

**IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA
FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA CON ACCUMULO
DENOMINATO "SASSARI 01"**

REGIONE SARDEGNA
PROVINCIA di SASSARI
COMUNI di SASSARI e PORTO TORRES

PROGETTO DEFINITIVO

Tav.:

Titolo:

R04

Relazione Tecnica

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

R04_RelazioneTecnica_04

Progettazione:

Committente:

DOTT. ING. FABIO CALCARELLA

Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce
Mob. +39 340 9243575
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu
P. IVA 04433020759

Whysol-E Sviluppo S.r.l.

Via Meravigli, 3 - 20123 - MILANO
Tel: +39 02 359605
info@whysol.it - whysol-e.sviluppo@legalmail.it
P. IVA 10692360968



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Fabio Calcarella'.

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Marzo 2021	Prima emissione	STC	FC	WHYSOL-E Sviluppo s.r.l.

Sommario

1. OGGETTO DEL DOCUMENTO	3
2. DATI GENERALI DEL PROPONENTE.....	5
3. CARATTERISTICHE DELLA FONTE UTILIZZATA.....	5
3.1. L'Energia Solare	5
4. Descrizione tecnica delle Opere da realizzare.....	6
4.1. Impianto fotovoltaico	6
4.2. Sistema di Accumulo dell'energia prodotta	7
4.2.1. Tipologia storage: batterie al litio.....	8
5. Opere Civili e Elettriche	11
5.1. Opere Civili	11
5.1.1. Preparazione del sito	11
5.1.2. Area Logistica di Cantiere	11
5.1.3. Realizzazione strade interne.....	12
5.1.4. Realizzazione di trincee e cavidotti rete MT interna	13
5.1.5. Realizzazione recinzione perimetrale e cancelli	13
5.1.6. Sistema di illuminazione e videosorveglianza	15
5.1.7. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.....	17
5.2. Opere elettriche	19
5.2.1. Architettura elettrica dell'Impianto fotovoltaico	19
5.2.2. Moduli fotovoltaici	21
5.2.3. Cabine Elettriche di Campo	23
5.2.4. Gruppi di conversione / trasformazione (shelter da 20')	25
5.2.5. Architettura elettrica del Sistema di Accumulo.....	26
6. Fibra Ottica	29
6.1. Cavi Fibra Ottica.....	29
6.2. Mini tubi in polietilene ad alta densità per posa cavi fibra ottica	31
7. Cavidotto esterno MT di Vettoriamento.....	33
7.1. Esecuzione di scavo con tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)	33
8. Sottostazione Elettrica Utente (SSE).....	36
8.1. Quadro MT.....	36
8.2. Trasformatori MT/AT.....	37

8.3.	Apparecchiature AT	37
8.4.	Quadro BT	38
8.4.1.	Trasformatore MT/BT	38
8.4.2.	Quadro BT corrente alternata	39
8.5.	Sistema di distribuzione corrente continua	40
8.5.1.	Caratteristiche raddrizzatore	40
8.5.2.	Inverter	41
8.5.3.	Commutatore statico	42
8.5.4.	Distribuzione 230 V CA per alimentazione utenze privilegiate	42
8.5.5.	Quadro distribuzione C.C.	43
8.5.6.	Batteria	43
8.6.	Gruppo elettrogeno	44
8.7.	Rete di terra	45
9.	Cavidotto esterno AT di collegamento alla SE Terna "Porto Torres 1"	46

1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

Oggetto del presente documento è l'impianto Fotovoltaico denominato "Sassari 01" e delle opere ad esso annesse (cavidotti MT di Vettoriamento e Sottostazione Elettrica Utente), nonché un Sistema di Accumulo di Energia (**SdA**) con batterie al Litio anch'esso annesso all'Impianto. Le opere in progetto quindi saranno costituite da: l'area di installazione dei moduli fotovoltaici, dei gruppi di conversione / trasformazione e dei moduli prefabbricati (container) contenenti le batterie al litio per l'accumulo dell'energia prodotta, nonché da tutte le opere annesse interne all'Impianto Fotovoltaico propriamente detto (cavidotti MT e AT); le opere saranno ubicate nei Comuni di Sassari (SS) per quanto concerne il generatore fotovoltaico, e Porto Torres per quanto concerne la Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV. Il Cavidotto di Vettoriamento invece si svilupperà tra i due Comuni appena detti.



Inquadramento generale su Orto-foto (in rosso le aree di impianto, in giallo l'area della SSE Utente e in verde la SE Terna "Porto Torres 1")



Inquadramento su Ortofoto (in rosso le aree di impianto fotovoltaico)

Ai sensi dell'art. 12 comma 1 del D.Lgs. n. 387/2003 l'opera in progetto è considerata di pubblica utilità ed indifferibile ed urgente. Ai sensi del comma 3 del medesimo articolo, la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili è soggetta ad autorizzazione unica rilasciata dalla regione o dalle provincie delegate dalla regione.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

2. DATI GENERALI DEL PROPONENTE

La società proponente l'intervento in oggetto è la Società Whysol E Sviluppo S.r.l., con sede in Via Meravigli, 3 – 20123 MILANO, C.F. e P.IVA 10692360968 n. REA: MI – 2550100.

PEC: whysol-e.sviluppo@legalmail.it.

3. CARATTERISTICHE DELLA FONTE UTILIZZATA

3.1. L'Energia Solare

In linea generale, quella solare è l'energia derivante dalla radiazione solare. Rappresenta la fonte primaria di energia sulla Terra.

È, infatti, la forma di energia normalmente utilizzata dagli organismi autotrofi, cioè quelli che eseguono la fotosintesi, comunemente indicati come "vegetali" (da cui si originano anche i combustibili fossili); gli altri organismi viventi sfruttano, invece, l'energia chimica ricavata dai vegetali o da altri organismi che a loro volta si nutrono di vegetali e quindi in ultima analisi sfruttano anch'essi l'energia solare, se pur indirettamente.

Da questa energia derivano più o meno direttamente quasi tutte le altre fonti energetiche disponibili all'uomo quali i combustibili fossili, l'energia eolica, l'energia del moto ondoso, l'energia idroelettrica, l'energia da biomassa con le sole eccezioni dell'energia nucleare, dell'energia geotermica e dell'energia delle maree. Può essere utilizzata direttamente a scopi energetici per produrre calore o energia elettrica con varie tipologie di impianto. L'energia solare rappresenta quindi una importante fonte rinnovabile.

Gli impianti fotovoltaici in particolare:

- Contribuiscono alla riduzione della dipendenza energetica;
- Riducono l'incertezza sui costi futuri dell'energia;
- Garantiscono una riduzione dell'impatto ambientale e la sostenibilità dello sviluppo nel lungo periodo;
- Costituiscono una opportunità di sviluppo a livello locale.

Le ragioni dell'importanza delle fonti rinnovabili nel panorama energetico mondiale risiedono:

- Nel fabbisogno di energia stimato per i prossimi decenni;
- nella necessità di uno sviluppo eco-sostenibile che garantisca il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto.
- Risparmio energetico: con una riduzione del 20% rispetto al trend attuale;

- energia rinnovabile: il 20% dell'energia prodotta al 2020, deve essere ottenuta da fonte rinnovabile;
- le emissioni di gas serra deve essere ridotta del 20% rispetto al 1990.

Nello scenario Comunitario l'Europa necessita di energia sicura, sostenibile ed economicamente accessibile.

L'energia è di importanza cruciale per i servizi essenziali di tutti i giorni, senza i quali niente può funzionare. Abbiamo bisogno di energia per l'illuminazione, il riscaldamento, i trasporti e la produzione industriale. E una volta soddisfatte le esigenze di base, l'energia ci serve anche per far funzionare elettrodomestici quali lavatrici, computer, televisori e altri, che utilizziamo quasi senza pensarci. Garantire l'approvvigionamento di tutta l'energia che ci occorre, a un prezzo economicamente accessibile, ora e in futuro, non è però così facile.

4. Descrizione tecnica delle Opere da realizzare

4.1. Impianto fotovoltaico

Come detto, il progetto dell'impianto fotovoltaico interessa un'area ubicata a circa 3,2 km a Sud-Ovest dell'abitato di Porto Torres (SS).

Le aree di impianto sono debolmente ondulate ed hanno altezza sul livello del mare compresa tra 30 m e 60 m s.l.m, attualmente investite a seminativo (aree interne di impianto). Anche le aree circostanti sono prevalentemente a seminativo.

L'energia elettrica prodotta a 550 V in c.c. dai generatori fotovoltaici (moduli) viene prima raccolta nei Quadri di Parallelo Stringhe posizionati in campo in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli e quindi convogliata all'interno degli Shelter contenenti i gruppi di conversione/trasformazione dove avviene la conversione della corrente da c.c. a c.a. (per mezzo di inverter centralizzati di taglia variabile a seconda del sottocampo da 2.500 e 3.000 kVA) e l'innalzamento di tensione da 0,55 kV a 30 kV (per mezzo di un trasformatore MT/BT). Da qui, l'energia sarà trasportata verso la più vicina Cabina di Campo.

Dalle Cabine di Campo, in configurazione entra-esce, l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, e/o rilasciata dal sistema di accumulo verrà trasportata nelle **Cabine di Raccolta (CdR FV)**, anch'esse posizionate all'interno dell'impianto.

In sintesi il progetto prevede:

➤ **Per l'Impianto Fotovoltaico:**

- **130.488** moduli fotovoltaici di potenza unitaria paria a 575 Wp, installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori), con relativi motori elettrici per la movimentazione. Le strutture saranno ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno; **evitando qualsiasi struttura in calcestruzzo, riducendo sia i movimenti si terra (scavi e rinterrì) che le opere di ripristino conseguenti.** È previsto in particolare che siano installati inseguitori 246 inseguitori che sostengono 24 moduli e 649 inseguitori che sostengono 48 moduli.
- **5.437** stringhe, ciascuna costituita da 24 moduli da 575 Wp ciascuno, collegati in serie. Tensione di stringa 1.141,57 V e corrente di stringa 10,85 A;
- **241** Quadri di parallelo Stringhe a cui afferiranno un massimo di 12 stringhe (in parallelo);
- **25** cabinati (*Shelter*) preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenenti il gruppo conversione / trasformazione, di dimensioni **(L x H x p) 6,10 x 3,10 x 2,50 m**, cioè le dimensioni standard di un container metallico da 20' (piedi);
- **14** Cabine di Campo (**CdC**) contenenti i Quadri BT e MT dell'impianto fotovoltaico di dimensioni pari a **(L, H, p) 10,00 x 3,10 x 2,50 m**;
- **Due** Cabina di Raccolta (**CdR FV**) per la raccolta dell'energia prodotta dall'Impianto avente dimensioni pari a **(L, H, p) 20,00 x 3,10 x 2,50 m**;
- Tutta la rete BT, ovvero dei cavi BT in c.c. (cavi solari) e relativa quadristica elettrica (quadri di parallelo stringhe), dei cavi BT in c.a. e relativa quadristica elettrica di comando, protezione e controllo;

4.2. Sistema di Accumulo dell'energia prodotta

Annesso all'Impianto si prevede di realizzare un Sistema di Accumulo dell'energia prodotta a batterie al Litio, avente potenza nominale pari a 120 MW.

L'energia erogata in MT a 30 kV dalle Batterie confluirà dapprima in una Cabina di Raccolta (**CdR SdA**) ubicata nei pressi delle batterie di accumulo; da qui poi sarà convogliata alla Cabina di Raccolta dell'Impianto Fotovoltaico (**CdR FV 2**), sempre all'interno dell'area di impianto.

Nelle due **CdR FV**, confluirà, sempre in MT a 30 kV, l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, che potrà essere utilizzata per la carica del sistema di accumulo.

Di fatto sulla sbarra a 30 kV delle **CdR FV**, avverrà lo scambio tra l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e il Sistema di Accumulo (**SdA**), e ciò renderà possibile "accumulare" l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Dal momento, poi, che la **CdR FV** attraverso la *SSE Utente* sarà collegata alla RTN (*SE Terna "Porto Torres 1"*), sarà altresì possibile per il Sistema di Accumulo, prelevare direttamente energia dalla rete, in alcuni periodi o ore della giornata (quando abbiamo un surplus di produzione), e accumularla per poter essere utilizzata per fornire servizi di dispacciamento (bilanciamento, peak shaving, regolazione di tensione e frequenza).

Pertanto per quanto concerne il sistema di accumulo, il flusso di energia potrà essere **bidirezionale**: potrà essere infatti accumulata energia direttamente assorbita dalla Rete, per poi essere riversata nella Rete stessa nei momenti necessari (picchi di assorbimento, livellamento di frequenza).

Il Sistema di Accumulo **SdA**, comporta notevoli vantaggi sia per l'efficienza dell'impianto Fotovoltaico consentendo la conservazione dell'energia prodotta nei periodi in cui la Rete Elettrica Nazionale non ha capacità di assorbimento, che per la stessa Rete Elettrica Nazionale assicurando una maggiore flessibilità, bilanciamento e gestibilità, come meglio descritto più avanti (quanto detto è confermato dalla promozione e divulgazione a livello nazionale ed europeo di bandi e norme specifiche utili a favorire l'installazione di tali sistemi di accumulo e regolare i molteplici servizi che i medesimi possono offrire alla Reti nazionali ed Europee).

È previsto che la centrale fotovoltaica venga allacciata alla rete di Distribuzione tramite una Sottostazione Elettrica Utente (150/30 kV) di trasformazione e consegna, da realizzare contestualmente, a sua volta è collegata alla Stazione Elettrica SE di Terna (380/150 kV) "Porto Torres 1".

4.2.1. Tipologia storage: batterie al litio

Per l'accumulo si è scelto di utilizzare batterie agli ioni di litio-ferro-fosfato ($LiFePO_4$).

Questo tipo di batterie presenta i seguenti vantaggi:

- **Sicurezza:** nel caso di un improbabile cortocircuito interno, è in grado di sopportare il carico senza esplodere o bruciare. L'esplosione oltretutto porta ad un fuoco non esauribile, a causa dell'ossigeno all'interno del materiale della batteria e quindi può bruciare anche sott'acqua. La batteria al litio-ferro-fosfato, anche completamente carica, ha superato brillantemente numerosi test di laboratorio, non mostrando alcuna reazione. Non ci sono

stati innalzamenti critici della temperatura tali da poter sciogliere il separatore, anzi essa rimane statica sui 125/130° C., senza pericolo di diffusione;

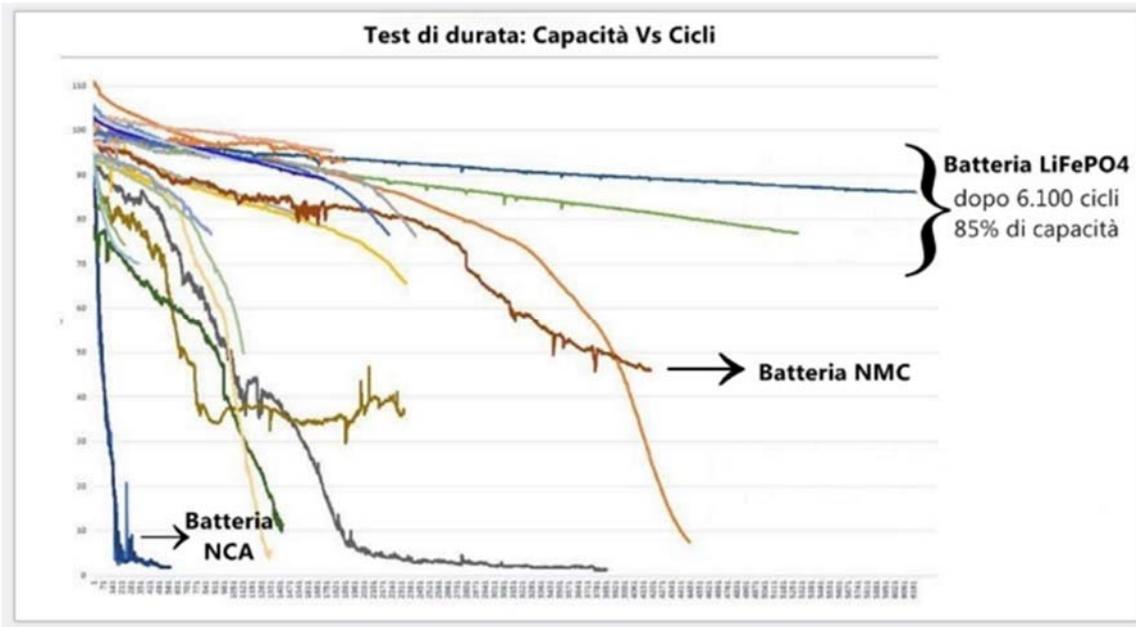
- **Lunga durata e prestazioni affidabili:** Un accumulatore per fotovoltaico deve essere affidabile per molti anni, solo così può risultare economicamente sostenibile. Ancora una volta, la tecnologia delle batterie è cruciale.

Fondamentalmente una batteria, ogni volta che si carica e scarica, perde un po' della sua capacità originale. Ciò significa che con il passare del tempo la batteria immagazzinerà sempre meno energia. Questo processo si percepisce in misura minima, fino a raggiungere un livello che è comunemente indicato come fine della vita che spesso avviene in modo improvviso. La maggior parte delle persone lo sa, dall'uso del proprio telefono cellulare, che dopo un paio di anni, la durata della batteria si riduce considerevolmente.

Ogni tecnologia delle batterie ha una sua propria durata. Rispetto ad un accumulatore, la batteria del telefonino è molto più breve; di solito raggiunge solo 300- 500 cicli di ricarica. Anche le batterie NMC, che sono frequentemente utilizzate per le auto elettriche, sostengono meno cicli di carica. Anche perché non è necessario: per la batteria di un'auto elettrica **1.000 cicli di carica** sono più che sufficienti. Se l'intervallo per ogni carica è di 300 km, l'equivalente è di una durata di vita di 300.000 km.

Per alimentare la propria casa solo attraverso energia solare, tuttavia, 1.000 cicli di carica non sarebbero affatto sufficienti. C'è bisogno di circa 250 cicli di ricarica all'anno, una batteria NMC dovrebbe essere già sostituita dopo soli 4 anni.

Normalmente una batteria di accumulo per fotovoltaico dovrebbe durare **dai 15 ai 20 anni**. La batteria al litio-ferro-fosfato può arrivare **fino 10.000 cicli di carico/scarico**, e avrà ancora il 70% della sua capacità iniziale. Un valore senza precedenti nel settore: anche dopo 15.000 cicli, la batteria mantiene ancora circa il 60% della sua capacità. La tecnologia al litio-ferro-fosfato ci fornisce la base giusta per consentire un uso così duraturo della batteria.



- **Tecnologia testata e collaudata;**
- **Ecocompatibilità:** Il litio-ferro-fosfato (LiFePO_4), è l'unico materiale per batterie costituito da un minerale naturale nella sua composizione chimica. Una batteria classica è costituita da due elettrodi, uno dei quali in grafite, mentre l'altro è costituito da un composto di nichel-cobalto oppure uno al litio-ferro-fosfato. Nelle batterie al litio-ferro-fosfato non sono presenti né cobalto né nickel, considerati entrambi metalli pesanti e tossici.

Il sistema di accumulo sarà quindi costituito da:

- **48** Cabinati prefabbricati (shalter/container) contenenti le batterie al litio ferro fosfato per l'accumulo dell'energia prodotta, dimensioni pari a $(L \times h \times p) = 12,20 \times 2,59 \times 2,43 \text{ m}$, cioè le dimensioni standard di un container metallico da 40' (piedi);
- **12** cabinati prefabbricati preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenti gli Inverter (PCS); i cabinati avranno dimensioni $(L \times H \times p)$ **6,10 x 3,10 x 2,50 m**, cioè le dimensioni standard di un container metallico da 20' (piedi);
- **24** trasformatori BT/MT (2 per ogni per ogni PCS);
- **Una** Cabina di Raccolta (**CdR SdA**), in cui converge in media tensione tutta l'energia del Sistema di Accumulo avente dimensioni pari a (L, H, p) **20,00 x 3,10 x 2,50 m**.

5. Opere Civili e Elettriche

5.1. Opere Civili

Le opere Civili riguarderanno dapprima la preparazione del sito e poi la posa in opera delle varie componenti d'Impianto, quindi:

- strade interne;
- recinzione Impianto Fotovoltaico;
- cancelli di accesso all'Impianto
- impianti di illuminazione e Videosorveglianza;
- siepe perimetrale.
- strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- moduli fotovoltaici;
- Cabine elettriche;
- Cavidotti BT, MT e AT;

5.1.1. 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.

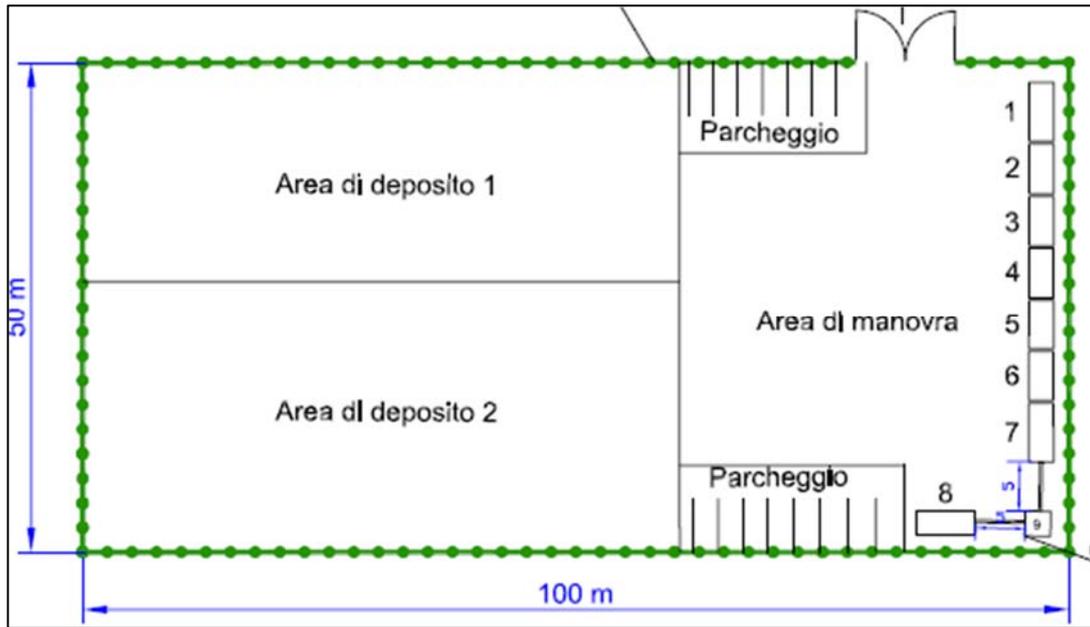
5.1.2. Area Logistica di Cantiere

L'area Logistica di cantiere avrà una estensione di 5.000 m² (50 m x 100 m). Ospiterà moduli prefabbricati per (vedi immagine e tabella sotto riportata):

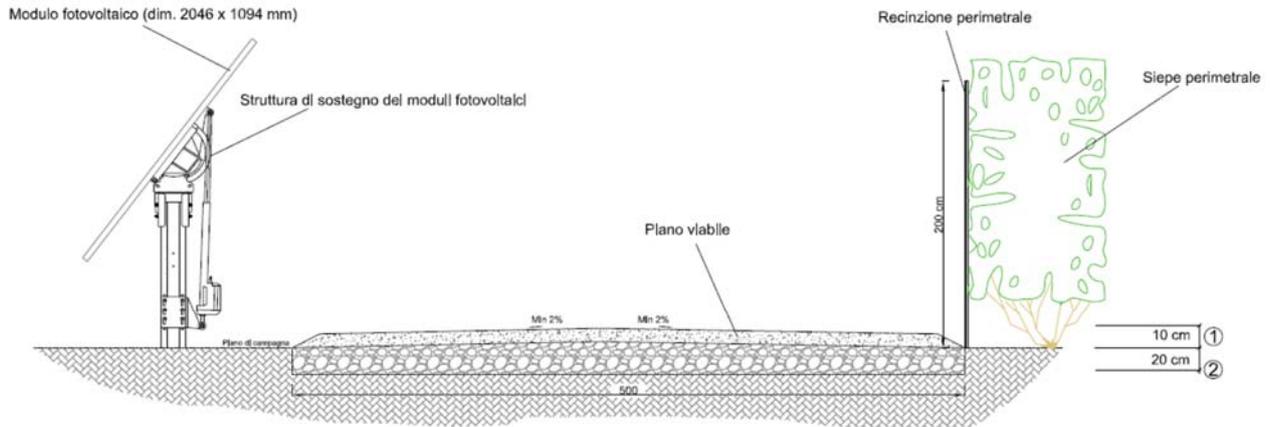
1	Modulo prefabbricato adibito a sala riunioni (6x2.5x2.5m)
2-3-4	Moduli prefabbricati adibiti ad uffici (5x2.5x2.5m)
5	Modulo prefabbricato adibito a spogliatoio (5x2.5x2.5m)
6	Modulo prefabbricato adibito a refettorio (5x2.5x2.5m)
7	Modulo bagni attrezzato con 4 docce, 2 lavabi e 3 WC (6x2.5x2.5m)
8	Modulo bagni attrezzato con 4 docce, 2 lavabi e 3 WC (6x2.5x2.5m)
9	Pozzo nero

N.B.

- n.3 turche da cantiere saranno di volta in volta ubicate in posizione diverse a seconda delle esigenze
- n.2 moduli prefabbricati (5x2.5x2.5m) saranno posizionati in prossimità dell'area di costruzione della SSE ed adibiti uno ad ufficio e l'altro a refettorio / riposo
- n. 1 turca da cantiere sarà posizionata in prossimità dell'area di costruzione della SSE



5.1.3. Realizzazione strade interne



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

Fasi di realizzazione:

- a) scottamento 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;

Tipologico sezione stradale perimetrale impianto

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 5 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, presenta 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 sé risulta pressoché pianeggiante.

5.1.4. Realizzazione di trincee e cavidotti rete MT interna

Gli scavi (trincee) a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi avranno ampiezza variabile in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (da 40 a 60 cm), avranno profondità variabile in relazione alla tipologia di cavi che si andranno a posare. Per i cavi BT la profondità di posa sarà di 1 m, per i cavi MT sarà di 1,2 m.

5.1.5. Realizzazione recinzione perimetrale e cancelli

L'impianto sarà suddiviso in tre lotti aventi un perimetro complessivo pari a 13.750 m. I lotti saranno recintati con pannelli di rete metallica 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 150x50;
- Diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.

• **MATERIALE**

- Acciaio S235Jr EN10025–zincato seconda Norma EN10244-2;

• **RIVESTIMENTO**

- o Verniciatura con poliestere;

- **COLORE**
- o VerdeRAL6005.

In fase di progettazione esecutiva le caratteristiche della recinzione potrebbero subire modifiche. L'impianto sarà dotato di un cancello carrabile per ognuna delle 3 aree. 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.

5.1.6. Sistema di illuminazione e videosorveglianza

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: 688;
- Numero palificazioni: 344;
- Funzione: illuminazione stradale notturna e anti-intrusione;
- Distanza tra i pali: circa 40 m.

Illuminazione esterno cabine

- Tipo lampade: Proiettori LED - 40W;
- 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.

Video sorveglianza

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

- N. 344 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*.

5.1.7. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici

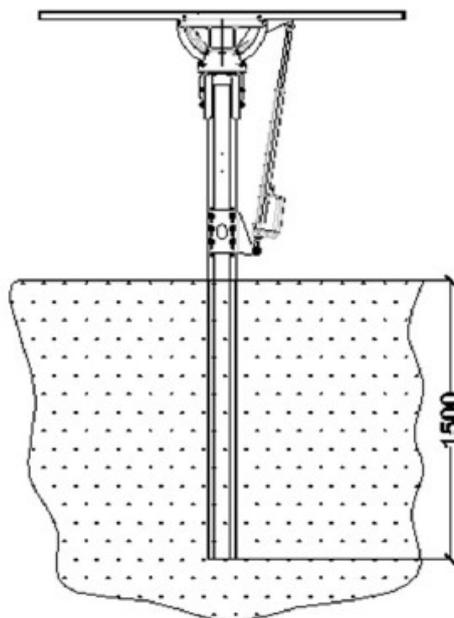
Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori (*tracker*) monoassiali, ovvero strutture di sostegno mobili che nell'arco della giornata "inseguono" il movimento del sole orientando i moduli fotovoltaici su di essi installati da est a ovest, con range di rotazione completo del tracker da est a ovest pari a 110° ($-55^\circ/+55^\circ$), come indicato in figura.

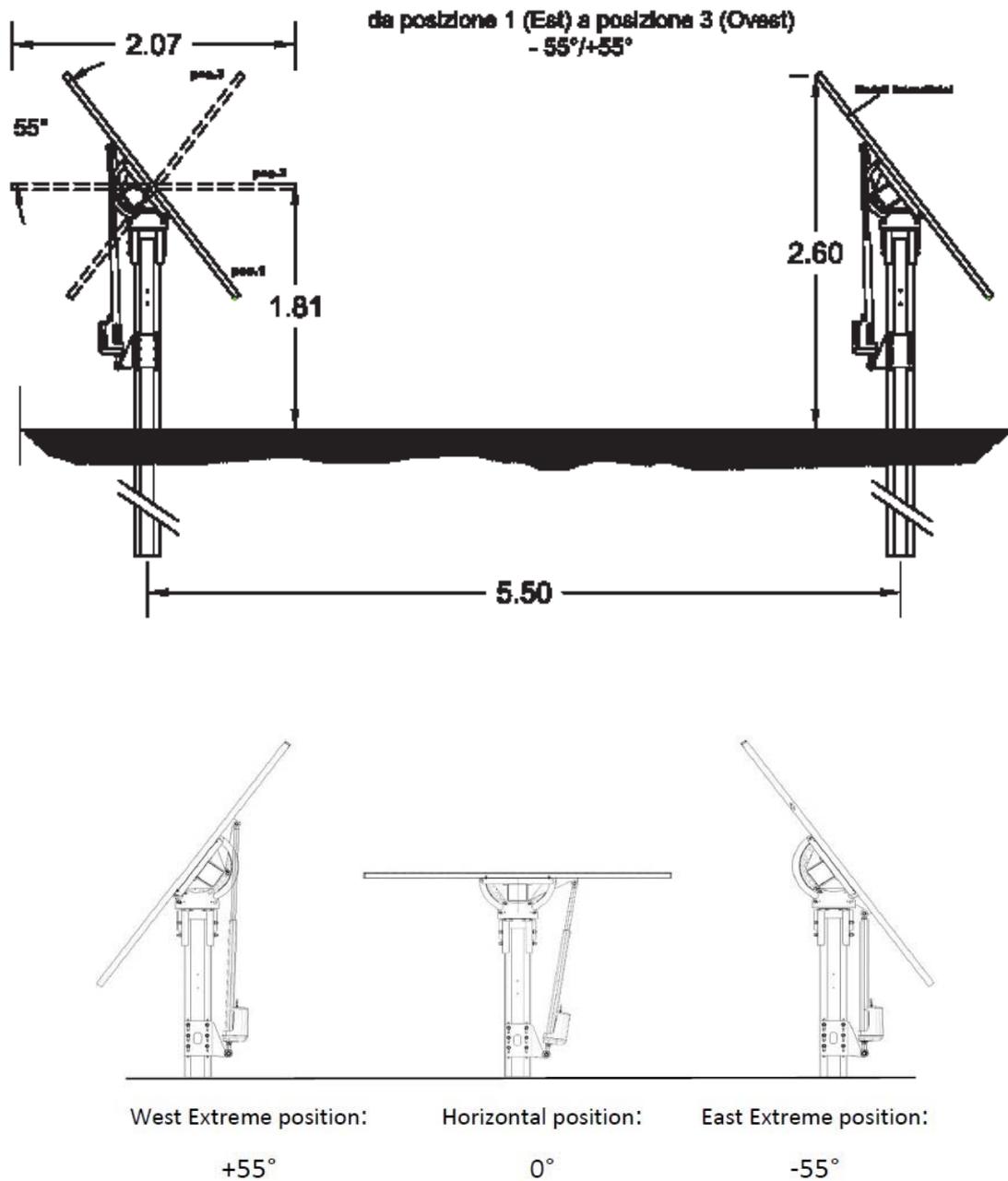
I moduli fotovoltaici saranno installati sull'inseguitore su una sola fila con configurazione *portrait* (verticale rispetto l'asse di rotazione del tracker).

Il numero dei moduli posizionati su un inseguitore è variabile. Nell'impianto in progetto avremo inseguitori da 24 e da 48 moduli.

La loro installazione avverrà mediante infissione diretta nel terreno, con l'ausilio di opportuna macchina battipalo; i pali di sostegno raggiungeranno una profondità minima di 1,5 m dal piano campagna e saranno poi sottoposti a idonee prove di resistenza allo sfilaggio.

Tuttavia in fase esecutiva in base alle caratteristiche del terreno ed ai calcoli strutturali tale valore potrebbe subire modifiche che tuttavia si prevede siano non eccessive. La scelta di questo tipo di inseguitore evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.





Ciascun tracker monofila si muove in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. 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 agli 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 dinamico 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 modifiche che tuttavia si prevede siano non eccessive. La scelta di questo tipo di inseguitore evita l'utilizzo di cemento e minimizza i movimenti terra per la loro installazione.

5.2. Opere elettriche

5.2.1. Architettura elettrica dell'impianto fotovoltaico

Da un punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da stringhe. Una stringa sarà formata da 24 moduli collegati in serie, pertanto la tensione di stringa è data dalla somma delle tensioni a vuoto dei singoli moduli, mentre la corrente di stringa coincide con la corrente del singolo modulo.

Moduli per stringa	V_{oc} (V) - STC	I_{mp} (A) - STC	Tensione stringa
24	53,2	12,88	1.258,19 V

Nella tabella seguente si evidenziano il numero di stringhe contenute nei tracker a seconda della loro lunghezza.

	Pot. Modulo (Wp)	Numero moduli	N° di stringhe
Tracker 24 moduli	575	24	1
Tracker 48 moduli	575	48	2

L'energia prodotta dalle stringhe afferisce nei Quadri di Parallelo Stringhe, posizionati in campo in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli. L'energia raccolta in ciascuno di essi viene poi trasportata all'interno degli Shelter preassemblati in stabilimento dal fornitore, contenenti il gruppo conversione / trasformazione, dove afferirà a degli inverter centralizzati, uno per ogni Shelter. L'inverter sarà dotato di un numero di ingressi pari a 32, con una massima tensione di ingresso pari a 1.500 V e range operativo 850/1.425 V (la tensione massima di stringa è di 1.141,57 V). Come detto, in ciascuno dei 32 ingressi dell'inverter afferisce un quadro di parallelo stringhe. Nel particolare caso del presente progetto avremo un massimo di 24 stringhe per Inverter.

L'inverter effettua la conversione della corrente continua in corrente alternata a 550 V trifase, con frequenza di 50 Hz. È prevista l'installazione di:

- n° 21 inverter con massima potenza in uscita lato AC pari a 3.000 kVA, per una potenza nominale totale di 63.000 kVA;
- n° 4 inverter con massima potenza in uscita lato AC pari a 2.500 kVA, per una potenza nominale totale di 10.000 kVA;

All'interno degli Shelter l'energia a 550 V in c.a. subirà un innalzamento di tensione sino a 30 kV. In ciascuno Shelter sarà installato infatti un trasformatore MT/BT di taglia pari a 2.500 o 3.000 kVA.

In uscita dagli Shelter, l'energia sarà trasportata verso la più vicina Cabina di Campo.

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche principali dell'impianto. In particolare sono indicati:

- numero di tracker da 24 moduli installati;
- numero di tracker da 48 moduli installati;
- numero di pannelli installati;
- potenza di picco installata.

IMPIANTO PORTO TORRES (SS)								Panel Wp
Tracker Type	N° Strings/Tracker	N° PV Panels/Tracker	Tracker quantity	Total N° strings		Totale N° PV Panels	Peak Power (kWp)	Nominal Power (kVA)
Trck 48 PV M	2	48	2.312	4.624		110.976	63.811,20	73.000,00
Trck 24 PV M	1	24	813	813		19.512	11.219,40	
Total			3.125	5.437	241	130.488	75.030,60	

Principali caratteristiche impianto e potenza di picco installata

Si evince quindi che la potenza installata totale di picco dell'impianto sarà pari a 75.030,60 kWp.

Gruppi di Cabine di Campo, a loro volta, saranno elettricamente collegate in serie, secondo la classica configurazione "in entra-esce", tramite linee MT a 30 kV in cavo interrato. Si formeranno, così, 2 gruppi denominati sottocampi.

L'energia di ciascun sottocampo sarà convogliata (sempre tramite linee MT in cavo), nelle due Cabine di Raccolta (**CdR FV**) del tipo MT/MT.

Dalle Cabine di Raccolta l'energia sarà trasportata, tramite linea in cavo MT a 30 kV in una Sottostazione Elettrica Utente di nuova realizzazione.

Nella *SSE Utente* avverrà un altro innalzamento di tensione da MT (30 kV) ad AT (150 kV). La SSE sarà collegata tramite un cavidotto AT a 150 kV, alla Stazione Terna "Porto Torres 1" per la cessione dell'energia prodotta.

5.2.2. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici che si prevede di utilizzare saranno in silicio monocristallino di potenza pari a 575 Wp. Avranno dimensioni pari a 2.385 x 1.122 x35 mm.



Moduli fotovoltaici su tracker monoassiali



Length: ±2mm
 Width: ±2mm
 Height: ±1mm
 Row Pitch: ±2mm

Packaging Configuration

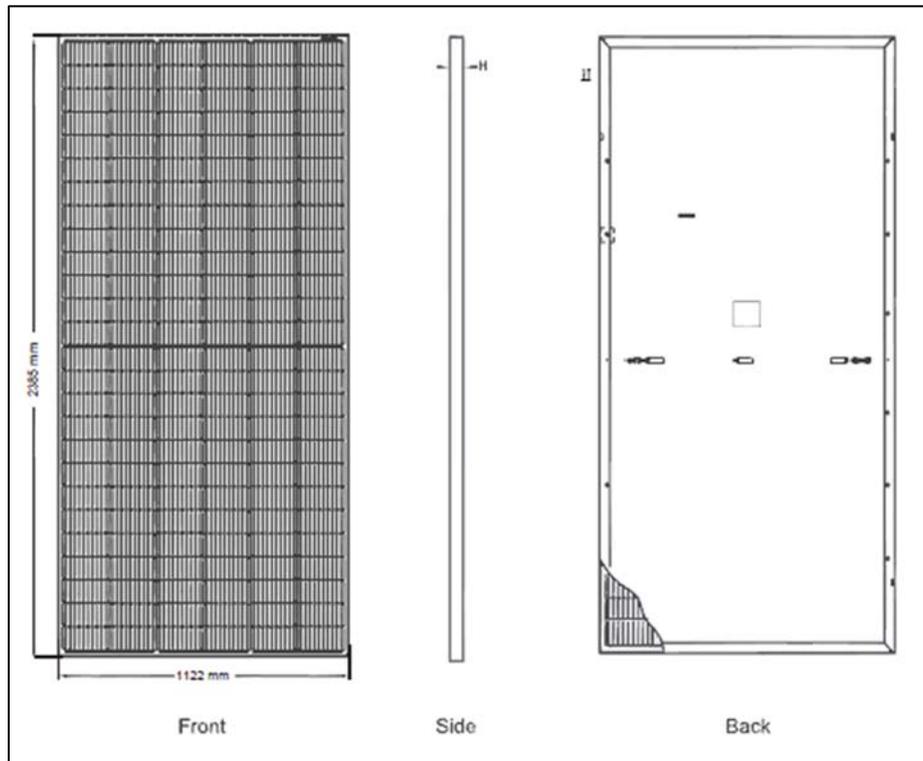
(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 496pcs/ 40'HQ Container

Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No.of cells	156 (2×78)
Dimensions	2385×1122×35mm (93.90×44.17×1.38 inch)
Weight	30.3 kg (66.8 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 290mm, (-): 145 mm or Customized Length

Caratteristiche meccaniche del modulo fotovoltaico



Caratteristiche dimensionali del modulo fotovoltaico

SPECIFICATIONS										
Module Type	JKM555M-7RL4-V		JKM560M-7RL4-V		JKM565M-7RL4-V		JKM570M-7RL4-V		JKM575M-7RL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	555Wp	413Wp	560Wp	417Wp	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.19V	40.55V	44.31V	40.63V	44.43V	40.72V	44.55V	40.80V	44.67V	40.89V
Maximum Power Current (Imp)	12.56A	10.18A	12.64A	10.25A	12.72A	10.32A	12.80A	10.39A	12.88A	10.46A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.80V	49.84V	52.90V	49.93V	53.00V	50.03V	53.10V	50.12V	53.20V	50.21V
Short-circuit Current (Isc)	13.42A	10.84A	13.50A	10.90A	13.58A	10.97A	13.66A	11.03A	13.74A	11.10A
Module Efficiency STC (%)	20.74%		20.93%		21.11%		21.30%		21.49%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

* STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5
 NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s
 * Power measurement tolerance: ± 3%

Caratteristiche elettriche del modulo fotovoltaico

5.2.3. Cabine Elettriche 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 Trasformazione* saranno a struttura monoblocco del tipo prefabbricato. Ciascuna sarà composta da n°2 vani atti a contenere le apparecchiature elettriche: il quadro generale in BT, il trasformatore elevatore di tensione BT/MT, 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 appena 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 100cm a seconda delle dimensioni della cabina. Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1m 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 n°14 Cabine di Campo (**CdC**) di ingombro massimo pari a **(L, H, p) 10,00 x 3,10 x 2,50 m**, dove troveranno alloggiamento gli armadi MT costituenti le celle di arrivo e partenza delle linee MT in configurazione entra-esce e di n°2 Cabine di Raccolta (**CdR FV**) di ingombro massimo pari a **(L, H, p) 20,00 x 3,10 x 2,50 m**.

5.2.4. Gruppi di conversione / trasformazione (shelter da 20')

L'energia prodotta dai moduli in bassa tensione, tramite la rete BT afferirà ai Quadri di Parallelo Stringa posizionati in prossimità delle strutture di sostegno dei moduli. Da questi poi verrà trasportata all'interno degli shelter per la conversione in corrente alternata e la trasformazione in Media Tensione a 30 kV.

Ciascun gruppo di conversione / trasformazione è costituito da:

- un Inverter centralizzato per la conversione della corrente proveniente dai Quadri di Parallelo Stringhe, da corrente continua a corrente alternata;

- un trasformatore MT/BT per l'innalzamento di tensione da 0,55 kV a 30 kV.

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



Come detto sono previsti:

- n° 21 inverter con massima potenza in uscita lato AC pari a 3.000 kVA, per una potenza nominale totale di 63.000 kVA;
- n° 4 inverter con massima potenza in uscita lato AC pari a 2.500 kVA, per una potenza nominale totale di 10.000 kVA;

per una potenza nominale complessiva pari a 73.000 kVA

5.2.5. Architettura elettrica del Sistema di Accumulo

Il sistema di accumulo dell'energia prodotta dall'Impianto (ampiamente descritto sotto gli aspetti generali nella Relazione Descrittiva e nei paragrafi precedenti), sarà costituito come detto dai seguenti elementi:

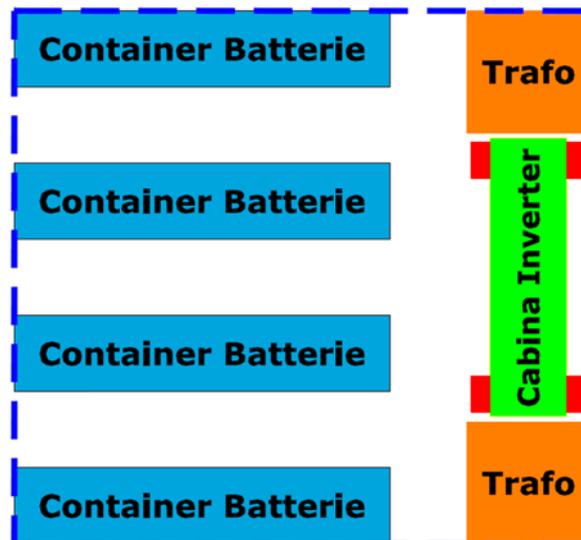
- 1) Container prefabbricati contenenti le batterie agli ioni di litio per l'accumulo dell'energia. Tale container avranno dimensioni pari a $(L \times h \times p) = 12,20 \times 2,59 \times 2,43 \text{ m}$, cioè le dimensioni standard di un container metallico da 40' (piedi);

- 2) Container prefabbricati contenti gli Inverter. Avrà dimensioni $(L \times h \times p) = 9,15 \times 3,10 \times 2,50 \text{ m}$, cioè le dimensioni standard di un container metallico da 20' (piedi);
- 3) I Trasformatori BT/MT.

Il suo dimensionamento è stato effettuato facendo riferimento ad un prodotto commerciale, costituito come detto, da Containers di batterie al *Litio-Ferro-Fosfato* (LiFePO_4), fornite in container direttamente in campo, con capacità di **5 MWh** e tempo di scarica / carica minimo di **2 h**.

Da un punto di vista elettrico, il Sistema di Accumulo sarà diviso in **12 moduli, ciascuno costituito da:**

- 4 Containers da 40' (12,2 m) contenenti le Batterie al *Litio-Ferro-Fosfato* (LiFePO_4) per l'accumulo dell'Energia prodotta;
- 1 Containers da 30' (9,15 m) contenente 4 Inverter c.c./c.a. da 2,50 MVA ciascuno. Pertanto il tempo minimo di carica/scarica sarà pari a 2 h;
- 2 Trasformatori BT/MT da 5 MVA ciascuno.



Schema Modulo Sistema di Accumulo

Le batterie contenute in ciascuno dei containers, hanno una capacità di **5 MWh**. Ogni modulo avrà pertanto capacità di **20 MWh**. Considerando quindi l'installazione di **12 moduli** come sopra descritti, la **potenza nominale complessiva del Sistema di Accumulo sarà pari a 120,00 MVA** equivalenti a **240 MWh**.

In sintesi l'energia erogata in MT a 30 kV confluirà in due Cabine di Raccolta (**CdR SdA**), ciascuna avente dimensioni pari a $(L, H, p) 15,00 \times 3,10 \times 2,50 \text{ m}$, ubicate nei pressi delle batterie di

accumulo e degli shelter contenti gli inverter; da qui poi sarà convogliata alla Cabina di Raccolta dell’Impianto Fotovoltaico (**CdR FV**), sempre all’interno dell’area di impianto.

Nella stessa **CdR FV**, confluirà, sempre in MT a 30 kV, l’energia prodotta dall’impianto fotovoltaico, che potrà essere utilizzata per la carica del sistema di accumulo o a sua volta direttamente convogliata verso la SSE Utente per la consegna alla RTN.

Di fatto sulla sbarra a 30 kV della **CdR FV**, avverrà lo scambio tra l’energia prodotta dall’impianto fotovoltaico e il Sistema di Accumulo (**SdA**), e si renderà possibile in tal modo “*accumulare*” l’energia prodotta dall’impianto fotovoltaico.

Dal momento, poi, che la **CdR FV** attraverso la *SSE Utente* sarà collegata alla RTN (*SE Terna “Porto Torres 1”*), sarà altresì possibile per il Sistema di Accumulo, prelevare direttamente energia dalla rete, in alcuni periodi o ore della giornata (quando abbiamo un surplus di produzione), e accumularla per poter essere utilizzata per fornire servizi di dispacciamento (bilanciamento, *peak shaving*, regolazione di tensione e frequenza).

Pertanto per quanto concerne il sistema di accumulo, il flusso di energia potrà essere **bidirezionale**: potrà essere infatti accumulata energia direttamente assorbita dalla Rete, per poi essere riversata nella Rete stessa nei momenti necessari (picchi di assorbimento, livellamento di frequenza).

Il sistema di accumulo è stato progettato facendo riferimento ad un prodotto commerciale, costituito da container di batterie a ioni di litio fornite in container direttamente in campo, **con capacità di 20 MWh e tempo di scarica / carica minimo di 2 h**.

Nella tabella di seguito si riporta il numero di container, l’energia totale erogabile in 2 ore e la potenza di accumulo.

Configurazione	Numero container da 5 MWh	Energia erogabile in 2 ore [MWh]	Potenza storage [MW]	Potenza nominale Storage [MVA]
Minima (producibilità minima giornaliera gennaio)	48	240	120	120

6. Fibra Ottica

L'Impianto Fotovoltaico sarà dotato di una rete dati in *Fibra Ottica* che verrà messa in opera all'interno del tubo in PEAD, posato all'interno dello scavo dei cavidotti MT di Vettoriamento per il collegamento alla Stazione Elettrica Utente. In particolare la fibra Ottica si svilupperà su due linee che collegheranno le due Cabine di Raccolta dell'Impianto Fotovoltaico (**CdR FV 1 e CdR FV2**) ubicate all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico, e la Sottostazione Elettrica Utente, dove si attesteranno ad un Quadro per il monitoraggio in Sala Controllo.

Le linee in F.O., che troveranno alloggiamento all'interno della trincea da realizzare per i due cavidotti di collegamento tra le CdR FV e la Sottostazione Utente, verranno realizzate secondo gli standard tecnici previsti dalle normative vigenti. In particolare i principali materiali utilizzati per la realizzazione delle linee di telecomunicazione in Fibra Ottica sono:

- mini cavo fibra ottica;
- mini tubo in polietilene ad alta densità (PEAD).

6.1. Cavi Fibra Ottica

Sarà utilizzato un *mini cavo* in Fibra Ottica idoneo per l'installazione all'interno di mini tubi in PEAD, con la tecnica del soffiaggio; il cavo sarà costituito da 24 fibre ottiche monomodali suddivise in due tubetti (12 x 2).

Di seguito si riportano le caratteristiche del mini cavo in Fibra ottica in accordo alle raccomandazioni della normativa internazionale (ITU-T G.652, tipo D9).

<u>Material Constituents</u>	
• Fiber core:	SiO ₂ doped with GeO ₂
• Fiber cladding:	pure SiO ₂
• Coating:	double layer UV-cured acrylate
• Design:	step index profile, matched cladding

<u>Optical Specifications</u>	
<i>Attenuation Coefficient (cabled fibers)</i>	
at 1310 nm	≤ 0.37 dB/km
at 1550 nm	≤ 0.24 dB/km
at 1383 ± 3 nm	≤ 0.37 dB/km
<i>Cable cut-off Wavelength λ_{ccf}</i>	≥ 1260 nm
<i>Mode Field Diameter (Petermann II Definition)</i>	
at 1310 nm	9.2 ± 0.4 μm
<i>Chromatic Dispersion</i>	
at 1285 nm to 1330 nm	≤ 3.5 ps/(nm*km)
at 1550 nm	≤ 18 ps/(nm*km)
<i>Zero Dispersion Wavelength λ₀</i>	1310 nm to 1324 nm
<i>Zero Dispersion Slope S₀</i>	≤ 0.092 ps/(nm ² *km)
<i>Polarization Mode Dispersion coefficient PMD</i>	
<i>Link Design Value</i>	≤ 0.06 ps/√km *
<i>Cabled fibers</i>	≤ 0.2 ps/√km **

<u>Geometrical Specifications</u>	
• Cladding Diameter	125.0 ± 1.0 μm
• Core/Cladding Concentricity Error	≤ 0.5 μm
• Cladding Non-Circularity	≤ 1.0 %
• Coating Diameter	245 ± 5 μm

<u>Mechanical Specifications</u>	
• All fibers are proof tested over the whole length to a level of 100 kpsi or 0.7 GN/m ² or 1% elongation.	
• Coating Stripping Force (mechanically strippable) 1.0 ÷ 8.9 N	

* This value is guaranteed by the fiber manufacturer. Complies with IEC 60794-3:2000, Method 1, March 2000.
** PMD on cabled fibers is tested on a sampling plane basis, sufficient to assure that the product respects the stated characteristics.

Per quanto attiene alle caratteristiche meccaniche le principali sono le seguenti.

- Massima resistenza alla trazione: 1.000 N
- Minimo raggio di curvatura: 130 mm
- Temperatura di esercizio: -30°C – 60°C

La luce generata dal Led o dal Laser che attraversa una fibra ottica risente delle irregolarità e imperfezioni del supporto che diventano potenziali fonti di perdita segnale con conseguente

decadimento delle performance. La criticità è comprensibile se pensiamo che le dimensioni del “capello” sono 250 micron e mentre è di 50 o 9 micron il core attraversato dalla luce. È evidente pertanto l'importanza delle operazioni di giunzione e di inserimento del connettore alla terminazione del cavo. Nell'opera in esame è previsto che la giunzione avvenga a fusione (giunzione a caldo) da effettuare con apposita macchina giuntatrice, che permette di allineare con precisione due segmenti di fibra ottica di uguale tipologia le cui estremità vengono fuse e quindi saldate insieme usando un arco elettrico. La giuntatrice permette di verificare anche il corretto funzionamento dei giunti, che permettono la trasmissione della luce da una fibra all'altra con una perdita molto basse (tipicamente non superiore a 0,1 dB).

6.2. Mini tubi in polietilene ad alta densità per posa cavi fibra ottica

I minitubi per la posa dei minicavi in fibra ottica sono ottenuti per estrusione di polietilene ad alta densità (HDPE o PEAD in italiano), e risultano idonei per la posa con la tecnica del “blowing” (soffiaggio ad aria compressa). Essi possono essere utilizzati sia singolarmente (come nel nostro caso) che in configurazione multipla (“Strutture” di minitubi) per facilitarne la posa simultanea.

È prevista la posa di un minitubo con diametro interno di 12 mm e spessore 2 mm, diametro esterno 16 mm idoneo per la posa di minicavi fino a 144 o 288 fibre ottiche, posato direttamente in trincea, o all'interno di tubazioni in PVC flessibili più grandi in corrispondenza delle TOC. Per facilitare la posa di pezzature lunghe l'attrito con il minicavo viene minimizzato tramite idonee rigature sulla superficie interna (a diretto contatto con il cavo).

Saranno utilizzati mini tubi di colore verde o blu per facilitarne l'identificazione all'interno della trincea, nella quale sono posati anche i cavi MT di colore rosso. I minitubi sono marchiati tipicamente con i seguenti dati:

- Identificazione del fabbricante
- Caratteristiche della struttura
- Materia prima
- Tracciabilità linea data
- Metratura progressiva

Il trasporto e la posa dei minitubi dovrà avvenire con temperature esterne comprese fra i -10°C e +50°C: al di sotto dei -10°C il materiale diviene fragile aumentando il rischio di rottura sotto sforzo (trazione e impatto).

Durante la posa la parete interna dei minitubi sarà mantenuta pulita ed asciutta allo scopo di evitare contaminazioni che potrebbero provocare un incremento del coefficiente di attrito minitubo / minicavo con conseguente riduzione della distanza di posa del minicavo stesso.

I minitubi sono giuntati tra loro tramite appositi elementi di giunzione a tenuta di pressione, rimovibili ed eventualmente riutilizzabili con resistenza tipica alla trazione di 700 N.



Minitubi in PEAD per posa cavi fibra ottica



Elemento di giunzioni

7. Cavidotto esterno MT di Vettoriamento

La linea interrata MT a 30 kV sarà realizzata per connettere l'impianto fotovoltaico ed il Sistema di Accumulo (dalla CdS FV) alla nuova Sottostazione Elettrica Utente 30/150 kV, in prossimità della SE TERNA 150/380 kV "Porto Torres". Il cavidotto sarà costituito da due distinti scavi che viaggeranno separatamente sino all'ingresso della Zona Industriale, punto in cui si uniranno e quindi le 6 terne di cavi da 630 mm² saranno posate nello stesso scavo. In particolare:

- Cavidotto esterno MT (Ovest): larghezza 0,60 m, profondità 1,20 m
 - su terreno vegetale: 1.355 m;
 - su strada sterrata: 590 m;
 - su strada asfaltata: 100 m;
- Cavidotto esterno MT (Est): larghezza 0,60 m, profondità 1,20 m
 - su terreno vegetale: 1.355 m;
 - su strada sterrata: 590 m;
 - su strada asfaltata: 100 m;
- Cavidotto esterno MT (parte in comune): larghezza 0,70 m, profondità 1,50 m
 - su terreno vegetale: 785 m;
 - su strada sterrata: 165 m;
 - su strada asfaltata: 510 m;

La linea interrata MT sarà costituita come detto da: 2 terne di cavi Air-Bag da 630 mm² per il Cavidotto Ovest e 4 terne di cavi Air-Bag da 630 mm² per il Cavidotto Est, sufficienti per trasportare sia la massima energia erogabile dall'Impianto Fotovoltaico quindi 73 MW e dal Sistema di Accumulo quindi 120 MW.

7.1. Esecuzione di scavo con tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

Già in fase di progetto è stata condotta una analisi preliminare del sito con lo scopo di definire i tratti in cui avverranno gli attraversamenti in TOC in relazione alla presenza di interferenze con altri sotto servizi e interferenze in genere. **Ad ogni modo sarà cura della ditta che realizzerà l'opera effettuare ulteriori indagini presso tutti enti che potrebbero essere proprietari di sotto servizi interferenti (Consorzi di Bonifica, ENEL, Telecom, Società Telefoniche, Società del Gas, Enti proprietari dell'Acquedotto), ovvero verificare la presenza di particolari inetrferenze.**

Nello specifico i due tratti di cavidotto, quello Est e quello Ovest, interferiscono rispettivamente con

- un corso d'acqua minore ed il più importante Riu Mannu;
- la SP42.

La posa con la tecnica **TOC** (*Trivellazione Orizzontale Controllata*) sarà eseguita con apposito macchinario perforatore e apparecchiature di guida e controllo, seguendo il tracciato planimetrico e le quote di progetto. La **TOC** sarà realizzata con la tecnica denominata *Dry Directional Drilling*, ovvero con l'uso di perforatrici che utilizzano come fluido di perforazione l'aria compressa a bassa pressione che permette la circolazione del detrito, il raffreddamento e la contemporanea alimentazione degli utensili di fondo foro. Effettuato il foro pilota l'alesaggio potrà essere eseguito anche più volte fino al raggiungimento del diametro del foro previsto. Il pull-back (tiro) sarà effettuato su tubazioni (diametro 225 mm a seconda della sezione dei cavi). In tal modo si costituiranno delle vie cavo realizzate con tubazioni in pvc flessibile serie pesante (750 N di resistenza allo schiacciamento).

L'angolo "di attacco" per la realizzazione del foro pilota, dipenderà dal franco massimo da raggiungere dalla interferenza da sottopassare.

Trattandosi di una tecnica "a secco" non saranno utilizzati fanghi di perforazione con bentonite, con i conseguenti problemi di trasporto a rifiuto.

La perforazione con tecnica TOC prevede preliminarmente la realizzazione di vasche di perforazione (nel punto di partenza e nel punto di arrivo) che avranno lunghezza di 2,5 m, larghezza di 2 m e profondità variabile compresa tra 1,0-1,5 m. Le modalità di scavo delle vasche sarà del tutto analoga a quella seguita per le trincee di cavidotto. Qualora nella realizzazione della vasca si dovesse trovare del materiale incoerente dovrà essere messa opportunamente in sicurezza, con apposite sbadacchiature.

Lo scavo delle vasche sarà realizzato con mezzi meccanici (escavatori). Qualora lo scavo interessi strade asfaltate sarà effettuato preliminarmente il taglio delle sede stradale, ed il materiale bituminoso risultante sarà trasportato a rifiuto. Il restante materiale proveniente dallo scavo sarà momentaneamente accantonato possibilmente a margine dello scavo stesso, e comunque nell'ambito dell'area di cantiere, quindi terminata la posa dei cavi riutilizzato per il rinterro nello stesso sito.

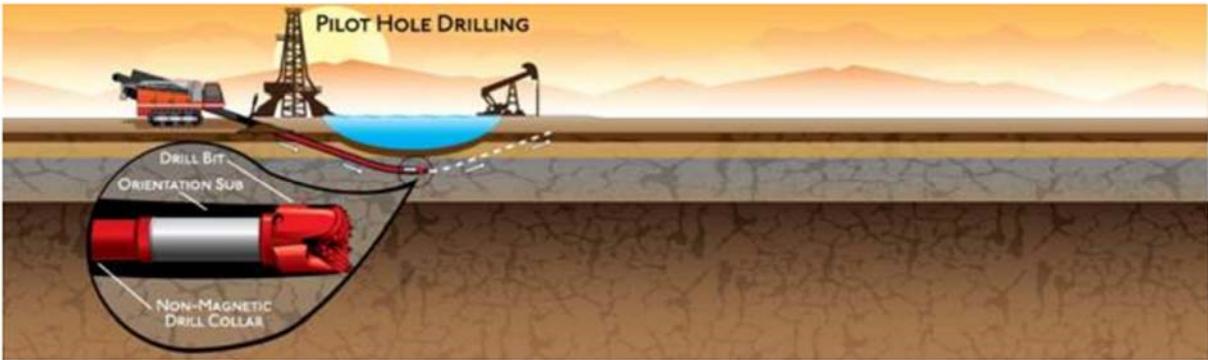


Fig. A - Realizzazione foro pilota



Fig. B - Alesatura

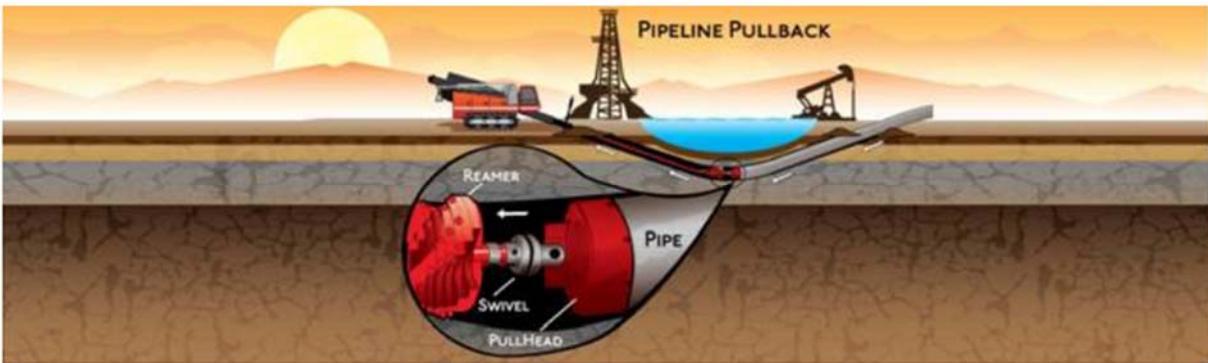


Fig. C - Tiro e posa della tubazione

8. Sottostazione Elettrica Utente (SSE)

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico ed immagazzinata nel Sistema di Accumulo, viene raccolta come detto nella **CdR FV** e convogliata verso la Stazione Elettrica Utente (tramite due linee MT a 30 kV in cavo); nella SSE viene effettuata la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna dell'energia. La SSE sarà ubicata in prossimità della Stazione Elettrica Terna 380/150 kV "Porto Torres 1".

La Sottostazione sarà costituita da:

- Un edificio servizi;
- 2 stalli AT;
- Un sistema di sbarre AT che sarà realizzato in modo tale da permettere il collegamento (allo stesso stallo della SE TERNA "Porto Torres 1") di altri utenti attivi (produttori). Più precisamente, le sbarre saranno a servizio dell'Impianto Fotovoltaico in progetto e del Sistema di Accumulo ad esso annesso, e di altri Impianti oggetto di altra progettazione.

L'area in cui sorgeranno i due stalli detti e l'edificio a servizio dell'Impianto Fotovoltaico in progetto, si prevede che occupi complessivamente una superficie di 5.000 m² circa.

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
- i trasformatori MT/AT – 30/150 kV
- le apparecchiature AT di protezione e controllo.

8.1. Quadro MT

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

- interruttori Linee da 1 a 6 – provenienti dalle due CdR FV (Ovest ed Est) quindi impianto fotovoltaico + Sistema di Accumulo;
- protezione trasformatore ausiliari;
- interruttore generale;
- sezionatore;
- arrivi linea dai due Trasformatori 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.

8.2. Trasformatori 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 63 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico ($150 \pm 10 \times 1,25\%$), 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.

8.3. 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 sovra tensione – n. 3
2. Interruttore tripolare con in SF6 Trasformatori di corrente integrato – n. 3
3. Sezionatore a doppia apertura con lame di terra
4. Sbarre AT a 150 kV;
5. Trasformatori di tensione induttivi (TVI) sotto le Sbarre AT – n. 3

Ciascuno dei due Stalli sarà poi collegato al sistema di Sbarre AT a sua volta collegato allo Stallo di consegna all'interno della SE Terna "Porto Torres 1", nodo della RTN su cui avverrà la cessione dell'energia, mediante un cavo AT.

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

8.4. Quadro BT

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente alternata sarà prevista una fonte interna derivata direttamente dal quadro MT di sottostazione ed il gruppo elettrogeno di emergenza in grado di alimentare tutte le utenze della sottostazione.

8.4.1. Trasformatore MT/BT

L'alimentazione dal quadro MT avverrà per il tramite di trasformatore di distribuzione trifase / formatore di neutro, isolato in olio, tipo ermetico senza conservatore, installato all'interno del locale MT, con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale avvolgimento secondario kVA100
- Corrente di neutro 500 A
- Ciclo di carico 4% continuo / 100% x 1 sec.

- Rapporto di trasformazione 30 ± 2x2,5% / 0,400kV
- Livelli di isolamento I° 36 / 70 / 170kV
- Livelli di isolamento II° 1,1/ 3 / -kV
- Collegamento Zig-Zag / Stella con neutro
- Gruppo vettoriale ZNn11
- Raffreddamento ONAN

8.4.2. Quadro BT corrente alternata

Sarà previsto un armadio dedicato opportunamente dimensionato, prevedendo gli adattamenti necessari alle effettive esigenze di impianto, con struttura auto-portante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione nominale: 1.000 V
- Tensione esercizio: 400/230 V
- Corrente nominale: 160 A
- Corrente corto circuito: 10 kA
- Grado di protezione: IP30

ed indicativamente sarà composto da:

- n. 1 interruttore 4x160 A di arrivo dal trasformatore di distribuzione, scatolato, protezione magneto-termica, contatti ausiliari segnalazione scatto; equipaggiato con un gruppo misura costituito da voltmetro e amperometro
- n. 1 interruttore 4x100 A di arrivo dal gruppo elettrogeno GE, scatolato, protezione magneto-termica, contatti ausiliari segnalazione scatto; l'interruttore sarà interbloccato con l'interruttore di arrivo del trasformatore di distribuzione
- interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magneto-termica, contatto ausiliario di segnalazione posizione; alcuni interruttori saranno previsti con blocco differenziale 300 mA
- n. 1 relè di minima tensione
- n. 1 contatore statico multifunzione tipo FRER o equivalente classe 0,5, ad uso UTF, completo di :
 - Morsettiera di prova
 - Morsettiera di appoggio

- Certificazione di verifica / taratura fiscale UTF

8.5. Sistema di distribuzione corrente continua

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua sarà previsto un sistema di distribuzione costituito da:

- n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami
- n. 1 inverter con by-pass completo di distribuzione 230 V CA (utenze privilegiate)
- n. 1 batteria di accumulatori al piombo tipo ermetico
- n. 1 quadro di distribuzione 110 V CC

8.5.1. Caratteristiche raddrizzatore

Raddrizzatore di corrente trifase/caricabatteria a due rami adatto per l'alimentazione stabilizzata delle utenze a 110 V CC ed alla contemporanea carica di una batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico.

Caratteristiche principali

- Tensione nominale: trifase 400 V \pm 10% – 50 Hz \pm 5%
- Tensione nominale di uscita: 110 V CC (\pm 1% in presenza di rete)

Ramo Batteria (tecnologia Chopper)

- Corrente di ricarica batteria: 15 A
- Ripple: < 1%
- Funzionamento: Automatico, curva carica "IU" DIN 41773
- Stabilizzazione statica: \pm 0,5%

Ramo Servizi (tecnologia SCR)

- Erogazione continua ai carichi: 30 A
- Ripple: < 1%
- Stabilizzazione statica: \pm 0,5%

Componenti principali

- n. 1 Interruttore di rete generale automatico
- n. 2 Sezionatori a fusibile ingresso rami
- n. 1 Trasformatore trifase ingresso Ramo Servizi
- n. 1 Trasformatore monofase ingresso Ramo batteria
- n. 1 Convertitore AC/DC in tecnologia Chopper per Ramo Batteria
- n. 1 Ponte SCR total - controllato per Ramo Servizi

Strumentazione

- n. 1 Voltmetro/Amperometro digitale (3 cifre e 1/2) di Batteria
- n. 1 Voltmetro/Amperometro digitale (3 cifre e 1/2) di Uscita Impianto

Segnalazioni

Pannello sinottico completo dei seguenti leds per la segnalazione di :

- Ramo Batteria:

Rete regolare; In servizio; Minima tensione batteria; Avaria; Batteria in scarica.

- Ramo Impianto:

Rete regolare; In servizio; Tensione CC bassa; Avaria; Polo +/- a terra; Interruttori aperti.

- Pulsante Prova Led
- Contatti flottanti su scheda interfaccia allarmi per le seguenti segnalazioni di allarme:

Mancanza rete; Avaria; Minima tensione batteria; Polo +/- a terra.

8.5.2. Inverter

Inverter con tecnologia IGBT avente uscita in onda sinusoidale adatto all'alimentazione di carichi privilegiati inc.a. L'inverter avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tensione nominale di ingresso: 110 V CC
- Range tensione di ingresso: min. 1,75 V/el. max. 2,4 V/el.

- Tensione di uscita monofase: 230 V – 50 Hz \pm 1%
- Frequenza di uscita: 50Hz +/-0,01%
- Distorsione armonica: 3%
- Forma d'onda: Sinusoidale
- Potenza nominale: 3.000 VA

Sorvegliatore d'isolamento

- Interruttore automatico di ingresso con dispositivo di precarica
- Interruttore automatico uscita
- Interruttore automatico rete soccorso

Segnalazioni

- Contatti flottanti in morsettiera per le seguenti segnalazioni e comandi:
- Minima tensione ingresso c.c.; Tele-accensione e Tele-spegnimento; Avaria.

8.5.3. Commutatore statico

È previsto un commutatore statico in grado di gestire due alimentazioni, una proveniente da inverter e l'altra dalla rete di soccorso (può essere anche un altro inverter). In condizioni normali il carico viene alimentato da inverter, in caso di avaria il commutatore scambia istantaneamente il carico sulla rete di soccorso. Il ripristino delle condizioni normali avviene automaticamente. Il commutatore è di tipo statico, il tempo di commutazione non è superiore a 2 ms.

8.5.4. Distribuzione 230 V CA per alimentazione utenze privilegiate

Per l'alimentazione delle utenze privilegiate 230 V – 50Hz saranno previsti sul fronte quadro dell'armadio raddrizzatore/inverter un numero idoneo di interruttori modulari automatici. La distribuzione è riportata in morsettiera per il collegamento delle utenze. Gli interruttori sono completi di contatto ausiliario per indicazione di intervento, anch'esso, riportato cumulativo in morsettiera.

8.5.5. Quadro distribuzione C.C.

Sarà previsto un armadio dedicato opportunamente dimensionato, prevedendo gli adattamenti necessari alle effettive esigenze di impianto, nella configurazione massima, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione esercizio: 110 V CC + - 10%
- Corrente nominale: 100 A
- Corrente c.to c.to: 10 KA
- Forma: 2
- Grado protezione: IP30

e indicativamente sarà composto da:

- arrivo con sezionatore sottocarico 2x100 A
- relè minima tensione
- relè polo a terra
- voltmetro e amperometro
- interruttori modulari bipolari
- protezione magnetotermica
- contatto ausiliario segnalazione posizione.

8.5.6. Batteria

Batteria di accumulatori ermetici in lega piombo-calicio-stagno con le seguenti caratteristiche principali :

- Capacità nominale: 100 Ah / 10h
- Tensione nominale totale: 108 V CC
- Tensione fine scarica: 99 V CC
- Vita attesa: 12 anni
- Temperatura elettrolito di progetto: 20-25 °C
- Installazione: armadio

8.6. Gruppo elettrogeno

I servizi ausiliari di stazione saranno alimentati solo dalla rete a 150 kV, per il tramite di trasformazioni AT/MT e MT/BT, e sarà presente un gruppo elettrogeno di emergenza da 25 kVA. La commutazione rete gruppo avverrà in automatico in modo che nessun parallelo con la Rete possa verificarsi.

Il gruppo elettrogeno di emergenza sarà destinato ad alimentare le utenze BT nel caso di mancata tensione del trasformatore di distribuzione dei servizi ausiliari e sarà posizionato all'interno dell'edificio di stazione in apposito locale dedicato. Avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Potenza nominale in servizio continuo 20,0 kVA – 16,0 kW
- Potenza nominale in servizio intermittente 22,0 kVA – 17,6 kW
- Tensione nominale 400/230 V
- Frequenza 50 Hz
- Velocità di rotazione 1.500 giri/min
- Motore termico diesel
- Raffreddamento acqua
- Regolatore di velocità meccanico
- Alternatore di primaria marca
- Regolatore di tensione A.V.R. elettronico
- Grado di protezione IP 23

Il gruppo elettrogeno sarà dotato di:

- serbatoio combustibile di 50 litri, secondo circolare 31 MI.SA 78 (11), completo di indicatore di livello carburante a quadrante e di sensore di allarme min/max livello e avviamento arresto elettropompa carburante.
- quadro elettrico di comando e controllo per il funzionamento in automatico che, al mancare della tensione di rete, anche su una sola fase, inizia il ciclo di avviamento automatico, con un breve ritardo, per evitare partenze in caso di microinterruzioni della rete. Appena il gruppo ha raggiunto le condizioni nominali, dopo circa 10 secondi dalla mancanza della tensione di rete, viene abilitata l'inserzione del gruppo sull'utenza. Al rientro della tensione

di rete, dopo un tempo opportuno, viene disinserito il gruppo dall'utenza e ripristinata l'alimentazione della rete. Dopo un tempo adeguato, necessario per il raffreddamento del motore, viene comandato l'arresto automatico del gruppo.

- Interruttore magnetotermico quadripolare per la protezione del generatore contro i corto circuiti, in esecuzione fissa, comando manuale.
- relè di protezione differenziale contro i contatti indiretti.
- carenatura insonorizzata in lamiera di acciaio zincato per il contenimento del gruppo elettrogeno, completa di sportelli apribili per la manutenzione e oblò lato quadro comando e controllo.
- marmitta con apposito condotto per evacuazione all'esterno dei fumi di combustione.
- silenziatore gas di scarico tipo residenziale e pulsante arresto di emergenza integrati nella sagoma della carenatura.

8.7. 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 50/70 mm², 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).

9. Cavidotto esterno AT di collegamento alla SE Terna “Porto Torres 1”

Come detto, è previsto che la centrale fotovoltaica venga allacciata alla rete di Distribuzione tramite una Sottostazione Elettrica Utente (150/30 kV) di trasformazione e consegna, da realizzare contestualmente, a sua volta è collegata alla Stazione Elettrica SE di Terna (380/150 kV) “Porto Torres” che dista circa 600 m ad Ovest dell’area della Sottostazione Elettrica Utente.

Il cavo AT avrà le seguenti caratteristiche principali:

- Conduttore: Alluminio
- Isolamento: XLPE
- Guaina: Alluminio termo fuso
- Diametro conduttore 48,9 mmq
- Sezione del conduttore: 1600 mm²
- Spessore del semiconduttore interno: 2 mm
- Spessore medio isolante: 15,8 mm
- Spessore del semiconduttore esterno: 1,3 mm
- Spessore guaina metallica (circa): 0,6 mm
- Spessore guaina: 4 mm
- Diametro esterno nominale: 100 mm
- Sezione schermo: 180 mm²
- Peso approssimativo: 10 kg/m
- Massima tensione di funzionamento: 170 kV
- Messa a terra degli schermi – posa a trifoglio o posa in piano: assenza di circolazioni
- Portata di corrente posa a trifoglio, cavi interrati a 30°C: 970
- Portata di corrente posa in piano, cavi interrati a 30°C: 1050 A
- Massima elettrica del conduttore a 20° C in c.c.: 0,019° hm/km
- Capacità nominale: 0,3 microF/km
- Corrente ammissibile di cortocircuito: 20 kA
- Tensione operativa 150 kV

La terna di cavi sarà posata all’interno di una trincea avente profondità di 1,5 m. I cavi saranno posati su letto di sabbia e completamente annegati essi stessi nella sabbia.

- Cavidotto esterno AT:
 - Lunghezza: 600 m;

- Larghezza: 0,70 m;
- Profondità. 1,50 m;

Data la brevità del percorso non sono previsti giunti intermedi.

I terminali saranno realizzati con schermi messi a terra da entrambi i lati (SSE e SE Terna).