Protocollo Internazionale di Kyoto del 1997 e ribadite nella “Strategia Energetica Nazionale 2017”.

Il core business della società è legato allo sviluppo, costruzione e gestione di impianti a fonti rinnovabili. L’energia prodotta con i propri impianti viene valorizzata al meglio attraverso la vendita ai clienti finali sul libero mercato.

3. Normativa di riferimento

Per la redazione del presente progetto e per la successiva fase di installazione sono state prese in considerazione le disposizioni di legge e le Norme Tecniche di riferimento, per lo specifico campo di applicabilità:

DISPOSIZIONI LEGISLATIVE E REGOLAMENTI (intese con le successive modifiche ed integrazioni):

Prescrizioni delle autorità locali;

Testo Integrato delle Connessioni Attive – TICA;

Guida per le connessioni alla rete elettrica di e-distribuzione;

Legge 01 Marzo 1968, n° 186;

DLgs 29 dicembre 2003, n° 387;

DLgs 09 Aprile 2008, n° 81;

DM 22 gennaio 2008, n° 37;

DLgs 03 marzo 2011, n° 28;

DM 19 maggio 2015;

DM 14 settembre 2005 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;

Linee Guida per la realizzazione alla costruzione ed all’esercizio di impianti di produzione di elettricità (Gazz. Uff. serie Generale n° 219 del 18/09/2010);

DLgs 30 maggio 2008, n° 115;

Delibera AEEGSI n° 281/05;

Delibera AEEGSI n° 111/06;

Delibera AEEGSI n° 90/07;

Delibera AEEGSI n° 74/08 - TISP;
Delibera AEEGSI n° 99/08 - TICA;
Delibera AEEGSI n° 161/08;
Delibera AEEGSI n° 179/08;
Delibera AEEGSI n° 125/10 - TICA;
Delibera AEEGSI n° 181/10;
Delibera AEEGSI n° 51/11;
Delibera AEEGSI n° 187/11 - TICA;
Delibera AEEGSI 562/2012/R/EEL;
Delibera AEEGSI 578/2013/R/EEL;
Delibera AEEGSI 595/2014/R/EEL;
Delibera AEEGSI 609/2014/R/EEL;
Delibera AEEGSI 612/2014/R/EEL.

NORME TECNICHE (intese con le successive modifiche ed integrazioni):

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e 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;
CEI 11-16: Lavoro sotto tensione – Attrezzi di lavoro a mano per tensioni fino a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
CEI 11-27: Lavori su impianti elettrici;
CEI 17-5 (EN 60947-2): Apparecchiatura a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici;
CEI 17-11: Apparecchiatura a bassa tensione – Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili;
CEI 20-40: Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione;
CEI 20-45: Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U₀/U di 06/1 kV;
CEI 20-91 (EN 50618): Cavi elettrici per impianti fotovoltaici;
CEI 23/3/1 (EN 60898-1): Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;
CEI 23-80 (EN 61386-1): Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali;
CEI 23-114 (EN62423): Interruttori differenziali di tipo F e B con o senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e simili;
CEI 32-1 (EN 60269-1): Fusibili a bassa tensione – Parte 1: Prescrizioni generali;
CEI 32-20 (EN 60269-6): Fusibili per bassa tensione – Parte 6: Prescrizioni supplementari per cartucce per la protezione dei sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare;

CEI 37-16 (EN 50539-11): Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Limitatori di sovratensione di bassa tensione per applicazioni specifiche inclusa la c.c. Parte 11: Prescrizioni e prove per SPD per applicazione negli impianti fotovoltaici;

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 81-10 (EN 62305): Protezione contro i fulmini;

CEI 81-29: Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305;

CEI 82-1 (EN 60904-1): Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;

CEI 82-3 (EN 60904-3): Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento;

CEI 82-8 (EN 61215): Moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI 82-12 (EN 61646): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottili per usi terrestri – Qualificazione del progetto e approvazione di tipo;

CEI 82-15 (EN 61724): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

CEI 82-22 (EN 50380): Fogli informativi e dati di targa per impianti fotovoltaici;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti di Media e Bassa tensione;

CEI EN 60904-1(CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215 (CEI 82-8): 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 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI 82-27 (EN 61730-1): Qualificazioni per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) – Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;

CEI 82-28 (EN 61730-2): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) – Parte 2: Prescrizioni per le prove;

CEI 82-30 (EN 62108): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
CEI 82-31 (EN 50521): Connettori per sistemi fotovoltaici. Prescrizioni di sicurezza e prove;
CEI 82-34 (EN 50524): Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
CEI 82-37 (EN 62109-1): Sicurezza degli apparati di conversione di potenza utilizzati in impianti fotovoltaici di potenza – Parte 1: Prescrizioni generali;
CEI 82-40 (EN 50548): Scatole di giunzione per moduli fotovoltaici;
CEI 82-50 (EN 62852): Connettori per applicazioni in c.c. nei sistemi fotovoltaici – Prescrizioni di sicurezza e prove;
CEI UNEL 00721: Colori di guaina dei cavi elettrici;
CEI UNEL 00722: Identificazione delle anime dei cavi;
CEI UNEL 35024/1: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
CEI UNEL 35026: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in interrata;
UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
TERNA A.70: Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita;
TERNA A.72: Procedura per la riduzione della generazione distribuita in condizioni di emergenza del Sistema Elettrico Nazionale (RIGEDI);

4. Generalità

4.1 Oggetto e inquadramento

Oggetto del progetto è la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a **5.860,4 kWp**, intesa come somma delle potenze nominali dei moduli che costituiscono il generatore fotovoltaico, ed una potenza massima erogabile pari a **5.500 kVA**, intesa come minor valore tra la potenza nominale del generatore fotovoltaico in condizioni STC e la potenza nominale del gruppo di conversione ai sensi della norma CEI 0-16. L'impianto di produzione, denominato **CARBONIA AGR_2**, sarà realizzato nel Comune di **CARBONIA (SU)**, su appezzamento di terreno in **CONTRADA SU CAMPUS DOMU**, al fine di produrre energia elettrica da immettere nella rete elettrica nazionale.

Il terreno è annotato al N.C.T. del Comune di **Carbonia** al foglio di mappa n. **27** particelle n. **598-166-580-389**, ed è identificato alle seguenti coordinate satellitari:

Latitudine: **39° 9' 28.06"N (39.157794°)**; Longitudine: **8° 29' 32.01"E (8.492225°)**



Figura 1. Ortofoto satellitare

Gli immobili ricadono in Zona Territoriale Omogenea (Z.T.O.) **E5** come riportato nel Piano Urbanistico Comunale del Comune di Carbonia. Nel progetto in esame, è bene evidenziare che, fra i parametri da rispettare è previsto un'altezza massima di costruzione pari a **6,50 m** e un distacco dai confini pari a **5,00 m** e pari a **8,00 m** dalle strade vicinali.

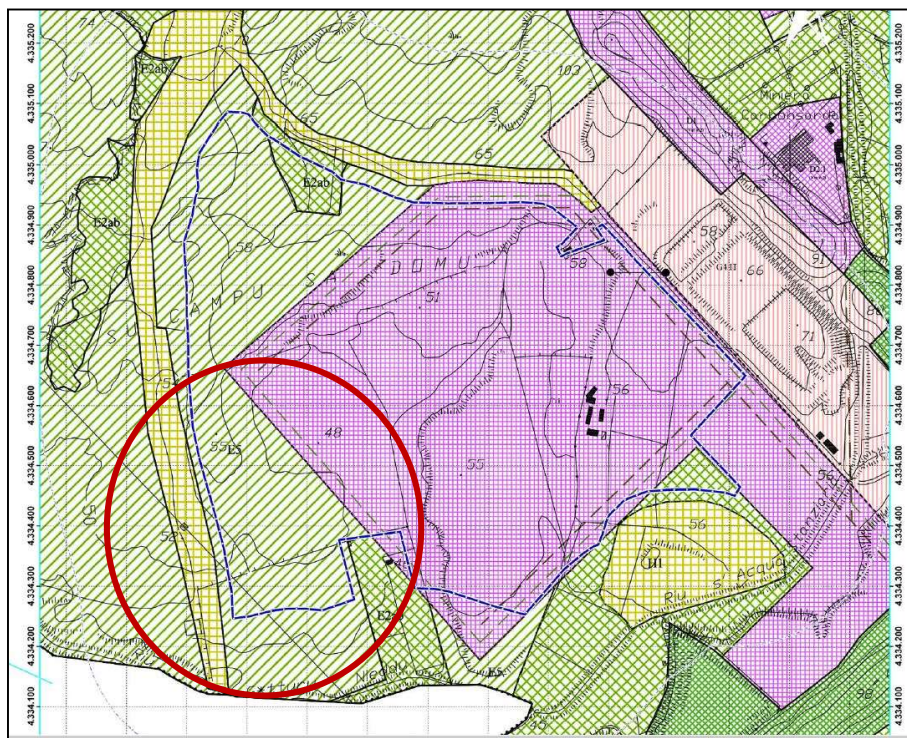


Figura 2. Piano Urbanistico Comunale

L'area complessiva del sito è pari a **148.500 m²** circa, la quale sarà suddivisa in due parti per l'installazione di due centrali fotovoltaiche contigue, delle quali una è quella in oggetto. Pertanto l'area a disposizione per l'impianto fotovoltaico sarà pari a **72.700 m²** circa, di cui l'area occupata

dal totale dei moduli al netto degli spazi per camminamenti, passaggi e quant'altro è di **26.006 m²** circa. Sarà prevista una fascia di rispetto dai confini avente larghezza minima pari a **5,00 m**. La restante superficie sarà impiegata per le aree di ubicazione delle Power Stations, delle cabine utente e consegna, nonché per le aree di transito e manovra di mezzi e persone per il successivo esercizio e la manutenzione dell'impianto.

4.2 Dati di connessione

L'impianto in oggetto è un impianto di produzione di **categoria II** con connessione in Media Tensione a **15 kV e 50 Hz** con cabina propria di nuova installazione.

L'impianto sarà connesso alla rete MT di E-distribuzione S.p.A. secondo quanto indicato nel progetto definitivo redatto dal Produttore ed inviato per il benessere tecnico.

4.3 Caratteristiche generali del progetto

DATI GENERALI	
Ubicazione impianto	
Identificativo dell'impianto	Carbonia Agr_2
Indirizzo	Contrada Su Campu Sa Domu, snc
Comune	Carbonia (SU)
CAP	09013
Committente	
Denominazione	GC Carbonia srl
Codice fiscale e Partita IVA	03100010218
Indirizzo (sede legale)	Piazza Walther Von Vogelweide n. 8
Comune	Bolzano (BZ)
CAP	39100
DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE	
Temperatura:	
- Min/max all'aperto	6,4 °C/29,2 °C
- Media del giorno più caldo	24,2 °C
- Media annuale	16,3 °C
Formazione di condensa	Possibile
Altitudine (s.l.m.)	50 m
Latitudine	39° 9' 28.06" N (39.157794°)
Longitudine	8° 29' 32.01"E (8.492225°)
Presenza di corpi solidi estranei	NO

Presenza di polvere	SI
Presenza di liquidi:	SI
Tipo di liquido:	Acqua
- Trascurabile	SI
- Possibilità di stillicidio	SI
- Esposizione alla pioggia	SI
- Esposizione agli spruzzi	NO
- Possibilità di getti d'acqua	NO
Condizioni del terreno	Terreno in parte roccioso
Azione del vento	Zona 6
Azione della neve	Zona III
Zona sismica	Zona 4

Tabella 1. Dati generali

5. Aspetti fondamentali del progetto

5.1 Generalità

La realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione ha principalmente lo scopo di immettere l'energia prodotta in rete per la vendita al mercato libero.

In generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. Impatto Visivo).

5.2 Criteri adottati per le scelte progettuali

Le scelte delle varie soluzioni sulle quali è stata basata la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- soddisfazione di massima dei requisiti di base imposti dalla committenza;
- pieno rispetto delle condizioni necessarie all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica;
- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;

- ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete;
- prescrizioni emerse dalla prima Conferenza dei Servizi per la VIA.

L'impianto fotovoltaico è stato progettato con riferimento a materiali e/o componenti di fornitori primari, dotati di marchio di qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore, attestanti la loro costruzione a regola d'arte secondo la normativa tecnica e la legislazione vigente.

In base alla potenza del generatore, alla superficie effettivamente disponibile e alla conformazione morfologica del terreno, si è individuato e si è valutato come ottimale la suddivisione del generatore fotovoltaico in campi fotovoltaici la cui distinzione sarà esclusivamente elettrica, prevedendo una semplice rete di camminamenti, al fine di facilitare sia l'installazione sia la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto negli anni. Si è creata ove possibile una corrispondenza tra le configurazioni elettriche e la distribuzione fisica degli impianti, in modo da ridurre al minimo le lunghezze dei cavidotti.

Ogni campo fotovoltaico sarà dotato di sistemi di conversione DC/AC e di gruppi di trasformazione per la connessione alla rete in Media Tensione.

L'impianto sarà costituito da moduli fotovoltaici posizionati su strutture ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione lungo la direttrice Nord Sud che permettono al piano dei pannelli di seguire la rotazione del sole E-O. Le strutture saranno infisse a terra e connesse elettricamente in stringhe serie/parallelo su inverter di stringa in bassa tensione. Ogni inseguitore ospiterà n. 26 moduli fotovoltaici disposti su due file da 13 moduli ciascuno (double portrait).

La larghezza complessiva del singolo inseguitore è pari a circa 17,25 m (ovvero la larghezza di 13 moduli, pari a 1,303 m cadauno, oltre lo spazio per i montanti). La struttura potrebbe riportare delle modeste variazioni dimensionali legate al produttore scelto in fase realizzativa.

I pannelli sono supportati da profilati ad omega trasversali alla struttura, che a loro volta sono connessi mediante un corrente longitudinale con sezione quadrata. Grazie a questo sistema la parte mobile è in grado di ruotare intorno ad un asse orizzontale posto ad una altezza pari a circa 2,75 m fuori terra, con un angolo di rotazione di +/- 55°, sfruttando così al meglio l'assorbimento dell'energia solare e consentendo comunque lo sfalcio del terreno sottostante.

Il corrente che governa il moto della struttura è sostenuto da profili di acciaio cui è collegato mediante delle cerniere con asse di rotazione parallelo al tubolare. Nella cerniera centrale trova collocazione una ghiera metallica che, collegata ad un motore ad azionamento remoto, regola l'inclinazione del piano dei pannelli. I profili ad Ω di sostegno sono infissi nel terreno.

La struttura completa proposta è rappresentata nella figura seguente.

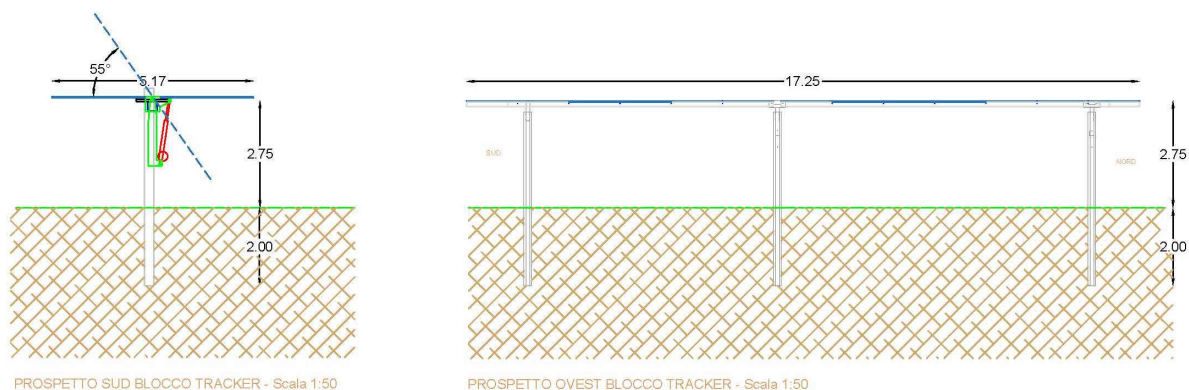


Figura 5.6 – Tipologico struttura sostegno moduli – sezioni

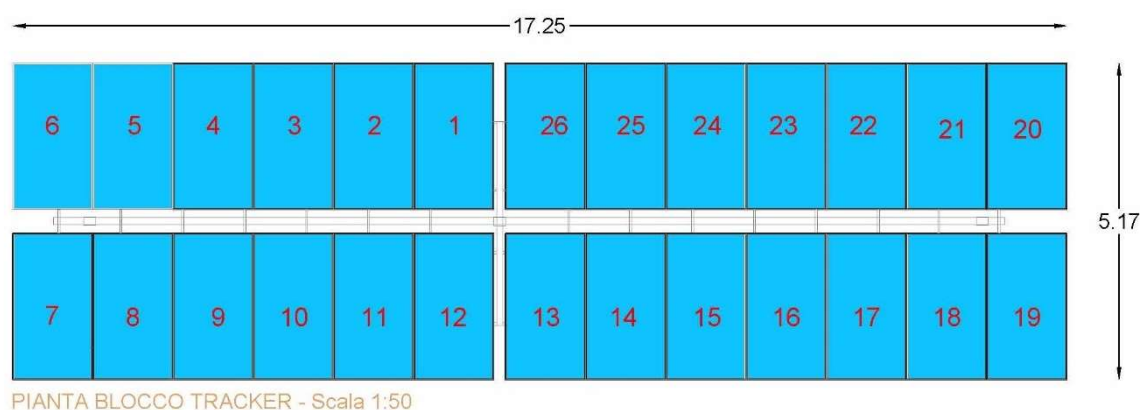


Figura 5.7 – Tipologico struttura sostegno moduli – pianta

Nelle successive fasi progettuali, in funzione di più approfondite valutazioni sulla natura meccanica dei litotipi presenti in sito, sarà possibile fare valutazioni sul possibile utilizzo di fondazioni superficiali o su pali trivellati in luogo di quelli sopra descritti.

Tutte le opere saranno comunque realizzate in accordo alle prescrizioni contenute nella Legge n. 1086 del 5/11/1971 e susseguenti D.M. emanati dal Ministero dei LL.PP e conformi alle NTC 2018.

5.3 Caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti

Nella scelta dei materiali, sia per quanto attiene alle prestazioni che alla qualità, vi è poca libertà rispetto alle prerogative del progettista, poiché gli impianti fotovoltaici presentano un alto livello di regolamentazione tecnica obbligatoria, sia a riguardo della architettura della progettazione (documenti obbligatori, caratteristiche del progetto, ecc.), sia a riguardo dei materiali da utilizzare (compatibilità elettrica ed elettromagnetica, marchi di qualità, prestazioni, ecc.).

Le scelte dei materiali impiegati, quindi, sono state eseguite con riferimento al quadro normativo obbligatorio, in un certo senso “standardizzato”, che di per sé garantisce nella sua applicazione l’alta qualità costruttiva e prestazionale dei materiali utilizzati.

La scelta dei moduli fotovoltaici, fatta salva anche per esse l’applicazione delle obbligatorie norme tecniche in materia di qualità e compatibilità, è stata compiuta in considerazione delle specificità del sito d'installazione.

Al fine di garantire il massimo rendimento di produzione del generatore fotovoltaico, si è scelto di utilizzare moduli fotovoltaici ad alta efficienza che, in concomitanza con la tipologia di installazione, permetta di sfruttare al massimo l'ampia area a disposizione. La scelta di moduli in silicio è stata dettata principalmente dalle considerazioni sulla risposta alla temperatura di tale tecnologia. In base alle caratteristiche del sito e alle temperature di esercizio previste, che saranno ovviamente diverse dalle condizioni standard di laboratorio, la risposta in potenza del generatore fotovoltaico sarà migliore.

Nella disposizione a suolo si è fatta attenzione a garantire adeguati camminamenti per gli operatori che attraversamenti per i mezzi all'interno dell'area. La tipologia costruttiva scelta, con una esposizione est/ovest dei moduli, non è influenzata da ombreggiamenti tra gli stessi, pertanto permette di minimizzare gli spazi liberi senza condizionare la produzione del generatore.

Si è scelto di utilizzare stringhe fotovoltaiche di moduli in serie in maniera da ottenere una tensione nominale di valore massimo tale da consentire minori cadute di tensione percentuale e conseguentemente l’impiego di cavi di minor sezione, riducendo al contempo l’impatto sull’ambiente e l’impiego di materiali primari come il rame in minor quantità.

5.4 Criteri di scelta e dimensionamento dei componenti principali del sistema fotovoltaico

Tutti i componenti saranno dimensionati e verificati secondo le grandezze elettriche caratteristiche del circuito; in particolare la maggiore sollecitazione sarà determinata dalla corrente elettrica che si produrrà nel lato corrente continua.

L’impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I/I_{sc},$$

dove:

- Pcc è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- Pnom è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
- Istc, pari a 1000 W/m^2 , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 \text{ W/m}^2$.

$$P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$$

dove:

- Pca è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2%.

La misura della potenza Pcc e della potenza Pca sarà effettuata in condizioni d'irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a 600 W/m^2 . Qualora nel corso di detta misura sia rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40°C , si effettuerà la correzione in temperatura della potenza stessa.

In questo caso la condizione precedente diventa:

$$P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / I_{stc}$$

dove:

Ptpv indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico Ptpv, nota la temperatura delle celle fotovoltaiche Tcel, possono essere determinate da:

$$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * g / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente Tamb da:

$$P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * g / 100$$

dove:

- g è il coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a $0,4,0,5 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$);

- NOCT indica la temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40,50°C, ma può arrivare a 60 °C per moduli in retrocamera);
- Tamb è la temperatura ambiente;
- Tcel è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

6. Descrizione delle opere

6.1 Elenco attività

Per la realizzazione dell'opera saranno compiute le seguenti attività:

- Allestimento cantiere;
- Realizzazione opere edili principali:
 - Realizzazione percorsi interni;
 - Realizzazione Cabine di trasformazione e locali annessi;
 - Scavi per le condutture;
 - Opere di fondazione, infissione pali strutture di sostegno, ecc.;
 - Realizzazione di recinzione in rete metallica e della fascia arborea perimetrale;
- Posa in opera del generatore fotovoltaico:
 - Installazione delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici;
 - Montaggio e Cablaggio dei moduli fotovoltaici;
 - Posa in opera di cavi e condutture;
- Realizzazione di impianto elettrico principale:
 - Posa e cablaggio Cabine;
 - Posa e cablaggio del quadro di interfaccia e quadri BT;
 - Posa e cablaggio degli Inverter;
 - Realizzazione degli impianti FM, Illuminazione e Servizi di cabina;
- Realizzazione di impianto di videosorveglianza, di impianto antintrusione a barriera sensibili e impianto di telecontrollo e monitoraggio dell'impianto fotovoltaico (se previsto);
- Posa in opera di Contatore di Energia;
- Allaccio al distributore locale a collaudo impianto;

- Chiusura cantiere.

6.2 Impianto fotovoltaico

L'impianto è costituito da un generatore fotovoltaico collegato in parallelo alla rete pubblica di distribuzione elettrica tramite gruppi di trasformazione distribuiti con consegna trifase in MT.

Il generatore fotovoltaico sarà composto complessivamente da n. **8.372** moduli in silicio **monocristallino** con tecnologia **PERC**, di potenza pari a **700 Wp**, distribuiti su n. **322** strutture ad inseguimento monoassiale (tracker) con orientamento nord-sud, ognuna composta da n. **26** moduli fotovoltaici, disposti su due file da 13 moduli, costituenti a loro volta una stringa (ogni tracker costituisce una stringa).

Complessivamente, il generatore fotovoltaico è composto quindi da n. **322** stringhe fotovoltaiche costituite ognuna da n. **26** moduli collegati in serie.

Il generatore fotovoltaico è suddiviso in n. **2** campi afferenti ad altrettante cabine di trasformazione (Power Stations) identificati con le sigle "**PS_Agr_2.1**" e "**PS_Agr_2.2**". La trasformazione dell'energia elettrica da continua ad alternata avverrà tramite l'impiego di n. **3** inverter DC/AC di tipo centralizzato, trifase, di potenza nominale pari a **1500 kVA** ciascuno, dislocati all'interno delle due Power Stations (due inverter centralizzati nella Power Station "PS_Agr_2.1" ed un solo inverter nella Power Station "PS_Agr_2.2") dislocate all'interno del campo fotovoltaico in posizione per quanto possibile baricentrica rispetto alle relative stringhe. Gli inverter sono in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e costruiscono l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme.

Le uscite dei gruppi di conversione a **578 V** in corrente alternata, saranno connesse in parallelo in quadro dedicato ubicato all'interno della rispettiva cabina di trasformazione. L'uscita del parallelo in corrente alternata sarà elevata mediante l'impiego di trasformatori in resina a basse perdite BT/MT con rapporto di trasformazione **578/15.000 V/V** al fine di consentire l'immissione in rete dell'energia sulla rete in Media Tensione di e-distribuzione S.p.A..

Le uscite delle cabine di trasformazione saranno collegate in parallelo nella cabina di utenza e quindi alla cabina di consegna entro la quale sarà presente un gruppo di misura omologato il quale provvederà a contabilizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete dall'impianto

fotovoltaico. Tale contatore dovrà rispondere alle prescrizioni del Gestore di Rete e dell'Autorità di Regolazione per Energia Rete e Ambiente (ARERA).

L'intera produzione netta di energia elettrica, al netto dell'autoconsumo di centrale, sarà riversata in rete con connessione in Media Tensione a **15 kV**.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO			
Numero Moduli	n.	8.372	Modulo FV in silicio monocristallino 132 celle
Potenza Nominale Modulo FV	W	700	Calcolata nella condizione STC (a 1000 W/m ² 25°C AM 1,5)
Numero di moduli in serie	n.	26	Stringa fotovoltaica
Numero totali di stringhe	n.	322	Una stringa ogni tracker
Orientamento moduli		90° (est) -90° (ovest)	Est/Ovest
Inclinazione moduli		± 55°	Struttura fissa ad inseguimento monoassiale
Fenomeni di ombreggiamento		Trascurabili	
Potenza nominale generatore	W	5.860.400	
Convertitori DC/AC (Inverter)	n.	3	Inverter di tipo centralizzato
Potenza nominale gruppo di conversione	kVA	1500	
Potenza totale di conversione	kVA	4.500	
Potenza massima erogabile	kVA	4.500	

Tabella 2. Caratteristiche generali del progetto

6.3 Opere edili

Le opere edili riguarderanno la realizzazione delle strutture metalliche di sostegno del generatore fotovoltaico con le caratteristiche descritte nei paragrafi precedenti. La struttura sarà ancorata al terreno mediante preventiva trivellazione/carotaggio del terreno (foro 150 mm) e successivo inserimento all'interno del foro dei montanti verticali di sostegno in profilati metallici. I montanti saranno quindi fissati all'interno del foro mediante inghisaggio con sabbia bagnata e vibrata.

Le caratteristiche dimensionali dei profilati metallici che compongono la struttura reticolare degli inseguitori sono state determinate in base ai parametri geotecnici del terreno risultanti da apposite indagini in sito (rif. relazione geologica), nel rispetto delle norme tecniche vigenti.

È inoltre prevista la realizzazione di n. **2** Cabine di Trasformazione BT/MT (Power Stations), di una cabina di utenza e di una cabina di consegna e misura dell'energia. L'ubicazione dei locali di detta cabina è predisposta in modo tale da permetterne l'accesso degli operatori, da strada accessibile dal Distributore per poter eseguire le manovre di servizio e la manutenzione dei componenti.

Tutte le cabine sono realizzate con conglomerato cementizio armato prefabbricato con superfluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

Le cabine prefabbricate di dimensioni standard saranno posate su apposite vasche di fondazione poggiate su un magrone precedentemente predisposto.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche dimensionali delle cabine previste:

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DELLE CABINE PREVISTE				
N°	DESTINAZIONE D'USO	DIMENSIONI PxLxH (m)	SUPERFICIE (m²)	VOLUME (m³)
1	Cabina di consegna DG2061 ed. 9	2,50 x 6,76 x 2,50	16,90	42,25
1	Cabina Utente	2,50 x 4,48 x 2,50	11,20	28,00
1	Cabina di trasformazione BT/MT (Power Station)	2,50 x 15,50 x 2,50	38,75	96,88
1	Cabina di trasformazione BT/MT (Power Station)	2,50 x 10,66 x 2,50	26,65	66,63
	Totale		93,50	233,76

Tabella 3. Caratteristiche dimensionali delle cabine previste

Le altre opere edili riguarderanno la preparazione del terreno e dei percorsi interni al campo, la realizzazione degli scavi e posa dei cavidotti, la realizzazione della recinzione perimetrale e quanto altro necessario al completamento e consegna dell'opera.

7. Impianto di illuminazione

L'area dell'impianto sarà interessata dall'installazione di un impianto di illuminazione perimetrale. L'impianto sarà costituito da proiettori LED da esterno con ottica cut-off, installati su palificazione in acciaio infissi nel terreno con l'utilizzo di plinto di fondazione. L'illuminazione non sarà permanente, ma si attiverà solamente in caso di intervento del sistema antintrusione.

8. Verifica e risoluzione delle interferenze

Non sussistono interferenze di reti esterne, nel senso di cui all'art. 9, comma 2, lettera f) dell'Allegato XXI al decreto 12 aprile 2006, n.163.

Non vi sono opere esistenti, nel senso di cui all'Allegato XXI, al decreto legislativo 12 Aprile 2006, n. 163: ne consegue che per l'opera di cui al presente progetto non sono previste dismissioni o demolizioni.

Per ciò che attiene alla valorizzazione dell'intervento, essa si persegue attraverso il senso di grande avanguardia tecnologica, che rendono in termini di immagine, i moduli fotovoltaici installati a suolo.

9. Aspetti ambientali

Il progetto nell'ambito dell'autorizzazione unica, dal punto di vista ambientale è oggetto di parere ai sensi dell'art. 20 del D.Lgs 152/06, ovvero, a seguito di screening, a procedura di VIA Regionale. A tal fine sono state esplicitate alcune prescrizioni di carattere ambientale con particolare riguardo alla fascia perimetrale di rispetto pari a **5,00 m**.

Altra prescrizione rispettata nel progetto è relativa alla richiesta da parte di e-distribuzione S.p.A. di utilizzare una cabina di consegna con copertura a falde ricoperte da coppi; in fase progettuale la prescrizione è stata estesa a tutte le cabine elettriche che saranno installate all'interno del lotto.

10. Sistema di riciclo

Al termine della vita utile di un impianto fotovoltaico, ove non sia possibile riutilizzare i pannelli presso altri impianti, i moduli saranno prelevati da operatori ambientali che si occupano di separare i materiali riciclabili da quelli inerti non riutilizzabili.

I principali componenti di un pannello sono:

- silicio;
- vetro;
- metalli (cornice e contatti);
- componenti elettrici.

Circa il 95% del modulo (in peso) è quindi composto da materiali "nobili" che possono essere riciclati per altri utilizzi. Il resto è formato da rifiuti inerti che sono smaltiti in una comune discarica.

I pannelli possono essere prelevati sul sito da un soggetto pubblico o privato specializzato in ambito di recupero materiali, che potrà agevolmente sottoporre i pannelli ad un processo di riciclo e smaltimento strutturato nelle seguenti macrofasi:

1. separazione e lavaggio dei vetri (invio dei vetri presso le industrie del settore);
2. separazione dei componenti metallici del modulo;
3. purificazione dei metalli riutilizzabili per il riciclo;
4. smaltimento degli inerti rimanenti presso una discarica.

Il processo di smaltimento, data l'assenza di materiali pericolosi o inquinanti tra i componenti del pannello, non necessita di particolari competenze e può essere gestito da uno dei numerosi operatori ambientali che agiscono sul territorio.

11. Conclusioni

Lo scopo progettuale è stato anche quello di soddisfare tutte le prescrizioni normative e legislative per la realizzazione dell'opera.

La configurazione dell'intervento proposto è sicuramente conveniente economicamente per quanto riguarda sia l'indice di redditività sia il tempo di ritorno dell'investimento; inoltre bisogna considerare i benefici ambientali difficilmente quantificabili in termini strettamente economici e i benefici di carattere socio-economico indotti.