



Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto
agrovoltaico e delle relative opere connesse, di
potenza pari a 15,51276 MW DC - 14,8 MW AC
da realizzare in località "MASSERIA LUPARA SOTTANA"
nel Comune di Montemilone (PZ)

Committenza

SIGMA BEL ENERGY S.r.l.S.S. "Bradanica", km 39+125 snc, 85025
Melfi (PZ) - P. Iva 02080040765

Progettazione

Simec S.r.l.
Società di Ingegneria
Via S. Pertini 35, 71020
Rocchetta Sant' Antonio (FG)



Elaborato redatto da:

Ing. Spagone Francesco Paolo
Ordine degli Ingegneri prov.
di Foggia, n. iscrizione 2192



Collaborazione:
arch. Giuseppe Pulizzi

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo

Relazione preliminare sulle strutture

Numero documento				Scala	Formato Stampa
				-	A4
Fase	Tipo doc.	Progr. doc.	Rev.	Nome_file / Identificatore	
D	R	A.7	0	SigmaBE_MONTEM01_A7_Relazione_Preliminare_Strutture	

Sul presente elaborato sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente.

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	04/07/2022	Redazione			

Sommario

Premessa.....	2
1. Descrizione delle tipologie strutturali ipotizzate.....	2
1.1. Tracker	2
1.2. Cabine a servizio dell'impianto.....	6
Cabine di campo.....	6
Cabina di raccolta.....	8
Il locale di servizio	10
1.3. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV.....	11
2. Considerazioni conclusive	15

Premessa

La presente relazione descrive le opere edili, principali ed accessorie, previste dal progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico per la coltivazione agricola e per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica complessiva a 15,51276 MW DC – 14,8 MW AC, che la società Sigma Bel Energy S.r.l. intende realizzare nell'agro del Comune di Montemilone (PZ), in località "Masseria Lupara Sottana".

L'impianto agrovoltaiico in progetto grazie alla sua particolare conformazione, a differenza di quanto accade con gli impianti fotovoltaici "tradizionali", permette di continuare a coltivare i terreni agricoli mentre su di essi si produce energia pulita e rinnovabile attraverso l'impianto fotovoltaico.

Le soluzioni strutturali adottate per il presente impianto e che vengono di seguito descritte scaturiscono dall'analisi della configurazione del sito, dagli approfondimenti geologici eseguiti e contenuti nelle relative relazioni ed elaborati grafici e dalla tipologia di impianto previsto.

Nei paragrafi seguenti verranno descritte le diverse tipologie ipotizzate per la realizzazione dell'impianto.

Si precisa che la presente costituisce una relazione preliminare e che, successivamente, in fase di redazione del progetto esecutivo tutte le opere strutturali saranno dimensionate ed opportunamente verificate nel rispetto delle vigenti normative ed in particolare in riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC 2018 (D.M. Infrastrutture 17/01/2018 – "Norme Tecniche per le costruzioni" e Circolare 21/1/2019 n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17/01/2018).

1. Descrizione delle tipologie strutturali ipotizzate

L'impianto fotovoltaico in progetto, relativamente alle strutture che lo compongono, può essere suddiviso schematicamente come segue:

1. I tracker, ovvero le strutture comprensive del sistema ad inseguimento monoassiale sulle quali vengono installati i moduli fotovoltaici;
2. Le cabine a servizio dell'impianto, a loro volta suddivisibili in cabine di campo, cabina di raccolta e locale di servizio;
3. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV.

1.1. Tracker

Il progetto prevede l'installazione di 25.224 moduli fotovoltaici, ognuno di potenza pari a 615 Wp, da installare su apposite strutture di sostegno costituite dagli inseguitori fotovoltaici monoassiali, denominati tracker.

I tracker sono stati opportunamente dimensionati per consentire la coltivazione del terreno al di sotto degli stessi.

I tracker considerati nel progetto definitivo dell'impianto sono prodotti dalla SOLTEC e sono del tipo orizzontale monoasse motorizzati, ovvero aventi asse di rotazione orizzontale e mossi da attuatori lineari.

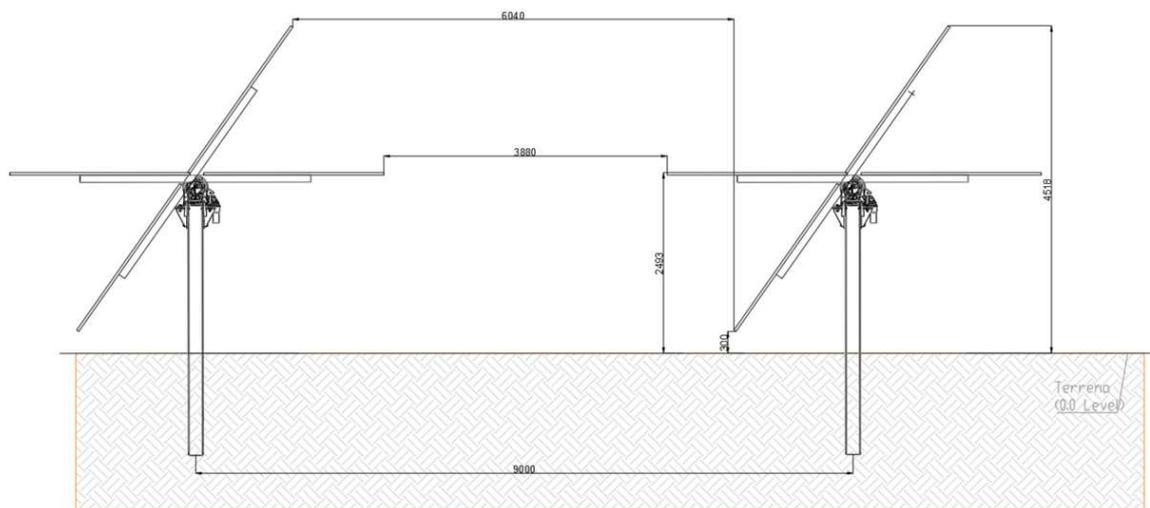
I tracker suddetti verranno installati disposti sul terreno in file parallele in tre differenti configurazioni, indicate 2Px36 (n. 320 tracker), 2PX24 (n. 29 tracker) e 2PX12 (n. 33 tracker), ove 2P sta ad indicare che su

ciascuna struttura verranno installate due file parallele di moduli e X36, X24 o X12, sta ad indicare che ogni fila sarà composta rispettivamente da 36, 24 o 12 moduli fotovoltaici.

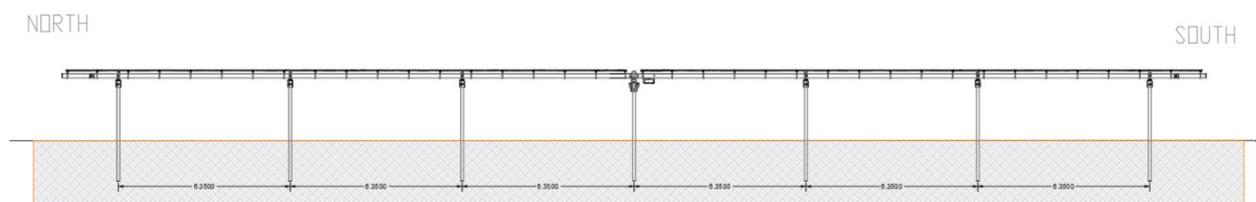
Il tracker può essere strutturalmente suddivisibile in 3 elementi principali:

- I montanti, che sorreggono l'intera struttura e trasmettono i carichi della stessa al terreno;
- L'asse di rotazione orizzontale, che consente il movimento della struttura ed alla quale è ancorata la struttura della vela;
- La struttura della vela, che costituisce la superficie sulla quale vengono disposti i moduli fotovoltaici.

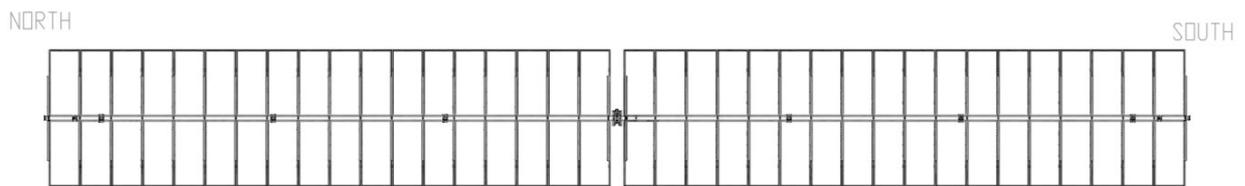
Nelle figure seguenti si riportano i disegni che mostrano le caratteristiche geometriche e strutturali dei tracker; in esame viene considerato nella configurazione 2PX36.



- Vista laterale dei tracker con inclinazione 0° e 55°



VISTA FRONTALE



VISTA DALL'ALTO

Vista frontale e vista dall'alto dei tracker con inclinazione 0°

Il tracker, nella configurazione 2PX36, avente una lunghezza di 42,27 m ed è sorretto da 7 montanti, sono realizzati con profili in acciaio S 355 JR zincato a caldo, infissi nel terreno ad una profondità variabile tra

1,5 metri e 2,5 metri, a seconda della pendenza del terreno e delle caratteristiche geomorfologiche del terreno.

La profondità di infissione nel terreno sarà valutata per ogni singola struttura e verrà definita in fase di progettazione esecutiva, in seguito alle prove di carico ed alle verifiche di tenuta allo sfilaggio dei montanti.

Per ciò che concerne l'ancoraggio dei montanti al terreno si precisa che il progetto non prevede la realizzazione di fondazioni in calcestruzzo armato o di altro tipo.

I montanti verranno infissi nel terreno mediante l'impiego di attrezzature battipalo; in alternativa possono essere utilizzati quali montanti pali del tipo "a vite".

Il sistema di ancoraggio al terreno previsto riduce al minimo l'impatto ambientale generato dal sistema di fondazione; inoltre con tale tecnica si semplificano e si facilitano le operazioni di dismissione delle strutture.

L'asse di rotazione orizzontale del tracker, realizzata con profili in acciaio zincati a caldo, è ancorata ai montanti tramite un apposito sistema "poli – cuscinetto" che le consente il movimento monoassiale e sostiene la struttura della vela.

L'asse di rotazione è molto vicino all'asse del baricentro della struttura; ciò consente di ridurre la coppia sulla struttura e il carico sull'attuatore.

Il dimensionamento torsionale della struttura è realizzato al fine di evitare fenomeni di instabilità dovuti all'aumento del coefficiente del "fattore di forma".

I poli sono realizzati in acciaio S 355 JR, mentre la giunzione ed il supporto del cuscinetto sono realizzati rispettivamente in acciaio S 355 JR ed in acciaio S 275 JR.

L'asse di rotazione è realizzata in acciaio S 355 JR (file esterne) ed in acciaio S 275 JR (file interne).

La struttura costituente la vela è anch'essa realizzata con profilati, gli arcarecci, in acciaio S 355 JR zincati a caldo e sezione ad omega, per consentire il bloccaggio dei moduli fotovoltaici.

Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene effettuato con viti in acciaio inossidabile e rondella in acciaio inossidabile per evitare fenomeni di accoppiamento galvanico e corrosione.

Per ciò che concerne la protezione superficiale dei profili in acciaio costituenti l'intera struttura del tracker, la stessa, come detto, avviene mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI-EN-ISO1461.

Come precedentemente scritto, i tracker si muovono lungo un'asse orizzontale, orientato nella direzione Nord –Sud.

Il sistema di movimentazione del tracker ha il compito di predisporre in maniera ottimale l'inclinazione della vela nella direzione della radiazione solare.

In relazione al movimento "basculante" che il tracker compie nell'arco di un periodo, la vela avrà un'altezza variabile da 0,30 m a 4,52 m rispetto al piano di campagna.

Il movimento della vela nell'arco di un periodo viene determinato da un algoritmo che fornisce una fase di backtracking mattutino da 0° a +55° (ove 0° costituisce la posizione della vela parallela al terreno) e una fase di backtracking pomeridiana da -55° a 0°.

La struttura di sostegno ed il relativo ancoraggio vengono normalmente dimensionati dai produttori in modo da rispondere alle caratteristiche strutturali definite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

I carichi permanenti e accidentali agenti sulle strutture da considerare per il loro dimensionamento sono:

- Il peso proprio;
- Il carico neve;
- Il carico vento.

Altri carichi, quali il sisma e la temperatura, vengono trascurati perché meno gravosi e non cumulabili con i carichi considerati (vento e neve) o perché non comportano significativi stati tensionali strutture isostatiche). I carichi da neve e da vento vengono combinati secondo quanto previsto dalla normativa vigente per il calcolo delle sollecitazioni agenti sulle strutture.

Le misure dei sostegni e il dimensionamento totale sono stati scelti in modo tale che la superficie del terreno sottostante rimanga sempre accessibile e coltivabile.

In fase di progetto, per l'impianto in esame, sono stati calcolati i seguenti carichi riferiti ad un tracker nella configurazione 2PX12:

Peso proprio, pari a circa 1.030 kg, composto dalla somma di:

- Peso pannelli = $12 \cdot 2 \cdot 31 \text{ kg} = 744 \text{ kg}$ (circa)
- Peso struttura di supporto pannelli = 286 kg (circa)

Carico neve:

- Zona di carico neve = III
- $S_k = 0.60 \text{ kN/m}^2$
- $S = S_k = 0.48 \text{ kN/m}^2$

Carico vento:

- Zona di vento = 3
- Altezza riferita al livello del terreno $z < 4.00 \text{ m}$
- $V_{ref} = 27 \text{ m/s}$
- $q_{ref} = 0.46 \text{ kN/m}^2$
- $q(z) = 0.82 \text{ kN/m}^2$ (pressione dinamica delle raffiche)

Per ciò che riguarda la resistenza al carico determinato dal vento il produttore dichiara una velocità del vento ammissibile pari a 150 km/h; tale valore è incrementato fino a 180 km/h considerando le vele in posizione "di taglio" alla direzione del vento.

Si fa presente che non esiste un catalogo universale dei criteri che definisca in modo univoco la stabilità dei sistemi fotovoltaici di inseguimento.

Le norme di riferimento in materia per i moduli fotovoltaici sono la CEI 61215 e la CEI 61646, che contemplano comunque solo un test per verificare resistenza a pressioni e depressioni pari a 5400 Pa applicate per un'ora.

Nelle schede tecniche dei moduli, questi valori vengono espressi con la formula "corrispondente a una velocità del vento di 130 km/h".

In fase di progettazione esecutiva i calcoli strutturali dei tracker dovranno tener conto delle seguenti considerazioni:

- Il periodo di vibrazione naturale dell'intera struttura è inferiore a 1 secondo, quindi il comportamento della struttura può essere classificato "rigido";
- Le azioni dei carichi vento e neve per la determinazione delle sollecitazioni massime devono essere applicate sulle campate nella maniera più sfavorevole;
- Per il calcolo relativo agli arcarecci devono essere utilizzati i coefficienti di norma utilizzati per le travi continue a luci uguali.
- Per la determinazione delle sollecitazioni derivanti dal carico del vento devono essere applicate le forze del vento come azioni concentrate nei punti del quarto della superficie del modulo.

1.2. Cabine a servizio dell'impianto

L'energia prodotta da ciascun tracker sarà convogliata nelle cabine di campo per la trasformazione e la elevazione dalla bassa tensione alla media tensione e per la consegna in cabina di raccolta a 30 kV e successivamente alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV.

L'impianto fotovoltaico in progetto è composto da 5 cabine di campo, 1 cabina di raccolta ed 1 locale di servizio.

Cabine di campo

Le cabine di trasformazione (o cabine di campo), hanno dimensione pari a 8,60 m x 2,50 m x 2,67 m (altezza), saranno del tipo prefabbricato e all'interno di esse saranno installati un quadro BT di parallelo e un trasformatore da 3000 kVA, oltre ad un trasformatore BT, al quadro ausiliari ed al gruppo di continuità (UPS).

La cabina sarà del tipo prefabbricato, costituita da una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

Le fondazioni sono prefabbricate e sono comprensive di cavedio sottostante per il passaggio e l'allaccio dei cavidotti.

Per il posizionamento della cabina si prevede la realizzazione, previo scavo a sezione aperta, di un piano incassato rispetto alla quota del terreno adiacente realizzato in ghiaione, dello spessore di circa 20 cm, con soprastante massetto dello spessore di circa 10 cm e realizzato con calcestruzzo non strutturale e rete di armatura in acciaio elettrosaldato.

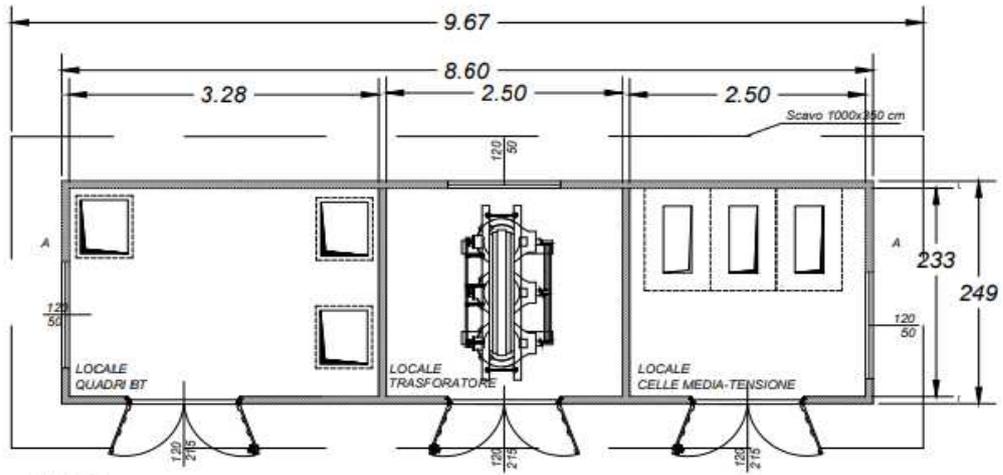
Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm.

Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta.

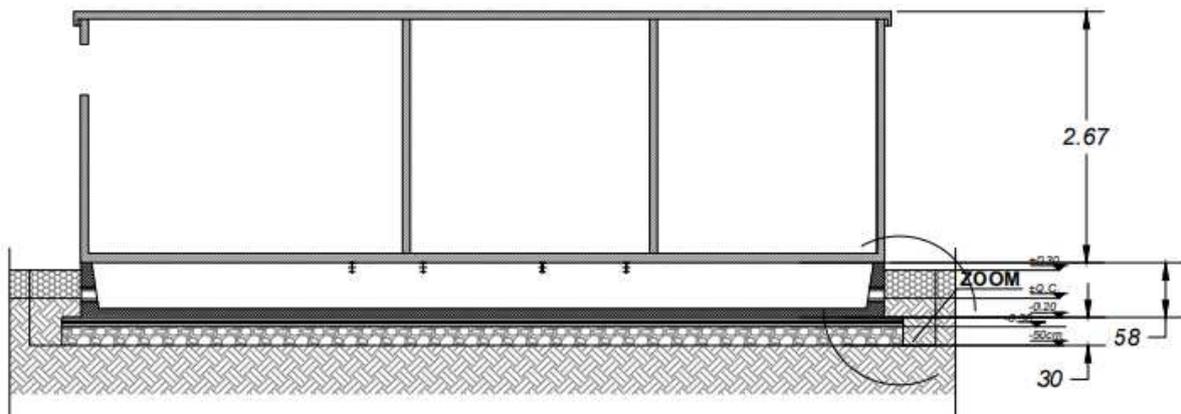
Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq.

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

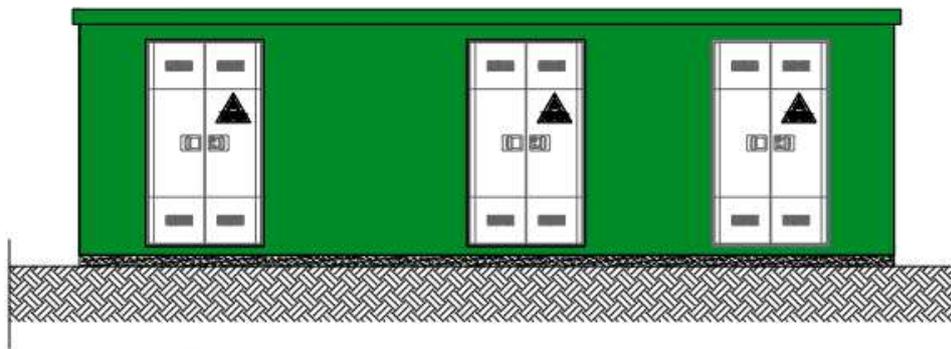
Le immagini che seguono mostrano nel dettaglio le caratteristiche geometriche e costruttive della cabina di campo.



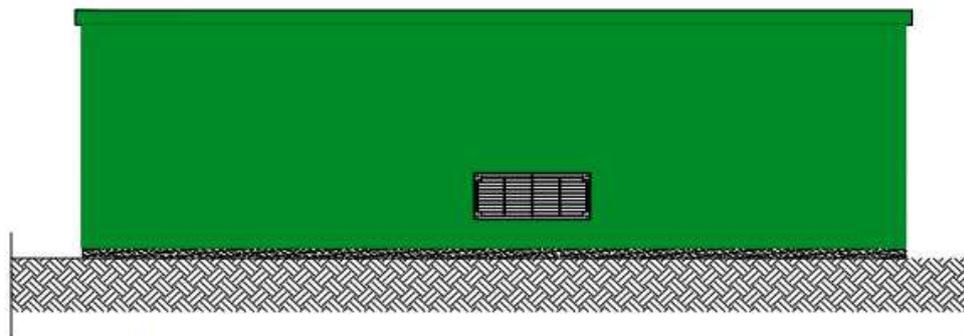
PIANTA



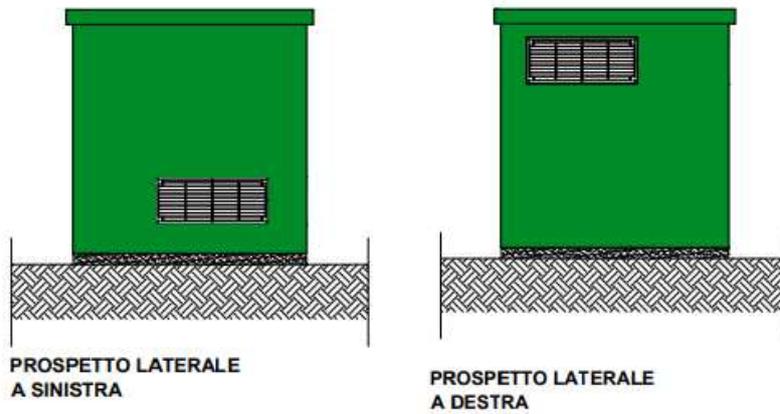
SEZIONE A-A



PROSPETTO FRONTALE



PROSPETTO POSTERIORE



Cabina di raccolta

L'energia delle cabine di campo verrà convogliata nella cabina di raccolta, che verrà collegata, mediante un cavidotto interrato MT, alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV.

La cabina di raccolta avrà dimensioni 8,60 x 2,50 x 2,67 m (lunghezza x larghezza x altezza).

All'interno della cabina, oltre alle celle di MT ed al trasformatore MT/BT ausiliari, vi alloggeranno anche l'UPS, il rack dati, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione ed il QGBT ausiliari.

La cabina sarà del tipo prefabbricato, costituita da una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

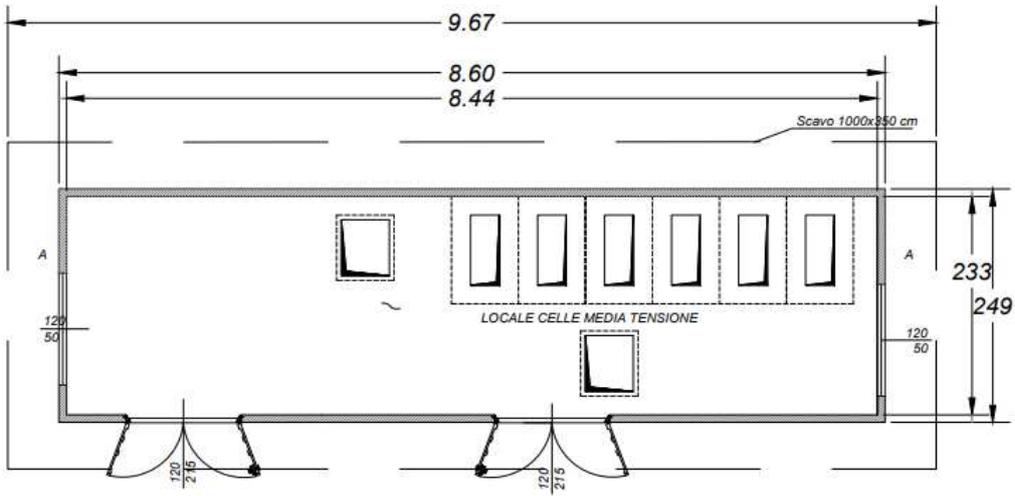
Le fondazioni saranno anch'esse prefabbricate e saranno comprensive di cavedio sottostante per il passaggio e l'allaccio dei cavidotti.

Per il posizionamento della cabina si prevede la realizzazione, previo scavo a sezione aperta, di un piano incassato rispetto alla quota del terreno adiacente realizzato in ghiaione, dello spessore di circa 20 cm, con soprastante massetto dello spessore di circa 10 cm e realizzato con calcestruzzo non strutturale e rete di armatura in acciaio elettrosaldato.

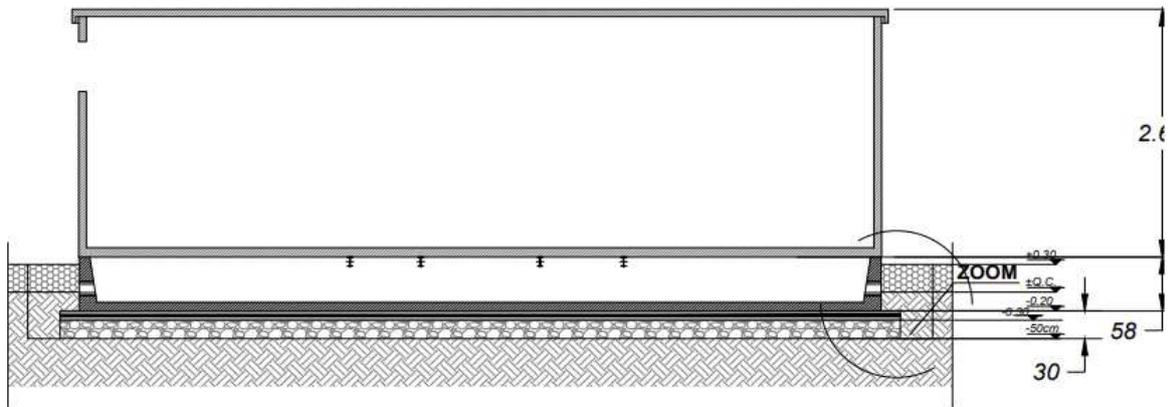
Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq.

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

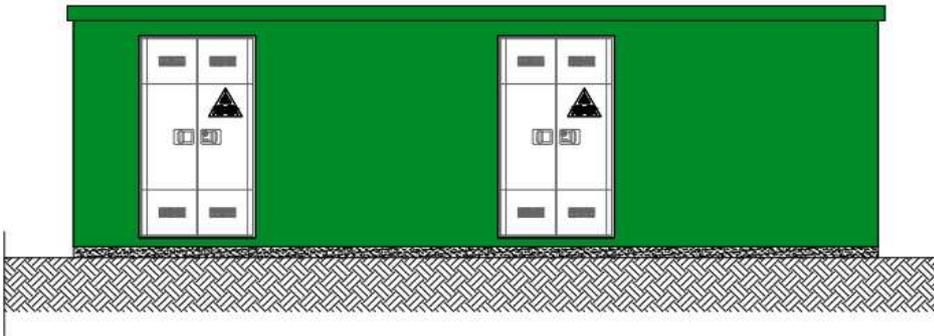
Si riportano di seguito i disegni architettonici della cabina di raccolta.



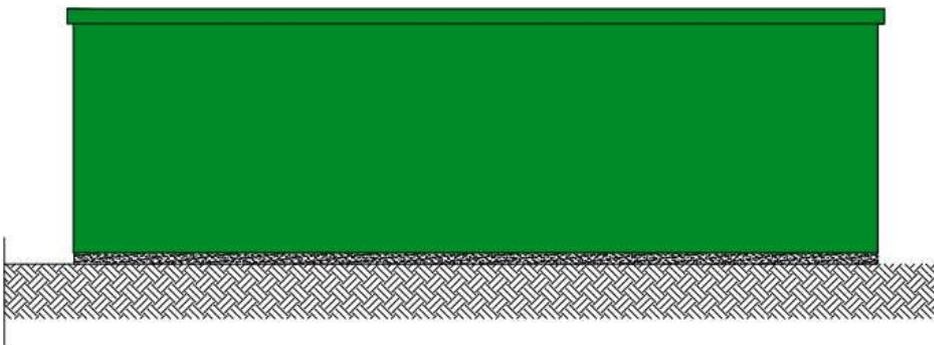
PIANTA



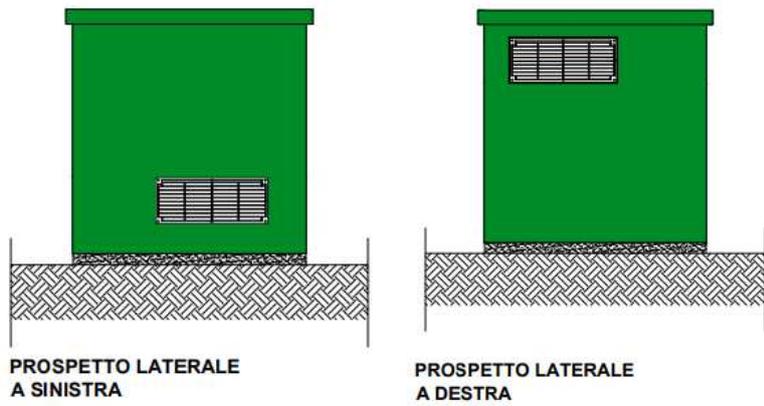
SEZIONE A-A



PROSPETTO FRONTALE



PROSPETTO POSTERIORE



Il locale di servizio

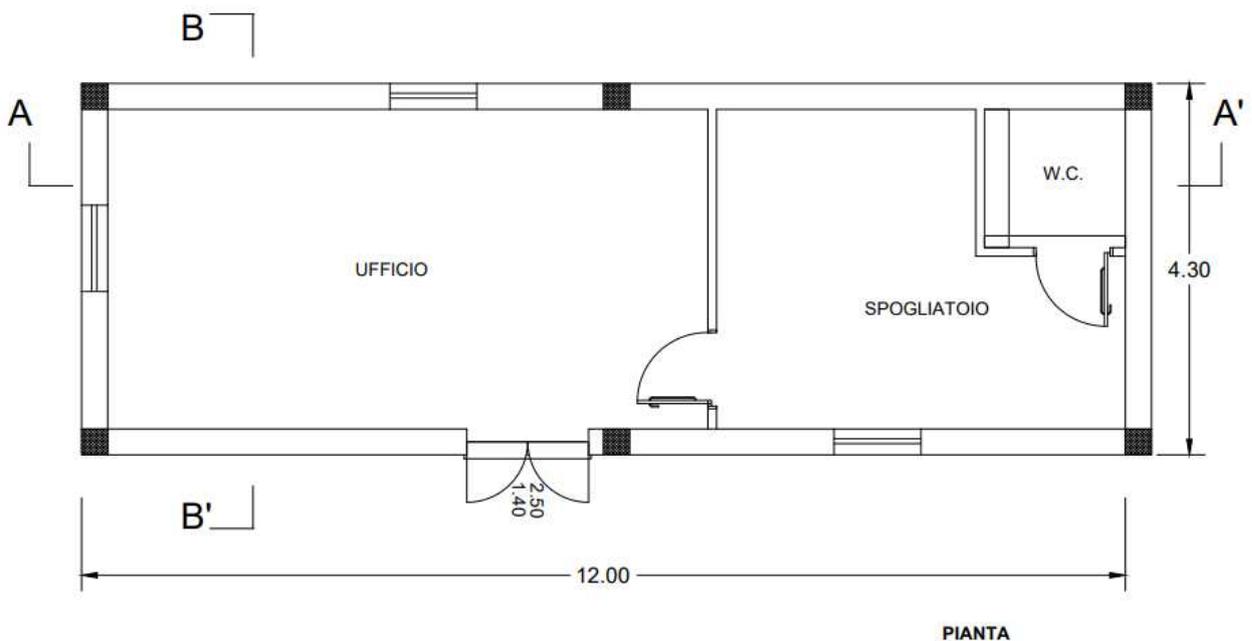
Il locale servizi, di dimensione pari a 12,00 m x 4,30 m x 3,00 m (lunghezza x larghezza x altezza), verrà realizzato con struttura portante in calcestruzzo armato gettato in opera.

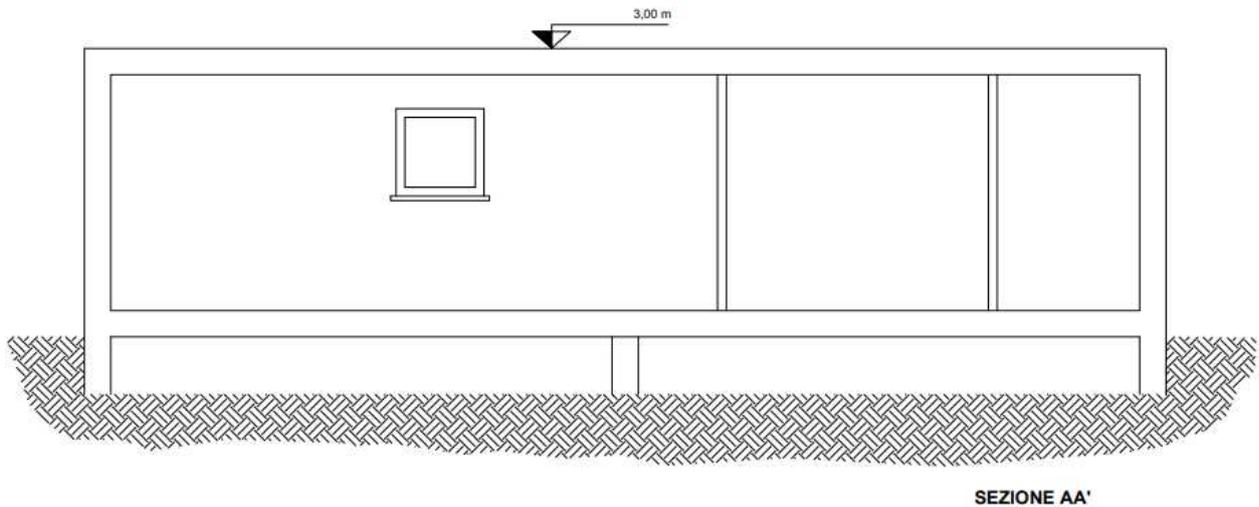
Sottostante l'intero fabbricato, nel piano di fondazione verrà realizzato un cavedio per consentire l'ingresso e l'uscita dei servizi.

All'interno del fabbricato si realizzerà uno spogliatoio, un bagno ed un ufficio dove sarà alloggiato il quadro di distribuzione, la centralina antintrusione, gli apparati di supporto e controllo dell'impianto di generazione. La copertura sarà costituita da un solaio piano, isolato con pannelli coibentanti ed impermeabilizzato con guaina bituminosa a doppio strato e ardesiata.

La tompagnatura perimetrale verrà realizzata con muratura in laterizio a cassa vuota con interposti elementi coibenti.

I tramezzi verranno realizzati con mattoni forati in laterizio.





Il fabbricato internamente ed esternamente sarà intonacato e successivamente pitturato con colori chiari. I serramenti esterni saranno del tipo antisfondamento.

I servizi igienici presenti nel fabbricato saranno del tipo "chimico"; data la modesta entità del loro utilizzo non è prevista la realizzazione di un sistema di scarico dei reflui che, per il loro smaltimento, verranno raccolti e ritirati da ditta specializzata.

Il progetto esecutivo del fabbricato, comprensivo dei calcoli strutturali, verrà elaborato in una successiva fase alla quale si rimanda.

1.3. Sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV

Le cabine di raccolta da 30kV, ubicata all'interno dell'impianto fotovoltaico, verrà collegata mediante un cavidotto interrato MT, alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV che a sua volta sarà connessa in antenna con la sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 36/380 kV.

La sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV è costituita da un'area non recintata di dimensioni pari a 284,7 m² (19,50 m x 14,60 m) nella quale verranno installati tre edifici prefabbricati, ossia la cabina 30 kV, la cabina di trasformazione e la cabina 36 kV.

Le 3 cabine suddette, dal punto di vista strutturale presentano le stesse caratteristiche.

Ciascuna cabina avrà dimensioni 8,60 x 2,33 x 2,67 m (lunghezza x larghezza x altezza), sarà del tipo prefabbricato, costituita da una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione.

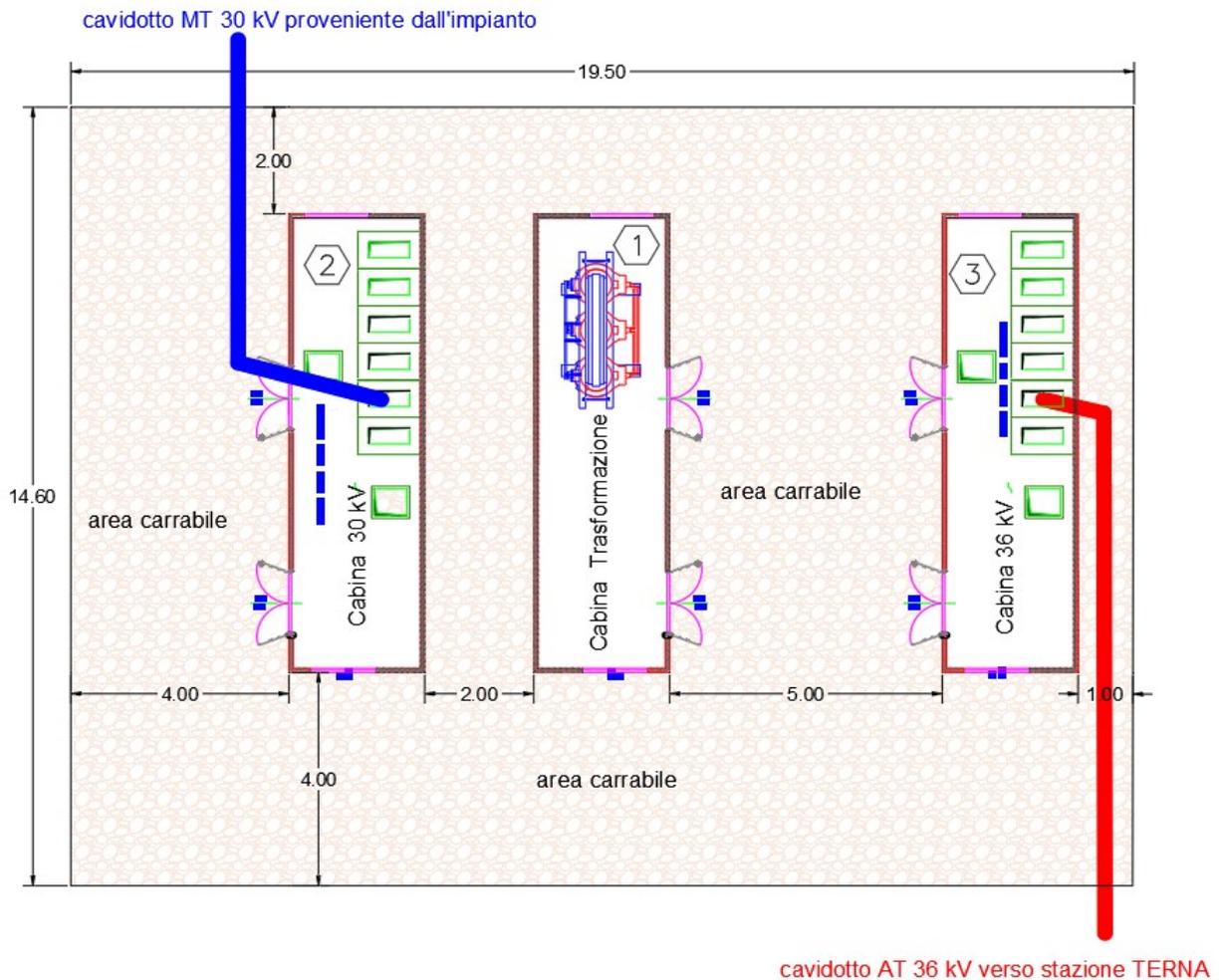
Le fondazioni saranno anch'esse prefabbricate e saranno comprensive di cavedio sottostante per il passaggio e l'allaccio dei cavidotti.

Per il posizionamento delle cabine si prevede per ciascuna la realizzazione, previo scavo a sezione aperta, di un piano incassato rispetto alla quota del terreno adiacente realizzato in ghiaione, dello spessore di circa 20 cm, con soprastante massetto dello spessore di circa 10 cm e realizzato con calcestruzzo non strutturale e rete di armatura in acciaio elettrosaldato.

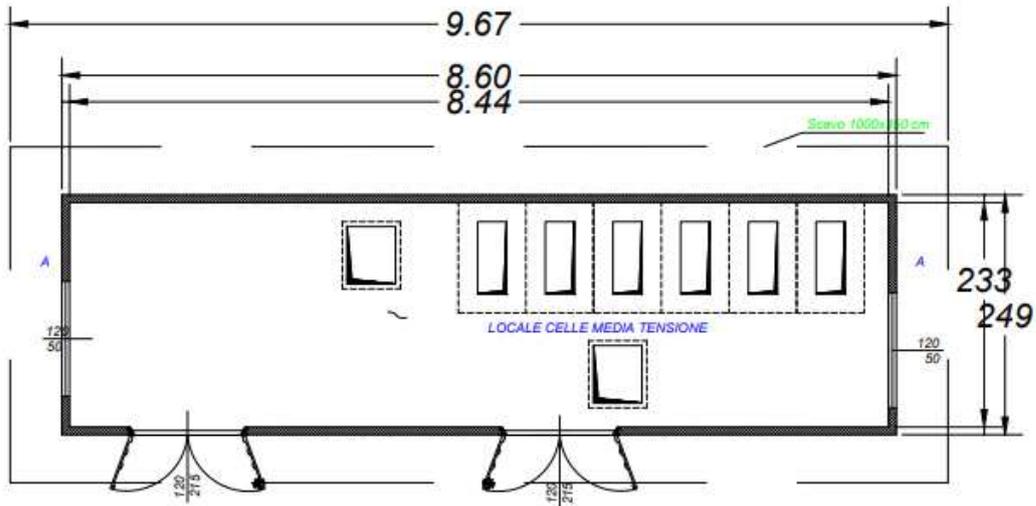
Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq.

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

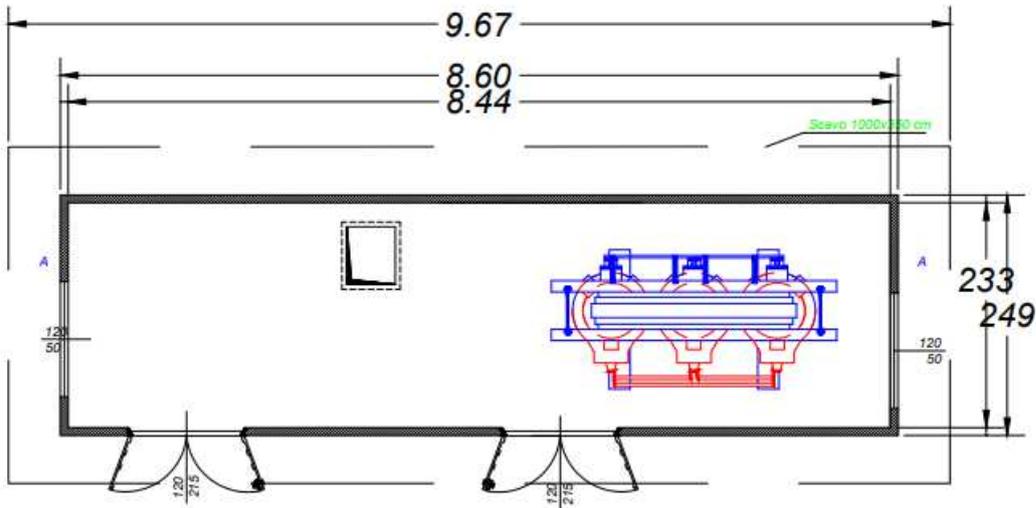
Si riportano di seguito la planimetria della sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV ed i disegni architettonici della cabine.



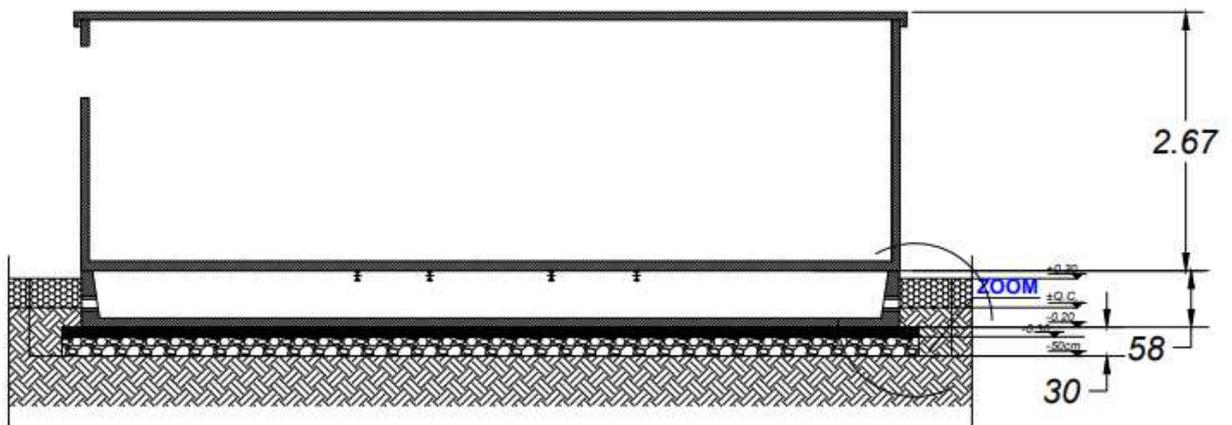
Planimetria della sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV



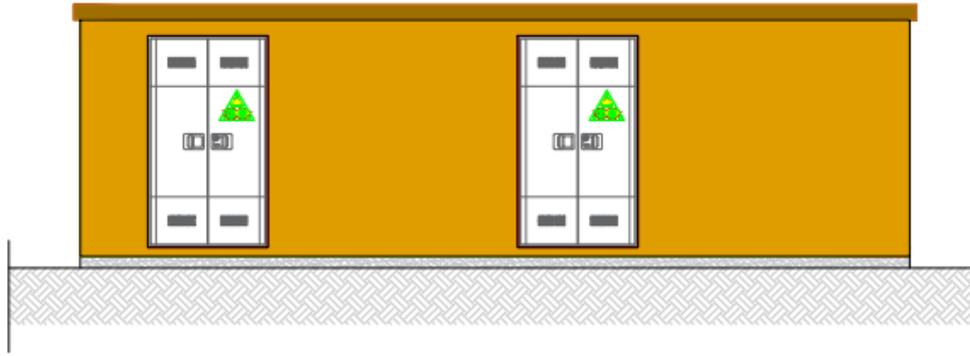
Pianta della cabina MT e della cabina AT



Pianta della cabina Trasformatore



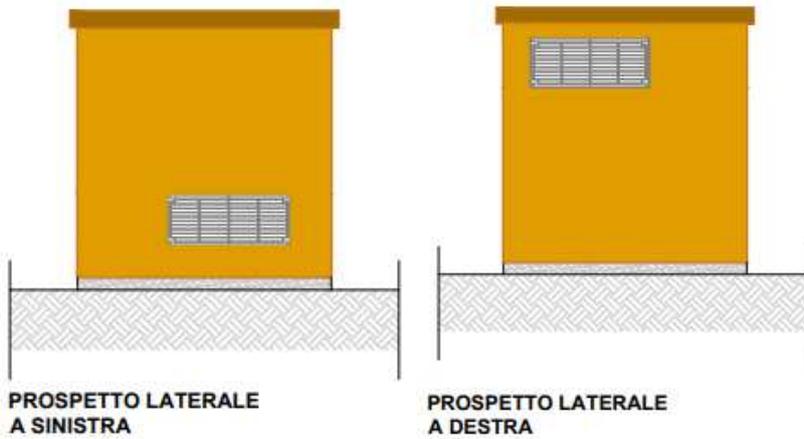
Sezione A-A delle cabine



Prospetto frontale delle cabine



Prospetto posteriore delle cabine



Prospetti laterali delle cabine

Per quel che riguarda la realizzazione della sottostazione di trasformazione e consegna 30/36 kV sono necessarie, inoltre, le opere per la realizzazione dei sottoservizi interrati (cavidotti MT e AT, tubazioni per la raccolta delle acque di piazzale, messa a terra, etc.) e per la pavimentazione dell'area con materiali drenanti (ghiaione e misto stabilizzato).

2. Considerazioni conclusive

Il progetto come fin qui descritto e relativamente alle strutture da realizzare, prevede la realizzazione in opera di manufatti e l'installazione di manufatti prefabbricati da assemblare e/o installare direttamente in sito. I tracker e le cabine di campo, di tipo prefabbricato, verranno forniti dalle ditte produttrici comprensivi di tutti gli elaborati inerenti al loro calcolo strutturale.

Le strutture da realizzare in opera, quali il locale di servizio, le strutture di fondazione per la cabina utente, etc. verranno calcolate in fase di progettazione esecutiva

Pertanto il progetto esecutivo per la realizzazione dell'impianto, al quale si rimanda in una successiva fase, sarà corredato da tutti gli elaborati di tipo strutturale redatti in conformità alla normativa vigente in materia di costruzioni in zone sismiche.