

AGROFOTOVOLTAICO TRE TORRI AGRICOLTURA 4.0

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA,
CON PANNELLI COLLOCATI IN ALTEZZA, DI POTENZA IN GENERAZIONE
PARI A 26,8643 MW E POTENZA IMMESSA IN RETE PARI A 25,82 MW,
DENOMINATO "AFV TRETORRI AGRICOLTURA 4.0"

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di BRINDISI
COMUNI di SAN PANCRAZIO SALENTINO ed ERCHIE
opere connesse nel COMUNE DI ERCHIE (Br) contrada "Tre Torri"
Località ubicazione impianto AFV: Masseria Tre Torri - Erchie (Br)

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU 3A3A5H1



| | | |
|---------------------|--|---------------------------------|
| Tav.: R03 | Titolo: RELAZIONE TECNICA OPERE CIVILI | |
| Scala: | Formato Stampa: | Codice Identificatore Elaborato |
| n.d. | A4 | 3A3A5H1_RelazioneOpereCivili_03 |

| | |
|--|--|
| Progettazione: | Committente: |
| ENERWIND s.r.l. Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it MSC innovative solutions s.r.l.s. Via Milizia n.55 - 73100 LECCE (ITALY) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@pec.it Ing. Santo Masilla Responsabile progetto Ing. Fabio Calcarella | TRE TORRI ENERGIA s.r.l. Piazza del Grano n.3 - 39100 BOLZANO (BZ) p. iva 0305799214 - REA BZ 283988 tretorrienergia@legalmail.it SOCIETA' DEL GRUPPO FRI-EL GREEN POWER S.p.A. Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764 Email: Info@fri-el.it - P. IVA 01533770218 |

| Data | Motivo della revisione: | Redatto: | Controllato: | Approvato: |
|-------------|-------------------------|-----------------|---------------|--------------------------|
| Luglio 2022 | Prima emissione | M.S.C. S.r.l.s. | Santo Masilla | Tre Torri Energia S.r.l. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Sommario

| | |
|---|----|
| 1. Generalità..... | 2 |
| 2. Caratteristiche generali dell'impianto e dell'area oggetto dell'intervento | 2 |
| 2.1. Caratteristiche generali dell'impianto | 2 |
| 2.2. Caratteristiche dell'area..... | 2 |
| 3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO – Generalità | 3 |
| 3.1. Preparazione del sito..... | 4 |
| 3.2. Realizzazione strade | 4 |
| 3.2.1. Strade perimetrali | 4 |
| 3.2.2. Strade interne..... | 5 |
| 3.3. Realizzazione recinzione perimetrale e cancelli..... | 5 |
| 3.4. Sistema di videosorveglianza e illuminazione | 7 |
| 3.5. Scavi..... | 9 |
| 3.5.1. Scavi a sezione ristretta | 9 |
| 3.5.2. Scavi a sezione ampia | 9 |
| 3.6. Strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici..... | 10 |
| 4. Cavidotti interni | 14 |
| 4.1. Scavi..... | 14 |
| 4.1.1. Scavi per cavidotti interni BT ed MT | 14 |
| 5. Gruppi conversione / trasformazione (Shelter) | 15 |
| 6. Cabine di Campo | 15 |
| 7. Cabina di Smistamento (CdS)..... | 19 |
| 8. Linea elettrica interrata MT | 19 |
| 9. Impianto di terra | 19 |
| 10. Sottostazione Elettrica Utente | 20 |
| 10.1. Quadro MT | 22 |
| 10.2. Trasformatore MT/AT | 23 |
| 10.3. Apparecchiature AT..... | 23 |
| 10.4. Sbarre AT di condivisione | 24 |
| 10.4.1. Sistema di condivisione stallo di consegna alla RTN | 24 |
| 10.5. Rete di terra..... | 25 |
| 10.6. Protezioni | 25 |

1. Generalità

La presente relazione ha lo scopo di illustrare gli aspetti tecnici legati alla progettazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (solare) e di tutte le opere ad esso annesse e necessarie per il collegamento dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale gestita da TERNA S.p.A., ed in particolare per il collegamento alla Stazione Elettrica TERNA 150/380 kV "Erchie". La presente trattazione riguarderà le Opere Civili.

2. Caratteristiche generali dell'impianto e dell'area oggetto dell'intervento

2.1. Caratteristiche generali dell'impianto

L'impianto, denominato "TreTorri" avrà una potenza nominale pari a 25,82 MW e potenza installata pari a 26.864,32 kW. Sarà costituito da 40.096 pannelli fotovoltaici (si ipotizza di poter utilizzare moduli fotovoltaici in silicio monocristallino di potenza pari a 670 W con dimensioni pari a 2.384x1.303 mm) raggruppati in 1.432 stringhe e montati su strutture metalliche ad inseguitori solari monoassiali "Tracker" aventi asse di rotazione perpendicolare all'asse Est-Ovest.

L'energia di ciascun sottocampo sarà convogliata (sempre tramite linee MT in cavo), nella Cabina di Smistamento (CdS) del tipo MT/MT.

Per quanto riguarda l'Area 2 Est dalla Cabina di Smistamento l'energia sarà trasportata, tramite linea in cavo MT a 30 kV (costituita da una terna di cavi Air-Bag da 500 mmq, di lunghezza pari a circa 2.730 m), nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di nuova costruzione.

Mentre per l'Area 1 Ovest l'energia sarà trasportata direttamente dalla cabina A alla SSE tramite una terna di cavi Air-Bag da 50 mmq di lunghezza pari a circa 167 m.

2.2. Caratteristiche dell'area

Il progetto dell'impianto fotovoltaico interessa due aree (Area 1 Ovest e Area 2 Est) ubicate a circa 3,1 km a Sud-Est dall'abitato di Erchie (BR), a circa 3,5 km a Sud-Ovest dall'abitato di San Pancrazio Salentino (BR) e a circa 5,0 km a Nord dall'abitato di Avetrana (TA). Il Cavidotto MT a 30 kV interesserà i Comuni di Erchie (BR) e San Pancrazio Salentino (BR) ed avrà una lunghezza complessiva di circa 2.730 m. La SSE Utente sarà ubicata in un sito adiacente all'Area 1 Ovest di impianto.

L'impianto avrà un'estensione di circa 29,992 ha. AFV1 = 53.316 mq e AFV2 = 246.676 mq.

Le caratteristiche dell'area di impianto sono riportate nelle tabelle seguenti:

| <i>Latitudine</i> | <i>Longitudine</i> | <i>Comune</i> |
|-------------------|--------------------|--|
| 40°23'59.39" N | 17°45'24.34" 'E | Area 1 Ovest - Erchie (BR) |
| 40°23'48.25" N | 17°46'40.40" E | Area 2 Est - San Pancrazio Sal.no (BR) |

Tabella A – Ubicazione geografica delle opere

| <i>Estensione (ha)</i> | <i>Potenza (MW)</i> | <i>Rapporto ha / MW</i> | <i>Ubicazione NCT</i> |
|------------------------|---------------------|-------------------------|--|
| 29,99 | 26,86432 | 1,11 | Foglio 37-39 (Erchie) Foglio 44 (San Pancrazio Sal. no) |

Tabella B – Estensione e Potenza installata

3. IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO – Generalità

Come detto, il progetto prevede la realizzazione di un Impianto Fotovoltaico per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, per complessivi 26,86432 kW (potenza in c.c. installata) e di tutte le opere di connessione ed infrastrutture annesse necessarie per cedere l'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

L'energia prodotta dall'impianto sarà convogliata, dopo la trasformazione da BT in MT, mediante un cavidotto interrato, ad una Sottostazione Elettrica Utente di nuova costruzione in prossimità del punto di connessione alla RTN o inviata al sistema di accumulo (storage).

Si riporta di seguito quelle che saranno le Opere Civili e le lavorazioni previste in progetto:

- a) preparazione delle aree mediante pulizia e svellimento di eventuale piantumazione agricola esistente;
- b) realizzazione strade perimetrali e di servizio interne;
- c) montaggio recinzione perimetrale e cancelli;
- d) scavi per posizionamento cabine prefabbricate di Campo e Cabina di Smistamento;
- e) montaggio strutture metalliche di supporto dei moduli fotovoltaici;
- f) scavi per realizzazione linea interrata MT, esterna al parco fotovoltaico, per il collegamento della CdS alla SSE Utente;
- g) scavi per installazione delle apparecchiature AT e per la realizzazione della vasca di raccolta olio del trasformatore MT/AT all'interno della SSE Utente 30/150 kV di nuova costruzione.
- h) Piantumazione dell'impianto superintensivo di uliveto composto da circa 19.000 piante di uliveto a baso fusto.

- i) Scavi e posa in opera delle dorsali dell'impianto di irrigazione in PEAD 120 mm e derivazione fuori traccia dell'impianto a goccia per ogni filare di uliveto posto ad interasse di 7,71 m.
- j) Posizionamento dell'impianto di irrigazione supplementare lungo i bordi del telaio di montaggio pannelli.
- k) Posa in opera di rilevatori dati di campo costituiti da: centralina rilevamento dati meteo, sensori di suolo campo, sensori di rilevamento cromatico delle colture; centralina di raccolta dati e collegamento icloud su server dedicati.



Tipologia Agrofotovoltaico

3.1. Preparazione del sito

Sarà necessaria una pulizia propedeutica del terreno dalle graminacee e dalle piante selvatiche preesistenti o qualsiasi altro tipo di coltura arborea.

In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase esecutiva e quindi di Direzione Lavori.

3.2. Realizzazione strade

3.2.1. Strade perimetrali

La viabilità interna all'impianto fotovoltaico, come indicato negli elaborati di progetto, sarà costituita da una strada perimetrale interna alla recinzione e da una serie di strade che attraversano trasversalmente le aree di impianto. Avrà una larghezza pari a 4,0 metri. Dal

punto di vista strutturale, tale strada consisterà in una massicciata tipo “**MACADAM** “. Si prevede quindi:

- a) scoticamento superficiale per una profondità massima di 20 cm;
- b) posa di strato di base costituito da materiale lapideo proveniente da cave di prestito o scavi di cantiere, per uno spessore di 20 cm – pezzatura 70-100 mm;
- c) posa di uno strato superiore a formare il piano viabile, in misto di cava per uno spessore di 10 – pezzatura 0-20 mm.

In base alla tipologia del terreno di sottofondo riscontrato, potrebbe essere necessario l'utilizzo di telo di geo-tessuto ad ulteriore rinforzo del sottofondo, così da evitare cedimenti al passaggio dei mezzi di servizio, e crescita di erbe infestanti durante la fase di esercizio dell'impianto.

Il materiale di cui ai punti a) e b), potrà essere rinvenuto direttamente in sito durante le fasi di scavo per la posa delle Cabine di Campo. La natura del terreno su cui sorgerà il sito infatti, presente una elevata percentuale a componente rocciosa, costituita in alcune zone oltre che da roccia “sciolta”, anche da banchi di roccia affiorante.

Tale materiale potrà quindi essere riutilizzato, previa caratterizzazione, per la costituzione delle fondazioni stradali.

Ciò consentirà di ridurre notevolmente l'apporto di materiale da cave di prestito, riducendo così anche i costi dell'intero progetto.

Le strade perimetrali e quelle interne, seguiranno l'andamento orografico attuale, che di per se risulta pressoché pianeggiante.

3.2.2. Strade interne

Le strade interne all'impianto, saranno tutte di nuova costruzione, con caratteristiche come riportato nel paragrafo precedente.

3.3. Realizzazione recinzione perimetrale e cancelli

La recinzione dell'impianto sarà realizzata con pannelli elettrosaldati con maglia 50x200 mm, di lunghezza pari a 2 m ed altezza di 2 m, per assicurare una adeguata protezione dalla corrosione il materiale sarà zincato e rivestito con PVC di colore verde. I pannelli saranno fissati a paletti di acciaio anche essi con colorazione verde. I paletti saranno infissi nel terreno e bloccati da piccoli plinti in cemento (dimensioni di riferimento 40x40x40 cm) completamente annegati nel terreno e coperti con terreno vegetale. Alcuni paletti saranno poi opportunamente controventati.

Alcuni dei moduli elettrosaldati saranno rialzati in modo da lasciare uno spazio verticale di 30 cm circa tra terreno e recinzione, per permettere il movimento interno-esterno (rispetto l'area di impianto) della piccola fauna.

I cancelli saranno realizzati in acciaio zincato anch'essi grigliati e sostenuti da paletti in tubolare di acciaio.

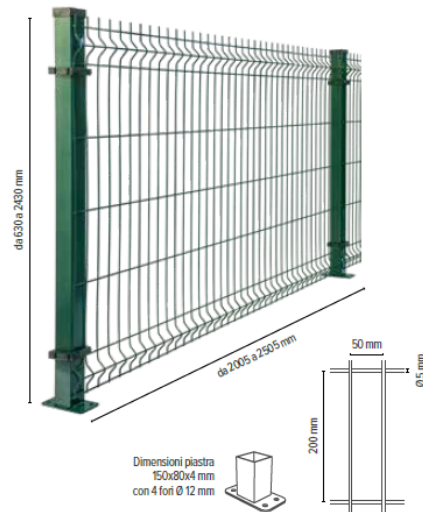


Fig.2– Tipologico di pannello per recinzione perimetrale

La recinzione tipo presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- **DIMENSIONI**

- Maglia 50x200 mm;
- Tondo diametro 5 mm;
- Larghezza mm 2000;
- Maglie mm 150 x 50;
- Diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.

- **MATERIALE**

- Acciaio S235Jr EN 10025 – zincato secondo la Norma EN 10244-2;

- **RIVESTIMENTO**

- Verniciatura con poliestere;

- **COLORE**

- Verde RAL 6005.

In fase di progettazione esecutiva le caratteristiche della recinzione potrebbero subire modifiche.

L'impianto sarà dotato di due cancelli carrabili (uno per area) posti in prossimità di accessi già esistenti. Ogni cancello sarà costituito da 2 pilastri in acciaio zincato a sostegno della struttura. I pilastri saranno ancorati ad una trave di fondazione sulla quale sarà anche posizionato il binario per lo scorrimento dello stesso cancello.

Al di fuori della recinzione sarà installata una siepe perimetrale di altezza pari a quella della stessa recinzione, il cui scopo è quello di mitigare l'impatto visivo. Nei punti in cui è presente vegetazione spontanea esistente, la siepe potrebbe essere non installata.

3.4. Sistema di videosorveglianza e illuminazione

Video sorveglianza

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- N. 85 telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 40 m circa così suddivisi:

Queste saranno installate su pali in acciaio zincato di altezza pari a m 3,50 ed ancorati su opportuno pozzetto di fondazione porta palo e cavi;

- cavo *alfa* con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo *alfa* sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *gsm*.

Illuminazione

L'impianto di illuminazione sarà costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale;
- Illuminazione esterno cabina;

Tali sistemi sono di seguito brevemente descritti.

Illuminazione perimetrale

- Tipo lampada: Proiettori LED, Pn = 250W
- Tipo armatura: proiettore direzionabile;
- Numero lampade: 170;
- Numero palificazioni: 85;
- Funzione: illuminazione stradale notturna e anti-intrusione;
- Distanza tra i pali: circa 40 m.

Illuminazione esterno cabine

- Tipo lampade: Proiettori LED - 40 W;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, forma ogivale;
- Numero lampade: 4;
- Modalità di posa: sostegno su tubolare ricurvo aggraffato alla parete. Posizione agli angoli di cabina;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

Il suo funzionamento sarà esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto. Ciò significa che qualora dovesse verificarsi un'intrusione durante le ore notturne, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori a led, installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre la direzione di proiezione del raggio luminoso, sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

Da quanto appena esposto si può evincere che detto impianto di illuminazione è conforme a quanto riportato all'art.6 della L.R. N.15/05 "*Misure urgenti per il contenimento*

dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", ed in particolare al comma 1, lettere a), b), e) ed f).

3.5. Scavi

Saranno realizzati scavi a sezione ristretta e scavi a sezione ampia. Gli scavi a sezione ristretta saranno realizzati per la posa dei cavidotti interni nonché per la realizzazione della linea interrata MT per il collegamento tra l'impianto fotovoltaico e la SSE Utente 30/150 kV. Al fine di posare correttamente i cavi, le modalità di esecuzione saranno quelle previste dalla normativa vigente CEI 11-17 "Norme per gli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo" § 4.3 "Condizioni ambientali di posa".

Gli scavi a sezione ampia saranno realizzati invece per la posa delle Cabine di Campo, della Cabina di Smistamento.

3.5.1. Scavi a sezione ristretta

Gli scavi a sezione ristretta (*trincee*) necessari per la realizzazione della rete elettrica BT ed MT di impianto e per la realizzazione del cavidotto MT di collegamento tra la CdS e la SSE Utente di nuova costruzione, avranno ampiezza variabile in relazione al numero di cavi (BT o MT) che dovranno essere posati al loro interno, quindi variabili da un minimo di 40 cm fino ad un massimo di 70 cm e profondità variabile da 1,0 m a 1,2 m.

Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque scorrenti alla superficie del terreno non abbiano a riversarsi nei cavi. I materiali rinvenuti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno momentaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro.

Quanto in eccesso sarà trasportato a rifiuto in discarica autorizzata secondo quanto anche riportato nella "Relazione sul riutilizzo di terre e rocce da scavo".

3.5.2. Scavi a sezione ampia

Gli scavi a sezione ampia saranno realizzati per consentire la posa delle Cabine di Campo e della Cabina di Smistamento. Avranno larghezza e profondità tali da poter contenere:

- Platea di fondazione in c.a. per il sostegno della cabina;
- Vasca di fondazione prefabbricata della Cabina;
- Anello della rete di terra della cabina.

Il riempimento dello scavo, dopo la posa del manufatto prefabbricato, sarà effettuato con lo stesso materiale di risulta dello scavo.

3.6. Strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori solari monoassiali "Tracker".

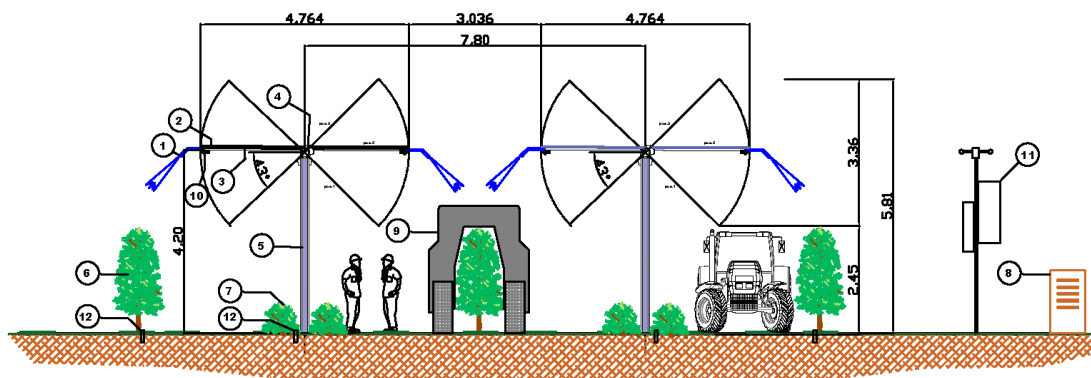
I moduli fotovoltaici saranno installati su due file in configurazione *landscape* (orizzontale) rispetto all'asse di rotazione del tracker. Le dimensioni principali del tracker sono riportate in figura, con altezza massima minore di 3 m.

Ciascun tracker monofila si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. L'asse di rotazione (asse principale del tracker) è in linea generale orientato nella direzione nord-sud, ma nel caso particolare oggetto di questo studio, avrà una inclinazione (*azimut*) di 0°.

Piccole rotazioni sono possibili in relazione alla conformazione del terreno.

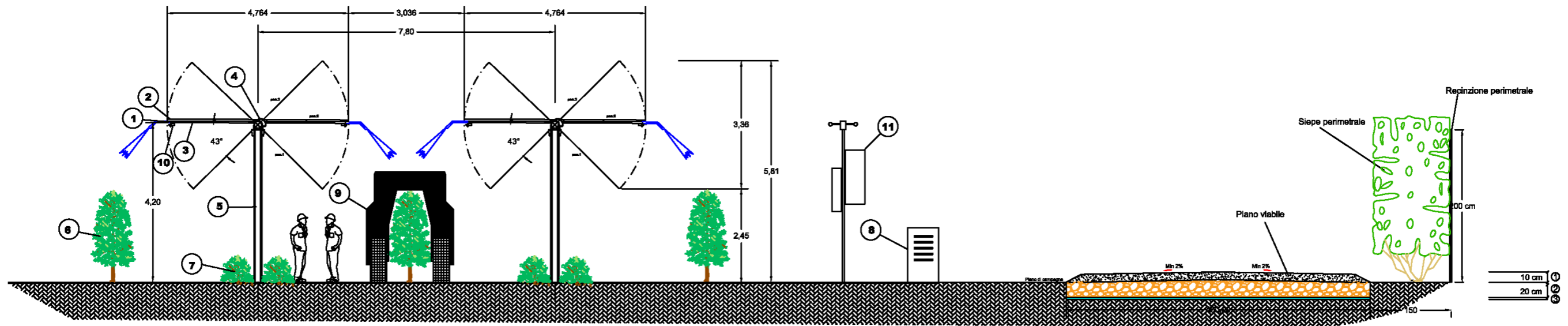
Il *range* di rotazione completo del tracker è pari a 110° (-55°/+55°), come indicato nelle figure seguenti.

Schema TRAKER Tipologia impianto AFV



- 1) Impianto di irrigazione/fitotrattamento
- 2) Pannello fotovoltaico
- 3) Struttura portante impianto irrigazione e pannello fotovoltaico
- 4) Rotore tracker
- 5) Pilastro struttura portante
- 6) Impianto superintensivo oliveto
- 7) Altre colture ortaggi: Patate, spinaci, insalata
- 8) Apicoltura
- 9) Ingombro scavallatrice elettrica
- 10) Rilevamento ottico/sensori di campo
- 11) Stazione meteo di campo per acquisizione dati
- 12) Sensori suolo

Dimensioni principali e angolo di rotazione del tracker



Schema TRAKER
Tipologia impianto AFV

VIABILITA' INTERNA PERIMETRALE DA REALIZZARSI EX NOVO

- 1 - Strato di base: granulometria degli inerti 0 - 2 cm - materiali provenienti da cave di prestito o scavi di cantiere.
- 2 - Strato di fondazione materiale lapideo duro proveniente da cave di prestito (misto cava) granulometria inerti 7-10 cm
- 3 - Strato di geotessuto sul fondo

Fasi di realizzazione:

- a) scoticamento terreno per uno spessore massimo di cm 20;
- b) posa in opera di strato di cui al punto 2 e rullatura dello stesso con idonee mezzi vibranti;
- c) posa in opera di materiale lapideo fine di cui al punto 1 e successiva rullatura dello strato con idonee mezzi vibranti;

- 1) Impianto di irrigazione/fitotrattamento
- 2) Pannello fotovoltaico
- 3) Struttura portate impianto irrigazione e pannello fotovoltaico
- 4) Rotore traker
- 5) Pilastro struttura portante
- 6) Impianto superintensivo oliveto
- 7) Altre colture ortaggi: Patate, spinaci, insalata
- 8) Apicoltura
- 9) Ingombro scavallatrice elettrica
- 10) Rilevamento ottico/sensori di campo
- 11) Stazione meteo di campo per acquisizione dati

| Legenda | |
|---------|--|
| | Strato di fondazione: granulometria inerti 7-10 cm saturati con materiale minuto |
| | Strato di geotessuto (TNT) |
| | Strato di base: granulometria degli inerti 0,2-2 cm |
| | Terreno |

La movimentazione dei *tracker* nell'impianto fotovoltaico è controllata da un software che include un algoritmo di backtracking per evitare ombre reciproche tra file adiacenti. Quando l'altezza del sole è bassa, i pannelli ruotano dalla loro posizione ideale di inseguimento per evitare l'ombreggiamento reciproco, che ridurrebbe la potenza elettrica delle stringhe. L'inclinazione non ideale riduce la radiazione solare disponibile ai pannelli fotovoltaici, ma aumenta l'output complessivo dell'impianto, in quanto globalmente le stringhe fotovoltaiche sono esposte in maniera più uniforme all'irraggiamento solare.

Da un punto di vista strutturale il tracker è realizzato in acciaio da costruzione in conformità all'Eurocodici, con maggior parte dei componenti zincati a caldo. I tracker possono resistere fino a velocità del vento di 55 km/h, ed avviano la procedura di sicurezza (ruotando fin all'angolo di sicurezza) quando le raffiche di vento hanno velocità superiore a 50 km/h. L'angolo di sicurezza non è zero (posizione orizzontale) ma un angolo diverso da zero, per evitare instabilità dinamica ovvero particolari oscillazioni che potrebbero danneggiare i moduli ed il tracker stesso.

Per quanto attiene le fondazioni i tracker saranno fissati al terreno tramite pali infissi direttamente "*battuti*" nel terreno. La profondità standard di infissione è di 1,5 m, tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire anche modifiche non trascurabili. La scelta di questo tipo di inseguitore, evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.

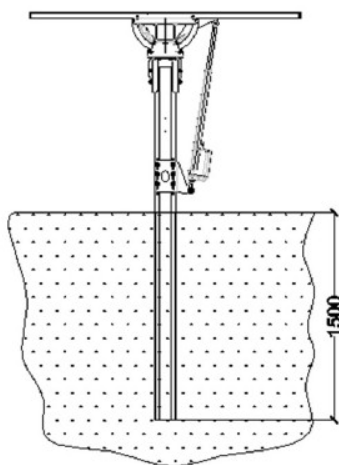


Fig. 5 - Palo del tracker infisso nel terreno

Nell'impianto in oggetto saranno utilizzati tracker come specificato nella tabella seguente:

| Tracker | Pot. Mod. (W) | N° moduli | Pot. Tracker (kW) |
|----------------------|---------------|-----------|-------------------|
| <i>Tracker 56mod</i> | 670 | 28x2 | 37,520 |

Tabella C – caratteristiche prestazionali delle stringhe

4. Cavidotti interni

In linea generale, per cavidotto si intende il tubo interrato (o l'insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media e/o bassa tensione, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro) gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o Manufatti in cls) e le eventuali opere accessorie (quali pozzetti di posa/ispezione, chiusini, ecc.).

Nel caso particolare del presente progetto, si farà uso di cavi in alluminio del tipo Air-Bag, che non necessitano di posa in tubazione. Saranno realizzati nelle modalità previste dalla normativa vigente *CEI 11-17 “Norme per gli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo” § 4.3 “Condizioni ambientali di posa”*.

4.1. Scavi

Come detto, gli scavi per la posa dei cavidotti, sia quelli interni sia quello esterno, saranno a sezione ristretta, con larghezza variabile da 40 a 70 cm, a seconda del numero di cavi da posare al loro interno. Avranno una profondità variabile da 1,00 m nel caso dei collegamenti BT (tra Quadri di Parallelo Stringhe e gruppo conversione/trasformazione) a 1,20 m nel caso dei collegamenti MT (tra le Cabine di Campo e la Cabina di Smistamento e tra la Cabina di Smistamento e la Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV), in ottemperanza a quanto stabilito dalla *CEI 11-17 “Norme per gli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo”*.

4.1.1. Scavi per cavidotti interni BT ed MT

I cavidotti interni BT di collegamento tra i Quadri di Parallelo Stringhe e il gruppo conversione/trasformazione, saranno posizionati parallelamente alle strutture o perpendicolarmente ad esse, ma in modo tale da minimizzare i movimenti di materia; quindi sono stati scelti i percorsi più “economici”.

Avranno una profondità massima di 1,00 m ed un pozzetto prefabbricato in cemento di opportune dimensioni sarà posizionato nelle vicinanze di ogni Inverter, per raccogliere i cavi BT fungendo così da rompitratta.

I cavidotti interni MT, di collegamento in entra-esce dalle Cabine di Campo, e da queste alla Cabina di Smistamento (CdS), avranno una profondità minima di 1,20 m dal piano campagna ed una larghezza variabile a seconda del numero di terne di cavi da posare al loro interno.

Allo stesso modo sarà realizzato il cavidotto MT di collegamento tra la Cabina di Smistamento e la SSE Utente 30/150 kV.

Negli elaborati grafici allegati sono riportate le dimensioni dei vari cavidotti.

5. Gruppi conversione / trasformazione (Shelter)

Cabinati preassemblati dal fornitore, dotati di fabbrica al loro interno di Inverter e Trasformatore MT/BT (gruppo conversione-trasformazione), saranno installati in campo. In prossimità delle strutture di sostegno dei moduli saranno installati dei Quadri di Parallelo Stringhe, per la raccolta dell'energia prodotta in c.c. dai gruppi di moduli ed il convogliamento della stessa ai suddetti Shelter.

Ciascun gruppo di conversione / trasformazione è costituito da:

- un Inverter centralizzato la cui taglia effettiva sarà definita in fase esecutiva per la conversione della corrente proveniente dai Quadri di Parallelo Stringhe, da c.c. a c.a.;
- un trasformatore MT/BT per l'innalzamento di tensione a 30 kV di taglia idonea all'inverter centralizzato;

La corrente in uscita dal gruppo di conversione/trasformazione viene convogliata nella più vicina Cabina di Campo.

È prevista l'installazione di 12 cabinati prefabbricati contenenti i gruppi di conversione/trasformazione, di dimensioni (L x H x p) 11,00 x 3,00 x 3,0 m.

6. Cabine di Campo

In linea generale le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, degli inverter, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo, di consegna e misura.

Nel particolare caso oggetto della presente relazione, le Cabine di Campo saranno a struttura monoblocco del tipo prefabbricato. In ciascuna di esse troveranno alloggio: il quadro generale in BT, il Quadro MT per l'arrivo e la partenza delle linee in cavo e gli organi di comando e protezione MT contenuti negli appositi scomparti, come rappresentato negli elaborati grafici costituenti il progetto.

La cabina, come accennato, sarà a struttura prefabbricata (tuttavia in fase di progettazione esecutiva si potrà optare per una struttura gettata in opera), che pertanto non necessita di fondazioni in cemento, fatta eccezione per la base di supporto della cabina stessa che sarà costituita da una platea in cemento dello spessore di 30 cm ed armata con rete elettrosaldata 20x20 ϕ 10.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 30 kV, guanti di protezione 30 kV, estintore ecc.). Il sostegno dei circuiti ausiliari dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi di continuità (UPS) installati in loco.

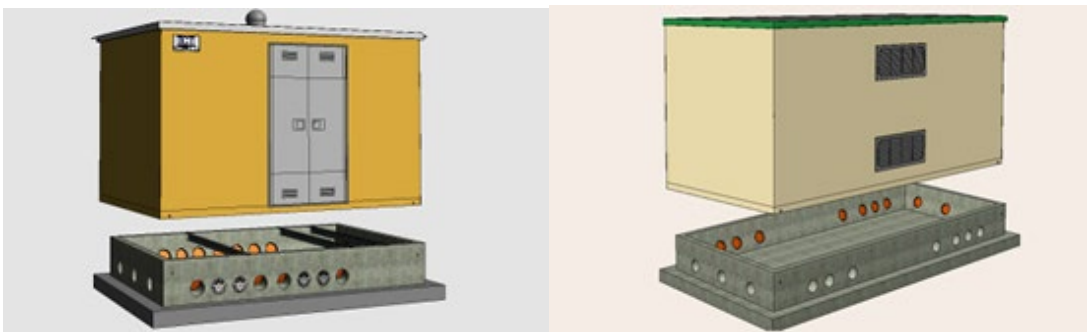


figura 7 – Tipico Cabina di Trasformazione prefabbricata monoblocco

In linea generale, il box viene realizzato ad elementi componibili (il che consente anche in fase esecutiva di modificare le dimensioni della Cabina prevista, semplicemente accoppiando altri elementi ma sempre rimanendo nella sagoma volumetrica del presente progetto) prefabbricati in cemento armato vibrato, materiale a bassa infiammabilità (come previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2 e CEI 17-63 al punto 5.5) e prodotto in modo tale da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali come indicato nelle tavole allegate.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box viene additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1 al punto 6.5.2.1.

Le dimensioni e le armature metalliche delle pareti sono sovrabbondanti rispetto a quelle occorrenti per la stabilità della struttura in opera, in quanto le sollecitazioni indotte nei vari elementi durante le diverse fasi di sollevamento e di posa in opera sono superiori a quelle che si generano durante l'esercizio.

Come detto, nelle cabine è prevista una fondazione prefabbricata in c.a.v. interrata, costituita da una o più vasche in c.a. unite e di dimensioni uguali a quelle esterne del box e di altezza variabile da 60 cm fino a 100 cm a seconda della tipologia impiegata.

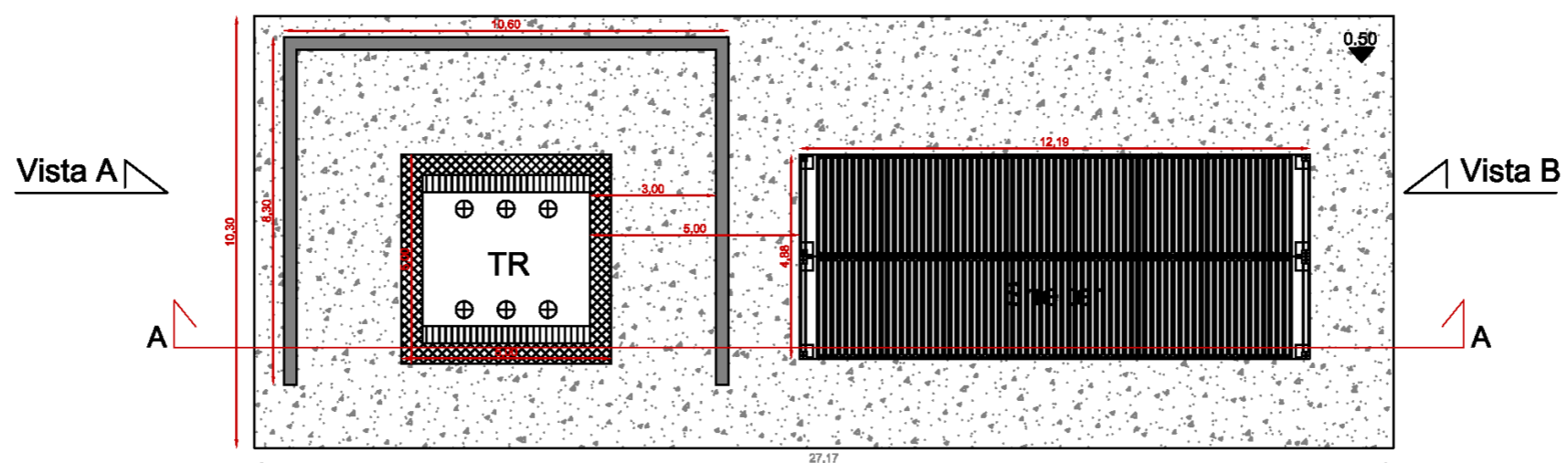
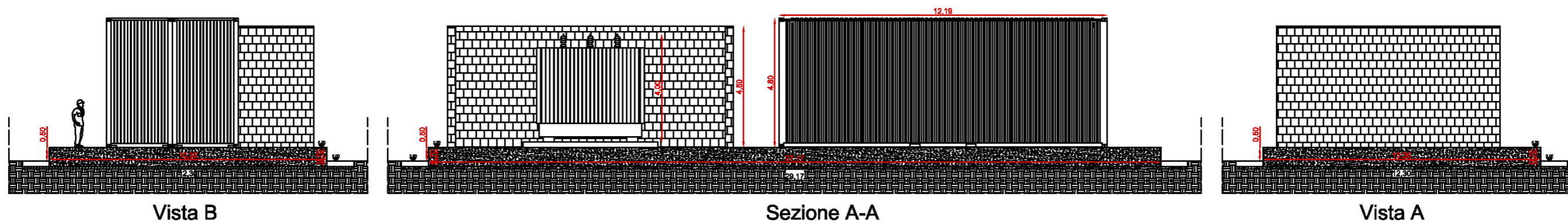
Per l'entrata e l'uscita dei cavi vengono predisposti nella parete della vasca dei fori a frattura prestabilita, idonei ad accogliere le tubazioni in PVC contenenti i cavi; gli stessi fori appositamente flangiati possono ospitare dei passa cavi a tenuta stagna; entrambe le soluzioni garantiscono comunque un grado di protezione contro le infiltrazioni anche in presenza di falde acquifere.

L'accesso alla vasca avviene tramite una botola ricavata nel pavimento interno del box; sotto le apparecchiature vengono predisposti nel pavimento dei fori per permettere il cablaggio delle stesse.

Come già detto, il posizionamento delle Cabine di Campo (e della Cabina di Smistamento) prevede la realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 65 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina. Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno secondo quanto previsto dalle specifiche Enel DG10061 ed. V, che a sua volta sarà collegato all'anello perimetrale di terra dell'impianto.

Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica.

Nel particolare caso del presente progetto è prevista l'installazione di 10 Gruppi di conversione di dimensioni pari a (L, H, p) 10,30 x 27,17 x 4,50 m.



Pianta

GRUPPO DI CONVERSIONE

7. Cabina di Smistamento (CdS)

La Cabina di Smistamento raccoglie l'energia prodotta dai sottocampi dell'impianto (già convogliata all'interno delle Cabine di Campo).

La CdS consta essenzialmente di un Quadro MT, costituito dagli interruttori delle linee MT in arrivo dai sottocampi MT ed i sezionatori delle due linee MT in parallelo in partenza verso la SSE. Nello stesso quadro è contenuto un sezionatore MT di protezione del trasformatore ausiliari di cabina (trafo 50 kVA Dyn11).

La CdS avrà dimensioni pari a (L, H, p) 10,00 x 3,00 x 3,00 m.

8. Linea elettrica interrata MT

La linea interrata MT a 30 kV sarà realizzata per connettere l'impianto alla Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV, di nuova costruzione in prossimità della SE TERNA 150/380 kV "Erchie". Il cavidotto sarà realizzato, per quanto possibile, al lato di strade esistenti, cercando di invadere il meno possibile i terreni privati.

Per quanto riguarda l'Area 2 Est dalla Cabina di Smistamento l'energia sarà trasportata, tramite linea in cavo MT a 30 kV (costituita da una terna di cavi Air-Bag da 500 mmq, di lunghezza pari a circa 2.730 m), nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di nuova costruzione.

Mentre per l'Area 1 Ovest l'energia sarà trasportata direttamente dalla cabina A alla SSE tramite un cavo di lunghezza pari a circa 167 m.

9. Impianto di terra

L'impianto di terra del campo fotovoltaico sarà costituito da:

- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mmq, posata ad una quota non inferiore a 0,50 m da piano di campagna;
- un anello perimetrale in corda nuda di rame 50 mmq posizionato sul perimetro di ciascuna cabina di Trasformazione, della Cabina di Smistamento e della Cabina di Consegna, collegato poi all'anello perimetrale di cui al punto precedente;
- una rete di corda di rame 50 mmq per il collegamento a terra delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici nonché degli inverter. La corda di rame sarà posata sul fondo dello scavo della rete interna della vie cavi BT, quindi seguirà il suo stesso schema;
- una corda di rame nudo da 50 mmq, posata nel cavidotto esterno MT, per il collegamento di terra dalla Cabina di Smistamento alla SSE Utente.

Quanto sopra riportato è dettagliatamente descritto negli elaborati grafici di progetto concernenti la rete di terra dell'impianto fotovoltaico.

La realizzazione dell'impianto di terra dei fabbricati Cabine di Campo e Cabina di Smistamento (CdS) consisterà nelle seguenti attività:

- Installazione di collettori di terra in piatto di rame 60x6 mm sulle pareti;
- Esecuzione delle derivazioni di messa a terra delle masse metalliche fisse verso i collettori, con piatto di rame 40x3 mm;
- Connessioni di continuità elettrica delle carpenterie mobili, con conduttori flessibili di sezione:
 - 50 mmq per la messa a terra dei pannelli mobili (ante di celle ed armadi);
 - 70 mmq per la messa a terra delle parti mobili tipo aste di manovra.
- Posa e collegamento, con doppio cavo in rame da 70mmq, alla rete di terra del fabbricato che sarà, a sua volta, così costituita:
 - anello perimetrale di forma rettangolare in corda di rame nudo di sezione 50 mmq a 7 fili elementari posata a quota -0,65 m, con sviluppo totale L_P del conduttore perimetrale pari a:
 $L_P = 110 \text{ m}$
 - n. 4 dispersori puntuali a picchetto in profilato di acciaio, di lunghezza pari a 1,5 m, posizionati in prossimità dei vertici dell'anello. In alternativa potranno essere utilizzati n. 4 dispersori a piastra in acciaio zincato di lato pari a 0,6 m.

L'installazione dei collettori di terra e delle derivazioni alle masse metalliche dovrà essere opportunamente distanziata dalla parete mediante interposizione di distanziali in resina autoestinguenta, ed il fissaggio a parete dovrà essere eseguito con viti in acciaio e tasselli in PVC.

Le sbarre in rame dell'impianto di terra interno ai fabbricati dovranno essere verniciate sulle parti a vista, in GIALLO con strisce VERDI, oppure con il simbolo di terra (verniciato o prestampato, ben adesivo e resistente).

10. Sottostazione Elettrica Utente

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico viene raccolta nella CdS e convogliata verso la Sottostazione Elettrica Utente (tramite linea interrata MT a 30 kV), dove è effettuata la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna dell'energia. La posizione della SSE dipenderà dalla soluzione tecnica di connessione definita da TERNA. Ad ogni modo, la SSE

sarà realizzata in prossimità del punto di connessione, con collegamento alla RTN in cavo. Si prevede che la consegna avvenga in antenna tramite connessione in cavo all'attigua SE Terna "Erchie", su uno stallo della sezione 150 kV, condiviso con altro produttore. La condivisione dello stallo della SE Terna sarà reso possibile dalla realizzazione di un sistema di sbarre AT 150 kV a cui saranno collegato altri due produttori (Avetrana Energia S.r.l. e altro produttore). Il produttore Tre Torri Energia avrà lo stallo AT nell'ambito della stessa area di Avetrana Energia, mentre un altro produttore avrà a disposizione un'area dedicata, non facente parte del seguente progetto e iter autorizzativo. Ad ogni modo tutti e tre saranno collegati alle stesse sbarre AT.

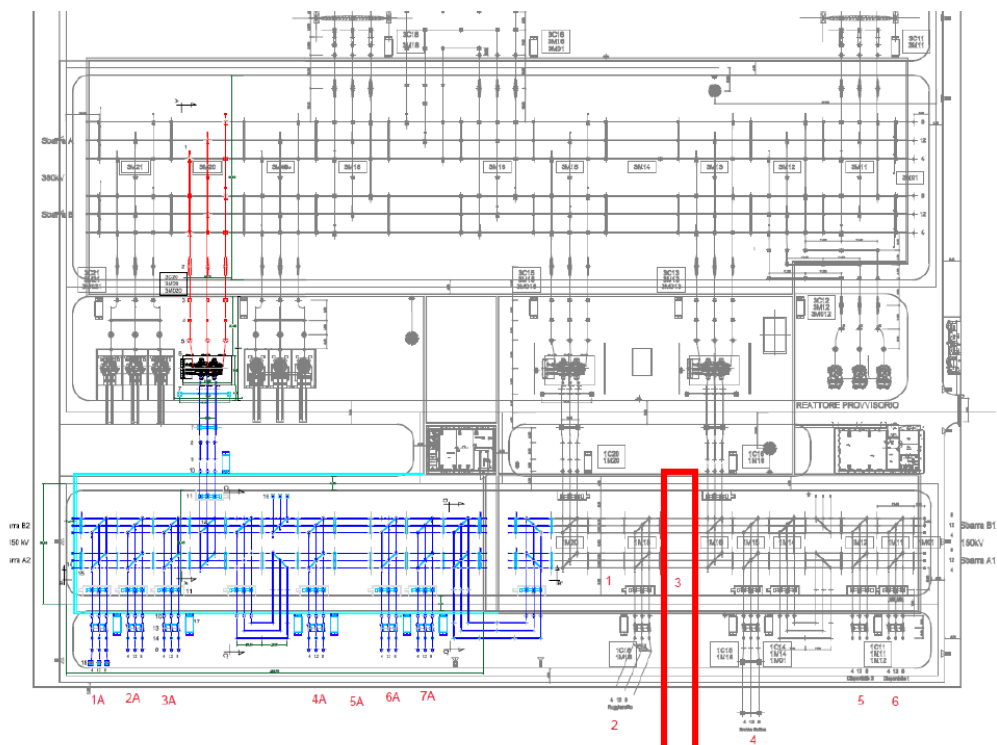
Si prevede che la SSE occupi complessivamente una superficie di 3.590 mq circa, per l'installazione del trasformatore, dello stallo AT e dell'edificio locali tecnici.

L'area sarà recintata perimetralmente con recinzione realizzata con moduli in cls prefabbricati "a pettine" di altezza pari a 2,5 m circa. L'area sarà dotata di ingresso carrabile e pedonale.

I componenti elettrici principali della SSE Utente sono:

- il quadro MT
- il trasformatore MT/AT – 30/150 kV
- le apparecchiature AT di protezione e controllo.

E' previsto che l'impianto sia collegato, per il tramite della CABINA UTENTE, allo stallo n.3 assegnato da TERNA, come in figura.



202000957 - AVETRANA ENERGIA S.R.L.
 201800410 - AVETRANA ENERGIA S.R.L.
 202000958 - AVETRANA ENERGIA S.R.L.
 201800344 - MYSUN S.R.L.
 201900157 - MYSUN S.R.L.
 201900160 - MYSUN S.R.L.
 201900544 - TRE TORRI ENERGIA S.R.L.
 201901090 - TRE TORRI ENERGIA S.R.L.
 202100122 - METKA EGN APULIA S.R.L.

Schema di collegamento della SSE alla stallo in 150kV assegnato da TERNA

10.1. Quadro MT

Sarà installato in apposito locale nell'ambito del edificio facente parte della SSE Utente, si compone di:

- interruttore Linea 1 – dalla CdS (impianto fotovoltaico);
- interruttore Linea 2 – dalla Cabina di Campo A (impianto fotovoltaico);
- protezione trasformatore ausiliari;
- interruttore generale;

- sezionatore;
- arrivo linea da trasformatore MT/AT (150/30 kV);
- scomparto misure/ TV sbarra.

Si tratta di un quadro MT 36 kV di tipo protetto (più una risalita sbarre). Per quanto riguarda il trasformatore dei Servizi Ausiliari (SA) è prevista l'installazione un trasformatore da 100 kVA.

Il quadro sarà in esecuzione da interno, di tipo protetto, realizzato in lamiera d'acciaio con spessore minimo 2 mm, saldata, ripiegata e rinforzata opportunamente, sarà completo di sbarre principali e di derivazione dimensionate secondo i carichi e le correnti di corto circuito.

Ciascuno scomparto sarà composto dalle seguenti celle segregate tra loro:

- cella interruttore MT, allacciamento cavi e sezionatore di terra con porta esterna di accesso cernierata;
- cella sbarre omnibus (comune per tutto il quadro);
- cella per circuiti ausiliari BT con porta esterna di accesso cernierata.

Nei quadri saranno inseriti tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre, che possano compromettere l'efficienza delle apparecchiature e la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

A valle del trasformatore ausiliari sarà installato un quadro BT utilizzato per l'alimentazione di tutte le utenze BT della SSE Utente.

10.2. Trasformatore MT/AT

Per la trasformazione di tensione 30/150 kV sarà utilizzato un trasformatore trifase con avvolgimenti immersi in olio, da esterno, di potenza nominale pari a 30 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), con neutro ad isolamento pieno verso terra, gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra, ma comunque accessibile e predisposto al collegamento futuro se necessario e/o richiesto.

10.3. Apparecchiature AT

Le apparecchiature AT, dello stallo utente, saranno collegate tra di loro tramite conduttori rigidi o flessibili in alluminio.

A partire dal trasformatore, la disposizione elettromeccanica delle apparecchiature AT sarà la seguente:

1. Scaricatori di sovratensione tensione – n. 3
2. Trasformatori di corrente in SF6 (TA di misura e protezione) – n. 3

3. Interruttore tripolare in SF6
4. Trasformatori di tensione induttivi (TVI) – n. 3
5. Sezionatore a doppia apertura con lame di terra
6. Colonnino per sostegno cavi AT – n. 3

Dai sostegni a colonnino si arriva alla sezione con sbarre a 150 per la condivisione dello stallo di consegna alla RTN, con altri produttori. Da questa poi partirà la linea in cavo interrato a 150 kV, che si attesterà nel nodo della RTN su cui avverrà la connessione.

Per tutte le apparecchiature AT saranno considerati i seguenti dati di progetto:

Condizioni ambientali

| | |
|---|-----------------------|
| Tipo di installazione | Esterna 2 |
| Zona sismica | ZONA 4 |
| Elevazione del sito | < 1000 m.s.l. |
| Massima temperatura ambiente di progetto | 40°C |
| Minima temperatura ambiente di progetto | -10°C |
| Umidità relativa progettuale di riferimento | max 95 %, media 90 % |
| Grado di inquinamento | Atmosfera non polluta |

10.4. Sbarre AT di condivisione

Come già detto il collegamento al nodo della RTN avverrà tramite un cavo AT interrato, che si attesterà da una parte allo stallo dedicato AT 150 kV della SE TERNA di Erchie, dall'altro su un sistema di sbarre AT a 150 kV, condiviso con altri produttori.

10.4.1. Sistema di condivisione stallo di consegna alla RTN

Il sistema di condivisione dello stallo di consegna alla RTN assegnato da TERNA a valle dello stallo Utente, sarà costituito dai seguenti componenti:

- Sbarre AT a 150 kV. Saranno perpendicolari allo stallo AT utente in modo da poter permettere la connessione di altri utenti in AT.
Le sbarre saranno segregate in un area con accesso indipendente, completamente recintata (recinzione con elementi prefabbricati a pettine) e separata dalla SSE utente;
- Sezionatore tripolare;
- Trasformatore di tensione (TV-C);
- Trasformatore di corrente (TA);
- Interruttore tripolare;
- Trasformatore di tensione (TV-C);

- Sezionatore tripolare con lame di terra;
- Colonnino per arrivo cavi AT e vasca porta cavi.

Da quest'ultima partirà il cavo AT per l'immissione in nella RTN in corrispondenza dello stallo di consegna TERNA.

10.5. Rete di terra

La rete di terra della SSE utente sarà estesa a tutta l'area recintata e all'area delle sbarre AT per la condivisione. L'impianto sarà costituito essenzialmente da una maglia realizzata con corda di rame nuda di sezione 50/63mmq, posta ad intimo contatto con il terreno ad una profondità di circa 80 cm dal piano campagna. Le maglie saranno quadrate, regolari e il dimensionamento del lato della maglia dipenderà dalla corrente di guasto a terra che sarà comunicata da TERNA prima della realizzazione dell'impianto e sarà tale da limitare le tensioni di passo e contatto a valori non pericolosi così come previsto dalla Norma CEI 11-1. La maglia sarà infittita in corrispondenza delle apparecchiature AT ed in generale nei punti con maggiore gradiente di potenziale. Inoltre, la maglia sarà collegata ai ferri di armatura dei plinti di fondazione delle apparecchiature e del locale tecnico in più punti. Il collegamento ai ferri dei plinti è consentito dalla norma e non provoca alcun tipo di danno (corrosione) ai ferri di armatura stessi. Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame (sezione tipica 125 mmq). Prima dell'installazione dell'impianto di terra sarà effettuata una misura della resistività del terreno e, una volta realizzata la rete di terra, sarà effettuata una misura di verifica per testare una eventuale necessità di irrobustimento della rete di terra stessa con l'adozione di accorgimenti specifici (picchetti aggiuntivi, aumento della magliatura).

10.6. Protezioni

Come previsto dal Codice di Rete pubblicato l'Utente produttore dovrà stipulare prima dell'entrata in esercizio dell'impianto un Regolamento di Esercizio che conterrà la regolamentazione tecnica di dettaglio del collegamento del proprio impianto alla Rete AT, nonché dei rapporti di tutti i soggetti interessati al collegamento stesso.

Il coordinamento e la definizione delle tarature delle protezioni sarà definita di concerto con TERNA. Il Produttore sarà responsabile dei valori di taratura forniti e imposti da TERNA, ed in ogni caso varrà il principio che qualunque guasto e/o anomalia dell'impianto di produzione, che potrebbe avere ripercussioni pericolose sulla rete AT, dovrà provocare automaticamente l'esclusione della sezione di impianto guasto, nel minimo tempo compatibile con gli

automatismi di impianto. Inoltre, in caso di cortocircuito sulla Rete AT i generatori del Produttore dovranno trovarsi predisposti con i loro sistemi di protezione in modo da separarsi dalla rete nei modi e nei tempi previsti dai piani di taratura.

Lo stato delle protezioni sarà periodicamente monitorato dal Produttore, allo scopo di garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature.