Regione Sardegna

Provincia del Sud Sardegna

Comune di Villacidro

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO "VILLACIDRO ZONA PRODUTTIVA" DI 24,9MW SITO NEL COMUNE DI VILLACIDRO (SU) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE


PROGETTISTI INCARICATI:

Ing. Luca Monsorno

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PADOVA
LUCA MONSORNO
INGEGNERE
Sez. A - n° 5962
SETTORI: CIVILE e AMB. - INDUSTR. - dell'INFORMAZ.

Ing. Alberto Voltolina

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PADOVA
ALBERTO VOLTOLINA
INGEGNERE
Sez. A - n° 4364
SETTORI: CIVILE e AMBIENTALE


Scala

Formato

A4

Titolo elaborato:

Studio di impatto ambientale (S.I.A.)
Quadro progettuale

CODICE ELABORATO

| PROGETTO | CLASSE | TIPO | PROG. |
|---|---|---|---|
| 0042 | PAUR07 | R | 02 |

ALTRI TECNICI COINVOLTI

Dott.ssa Archeol. Ilaria Frontori
Arch. Maurizio Cossar
Dott. Geol. Alberto Velicogna

| Rev. | Data | Descrizione | Redige | Verifica | Approva |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 03/24 | Prima emissione | GM | GM | AV |
| 01 | 10/26 | Seconda emissione | GM | GM | AV |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |
| 05 | | | | | |
| 06 | | | | | |

GESTORE RETE ELETTRICA

Terna Driving Energy

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:


OPR SUN 8 SRL
Via Ceresio, 7 - 20154 Milano
PEC: oprsun8@pec.it
P.iva 12294560961

# INDICE

1 QUADRO PROGETTUALE 3
2 IMPIANTO FOTOVOLTAICO "VILLACIDRO ZONA PRODUTTIVA" 4
2.1 Descrizione degli aspetti tecnologici 5
2.1.1 Tracker 5
2.1.2 Moduli FTV 7
2.1.3 Gruppo di conversione CC/CA 8
2.1.4 Cabine di trasformazione (Skid) 9
2.1.5 Connessioni elettriche interne al campo 10
2.1.6 Cabina Utente e di consegna 11
2.1.7 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo 12
2.1.8 Opere civili e altri interventi minori 14
2.2 Calcolo della produzione fotovoltaica 17
2.3 Fase di cantiere ed altre indicazioni 20
2.3.1 Fase di cantiere e tempistiche 20
2.3.2 Fase di esercizio e di dismissione 22
2.4 Analisi delle alternative 24
2.4.1 Alternative di localizzazione 24
2.4.2 Alternative di processo 29
2.4.3 Alternative di progetto 30
2.4.4 Alternativa zero 35
3 OPERE COMUNI DI CONNESSIONE 36
3.1 Descrizione degli interventi previsti 36
3.1.1 Localizzazione ed interferenze 38
3.1.2 Nuova Stazione Elettrica di Guspini 44
3.1.3 Raccordi aerei 220 kV SE – Linea "Oristano-Sulcis" 45
3.1.4 Raccordo aereo 150 kV SE – Linea "Guspini-Pabillonis" 45
3.1.5 Raccordo aereo 150 kV Linea "Villacidro-Guspini" - SE 45
3.1.6 Nuovi elettrodotti aerei a 150 kV "CP Guspini" - SE 46
3.1.7 Ripotenziamento linea aerea 150 kV "Villacidro-Guspini" 46
3.1.8 Sostituzione tratto aereo con tratto in cavo dell'elettrodotto a 70 kV "CP Guspini – CP San Gavino Monreale" 47
3.1.9 Potenziamento CP Villacidro 47
3.2 Nuova SE Guspini 49
3.2.1 Impianto AT 50
3.2.2 Edificio comandi 51
3.2.3 Edificio servizi ausiliari 53
3.2.4 Cabine di consegna in MT 53
3.2.5 Accessi e delimitazioni 54
3.2.6 Viabilità interna ed aree a piazzale 55
3.2.7 Opere idrauliche per smaltimento acque reflue e meteoriche 56

3.2.8 Gruppo elettrogeno 57
3.2.9 Viabilità di accesso 57
3.2.10 Opere di mitigazione e mascheramento 58
3.3 Elettrodotti 59
3.3.1 Caratteristiche elettriche 59
3.3.2 Conduttori e corde di guardia 60
3.3.3 Sostegni 61
3.3.4 Fondazioni 63
3.3.5 Isolamento 64
3.3.6 Morsetteria ed armamenti 65
3.4 Potenziamento CP Villacidro 66
3.4.1 Disposizione elettromeccanica Ante e Post operam 66
3.4.2 Apparecchiature MT AT e componenti di stazione 67
3.4.3 Sostegni per le apparecchiature di stazione 67
3.4.4 Assetto di stazione - cavidotti - opere civili 68
3.4.5 Impianto di terra 69
3.5 Fase di cantiere ed altre indicazioni 70
3.5.1 Realizzazione della SE 70
3.5.2 Realizzazione della linea aerea 72
3.5.3 Tempistiche 73
3.5.4 Fase di esercizio e di dismissione 75
4 INDICE DELLE FIGURE 77
5 INDICE DELLE TABELLE 77

# 1 QUADRO PROGETTUALE

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, il Quadro Progettuale contiene:

- la descrizione delle principali caratteristiche dei processi produttivi, con l'indicazione della natura e della quantità dei materiali impiegati;
- la descrizione della tecnica prescelta e di quelle previste per prevenire le emissioni degli impianti o per ridurre l'utilizzo delle risorse naturali, confrontando le tecniche prescelte con le migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi;
- la descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto e delle esigenze di utilizzazione del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;
- la valutazione del tipo e della quantità dei residui e delle emissioni previste (quali inquinamento dell'acqua, dell'aria e del suolo, rumore, vibrazioni, luce, calore, radiazioni, ecc.) risultanti dalla realizzazione e dalle attività del progetto proposto;
- la descrizione delle principali soluzioni alternative possibili, inclusa l'alternativa zero, con indicazione dei motivi principali della scelta compiuta, tenendo conto dell'impatto sull'ambiente.

# 2 IMPIANTO FOTOVOLTAICO "VILLACIDRO ZONA PRODUTTIVA"

L'impianto in progetto è di tipo grid - connected e la modalità di connessione è in "Trifase in media tensione", con potenza complessiva pari a 24'045 kWp. L'impianto sorgerà nel Comune di Villacidro (SU), in area a destinazione industriale presso la Località Produttiva di Villacidro, e occuperà una superficie complessiva (area recintata) di circa 24,4 ha. L'area di intervento è nella disponibilità del Proponente in forza di un preliminare di acquisto firmato con gli attuali proprietari ed è catastalmente individuata al Foglio 209, mappali 20, 33, 34, 35, 36, 71, 74, 112, 148, 172, 180 e 204.

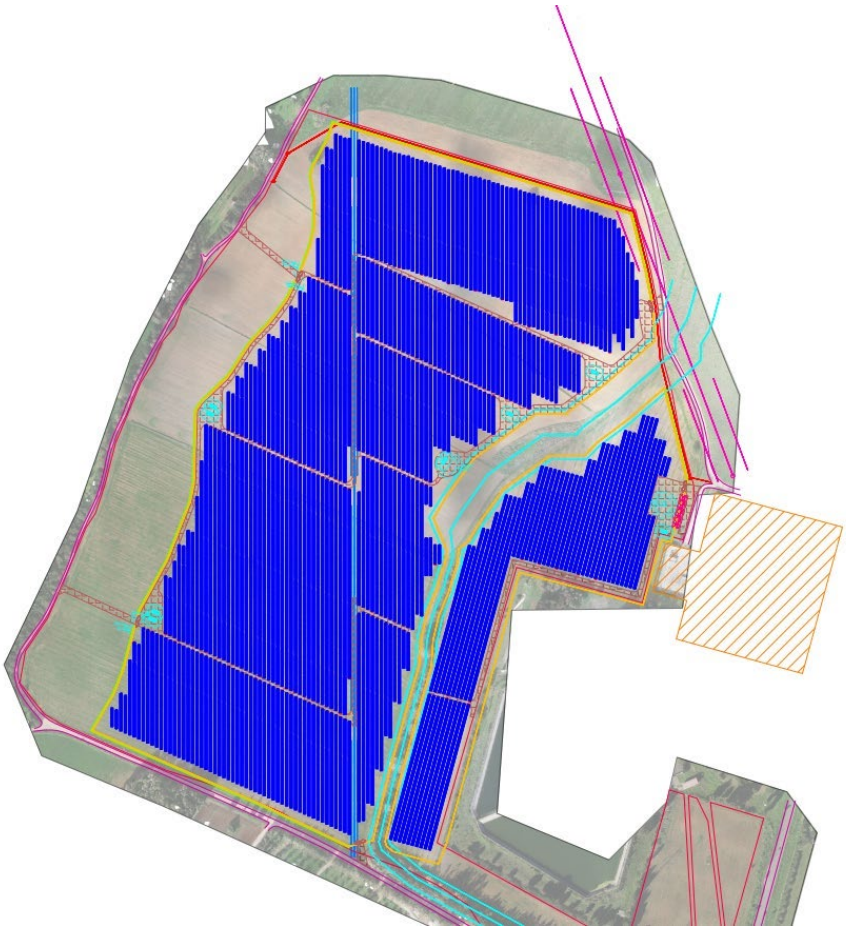


**Figura 1 Configurazione finale dell'impianto fotovoltaico**

Il generatore fotovoltaico, in particolare, sarà costituito da:

- Potenza nominale: 24’045 kWp;
- N. totale di pannelli FTV: 32’060 da 750 Wp;
- N. totale di stringhe: 1145
    - 288 tracker da 28 pannelli (=1 stringa)
    - 86 tracker da 14 pannelli (=0,5 stringhe)
    - 407 tracker da 56 pannelli (=2 stringhe)
- N. totale di inverter di campo: 72

L’impianto sarà connesso alla rete mediante un cavidotto interrato in MT, a servizio del singolo produttore, che collegherà le 4 cabine di consegna alla contermine Cabina Primaria “Villacidro”, oltre che mediante le opere comuni di connessione (potenziamento della CP Villacidro e opere sulla RTN) descritte al successivo capitolo 3, tutte facenti parte del presente procedimento autorizzativo.

Si procede in seguito ad illustrare le principali caratteristiche degli elementi progettuali, in riferimento alla specifica “*Relazione Tecnica*” (*0042-PAUR03-01R-01*) in allegato al progetto definitivo.

## *2.1 Descrizione degli aspetti tecnologici*

### *2.1.1 Tracker*

I moduli fotovoltaici saranno disposti su strutture metalliche rotanti monoassiali dette Tracker. Essi sono costituiti da travi metalliche (a sezione H o simili) direttamente infisse nel terreno (tramite macchine battipalo), che sorreggono una trave orizzontale, la quale, mediante un motore centrale, ruota – e con essa i pannelli FTV – da est verso ovest con angoli compresi tra ±60°.
Nel progetto in esame il pitch (la distanza tra le fila parallele di tracker, cioè l’interasse) è fissato a 4.5 m.
Le misure dei tracker, che saranno definite dal fornitore in fase esecutiva, sono le seguenti:

- travi di sostegno infisse ogni 6,65 m, poste in opera con semplice battitura ed infisse per una profondità di circa 2,5 m
- altezza asse orizzontale rispetto al suolo: 1,58 m
- altezza minima dei pannelli quando inclinati: 0,60 m
- altezza massima dei pannelli alla massima inclinazione: 2,68 m
- lunghezza dei tracker: 74,45 m per il tracker doppio da 56 moduli e 37,21 m per il tracker singolo da 28 moduli, con larghezza della vela pari a 2,38 m

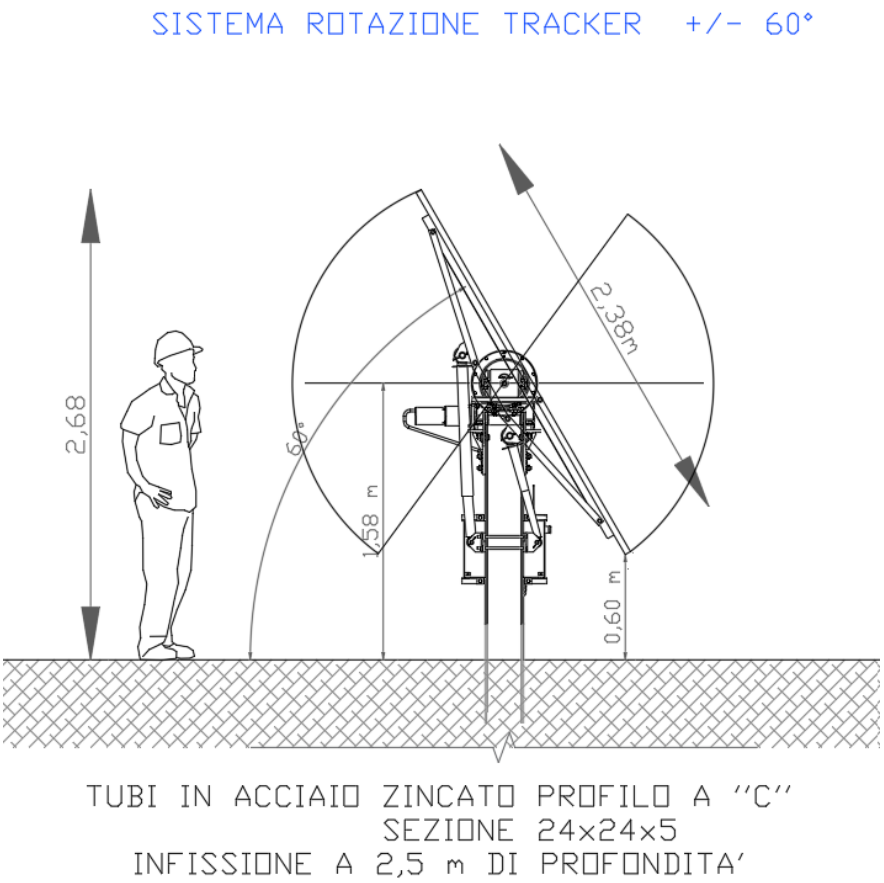



**Figura 2 Vista laterale del tracker**

I tracker scelti in questa fase della progettazione sono prodotti da SOLTIGUA SRL, ma variazioni di mercato potrebbero portare in fase esecutiva ad orientarsi su una scelta differente.

Considerando il pitch di 4.5 m e la larghezza del pannello di 2.384 m, come descritto al paragrafo successivo, si ottiene un Ground Cover Ratio (GCR) di impianto pari a:

$$GCR = \ 2.384/4.50 = 52\%$$

**Figura 3 Esempio di fissaggio delle strutture di supporto**

### *2.1.2 Moduli FTV*

Saranno installati moduli fotovoltaici bifacciali con potenza nominale pari a 750 W e di dimensioni pari a 2384 x 1303 x 33 mm (W x H x D).

Ciascun modulo è accompagnato da un data – sheet e da una targhetta apposta sopra il modulo fotovoltaico. Tale targa riporta le caratteristiche principali del modulo stesso secondo la Norma CEI EN 50380 e dovrà durare nel tempo, per cui dovrà resistere alla foto e termo-degradazione cui sarà soggetta.

I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da 32’060 moduli, scelti tra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato, costruiti da Tongwei (modello di riferimento TNC 2.0 TWMNF-66HD, N-type half-cell bifacciale). In sede di progettazione definitiva i prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare verso altre tipologie di pannelli.

### *2.1.3 Gruppo di conversione CC/CA*

La conversione C.C./C.A. avverrà tramite l’installazione di 72 inverter di stringa, modello Sungrow SG350HX o similari, con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri.

Gli inverter saranno dotati di un sistema di diagnostica interna, in grado di inibirne il funzionamento in caso di necessità, e di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC.

**Figura 4 Inverter SG320HX**

### *2.1.4 Cabine di trasformazione (Skid)*

La conversione della potenza avverrà mediante n. 8 strutture compatte containerizzate dette Skid, contenenti:

- quadri di parallelo cavi BT;
- trasformatore in olio;
- vasca di raccolta olio
- quadri di MT

L'impianto sarà dotato di 8 trasformatori in olio, uno di potenza nominale pari a 2600 kVA, uno di 3200 kVA e i restanti sei di 3000 kVA, alloggiati in apposite cabine containerizzate da 20" (o strutture simili, montate in loco, con identico ingombro). Ciascun container ha dimensioni esterne di circa 6,06 x 2,44 m e altezza di circa 2,90 m e sarà posato, sollevato di circa 50 cm rispetto al piano finito, su plinti in c.a. di sostegno, con sottostante vasca di raccolta olio in c.a.; il piazzale circostante sarà realizzato in misto granulare (o riciclato) con finitura superficiale in stabilizzato fine. Tali cabine saranno dotate anche di quadri di MT, quadri di BT, quadri per gli ausiliari, piccolo trasformatore BT/BT per l'alimentazione degli ausiliari e sistemi di protezione.

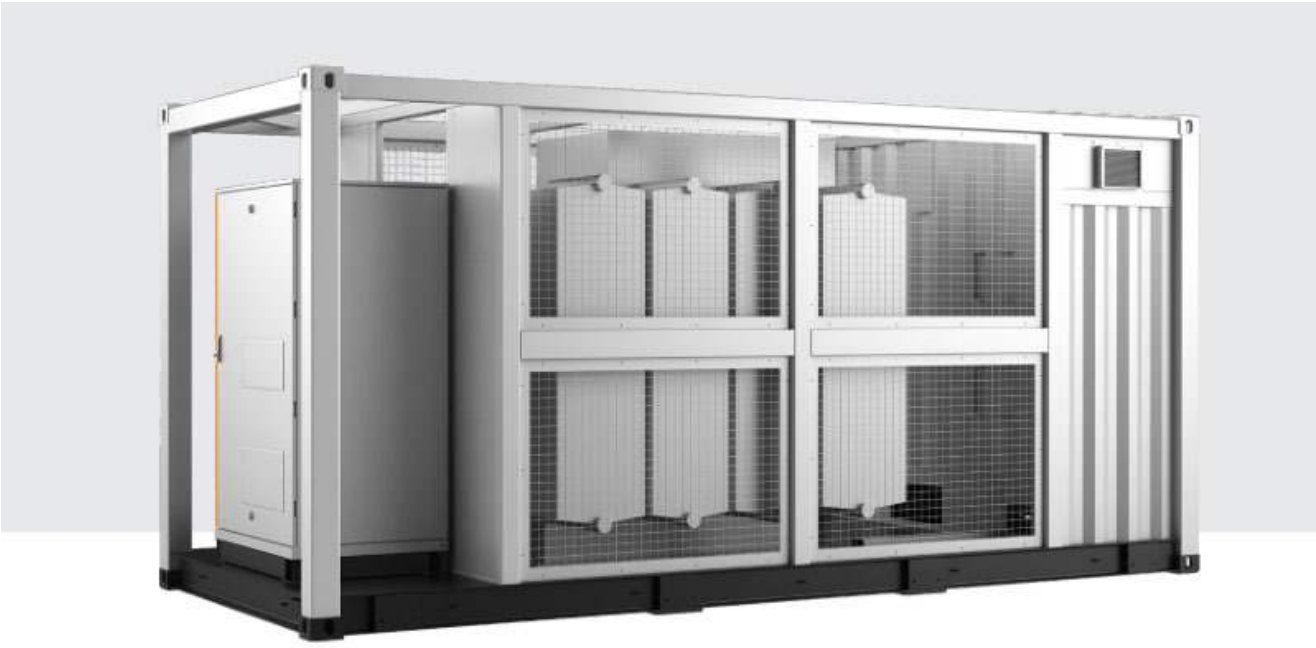


**Figura 5 Tipologia di trasformatore utilizzabile**

### *2.1.5 Connessioni elettriche interne al campo*

I moduli fotovoltaici sono connessi in serie a formare, elettricamente, stringhe da 28, tramite cavi solari di sezione 6-10mmq, che saranno fissati direttamente alle strutture metalliche dei tracker con fascette.

Tali stringhe saranno poi collegate agli inverter di stringa, dislocati in modo uniforme lungo tutto il campo fotovoltaico.

Da ogni inverter partirà una terna di cavi AC di sezione adeguata (circa 240 mmq) verso il quadro di raccolta nello skid.

I cavi AC di connessione degli inverter allo skid saranno posati direttamente interrati a circa 50cm di profondità rispetto al piano campagna.

Gli skid, invece, saranno collegati fra loro e alla cabina di raccolta tramite cavi MT di adeguata sezione ad una profondità di almeno 70cm e interrati in tubo di DPE.

In particolare, si è scelto di prevedere l'utilizzo di cavi ARE4H5EX 12/20 kV.

Si veda la tavola "0042-PAUR03-D04-01-cavidotti", per una miglior comprensione dello schema dei collegamenti elettrici e la risoluzione particolare dell'interferenze interne dei cavidotti con la condotta idrica interrata e il corpo idrico da preservare.

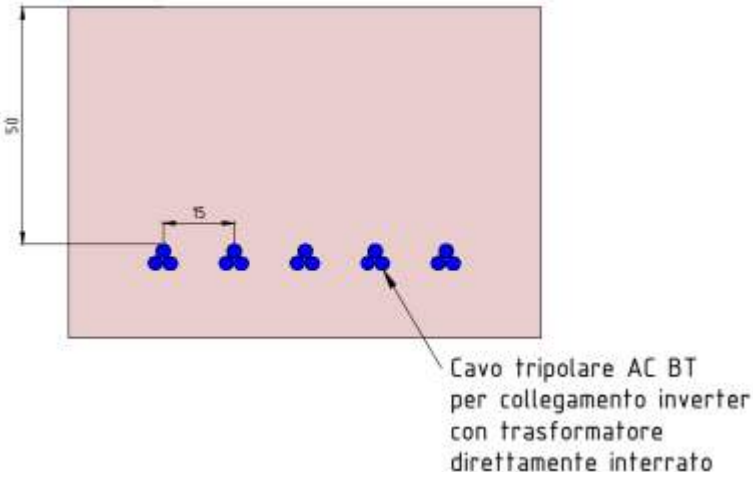



**Figura 6 Particolare di posa dei cavi AC inverter-skid**

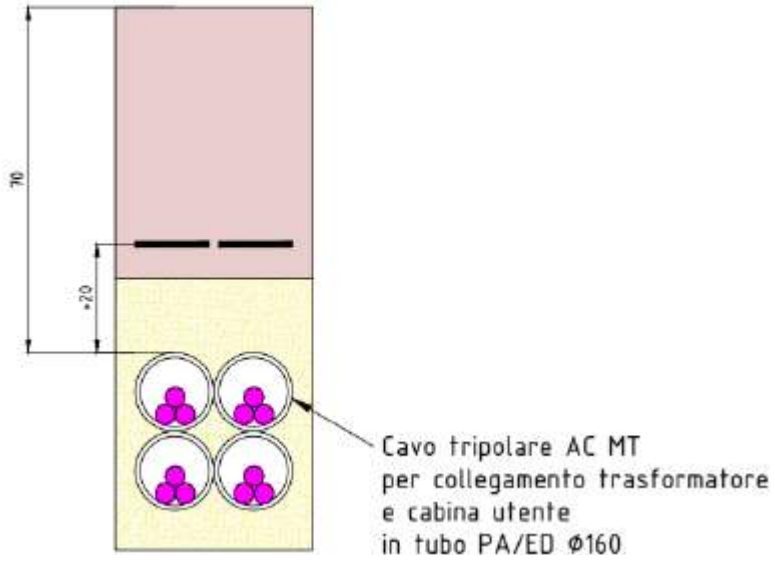



**Figura 7 Particolare di posa dei cavi AC 36 kV**

### *2.1.6 Cabina Utente e di consegna*

In prossimità dell'ingresso principale, saranno predisposte 4 cabine utente in cui saranno alloggiati:

- i quadri MT per la raccolta dell'energia prodotta, proveniente dai trasformatori di campo
- I quadri di BT per l'alimentazione degli ausiliari
- Lo SCADA di campo e i sistemi di controllo del sistema antiintrusione e di illuminazione

In prossimità di ogni cabina utente sarà disposta la rispettiva cabina di consegna, per un totale di 8 unità, tutte aventi ingombri esterni di 6,7x2,5 m. Tali cabine sono in c.a.v., prefabbricate e dotate di una vasca di fondazione e di passaggio cavi, da interrare in appoggio su una platea di sottofondazione in c.a. di circa 20cm. La vasca di fondazione ha un'altezza di circa 0,70 m. La copertura è costituita da un tetto a falda da montare in sito, composto da una struttura metallica inclinata e da un manto in coppo metallico.

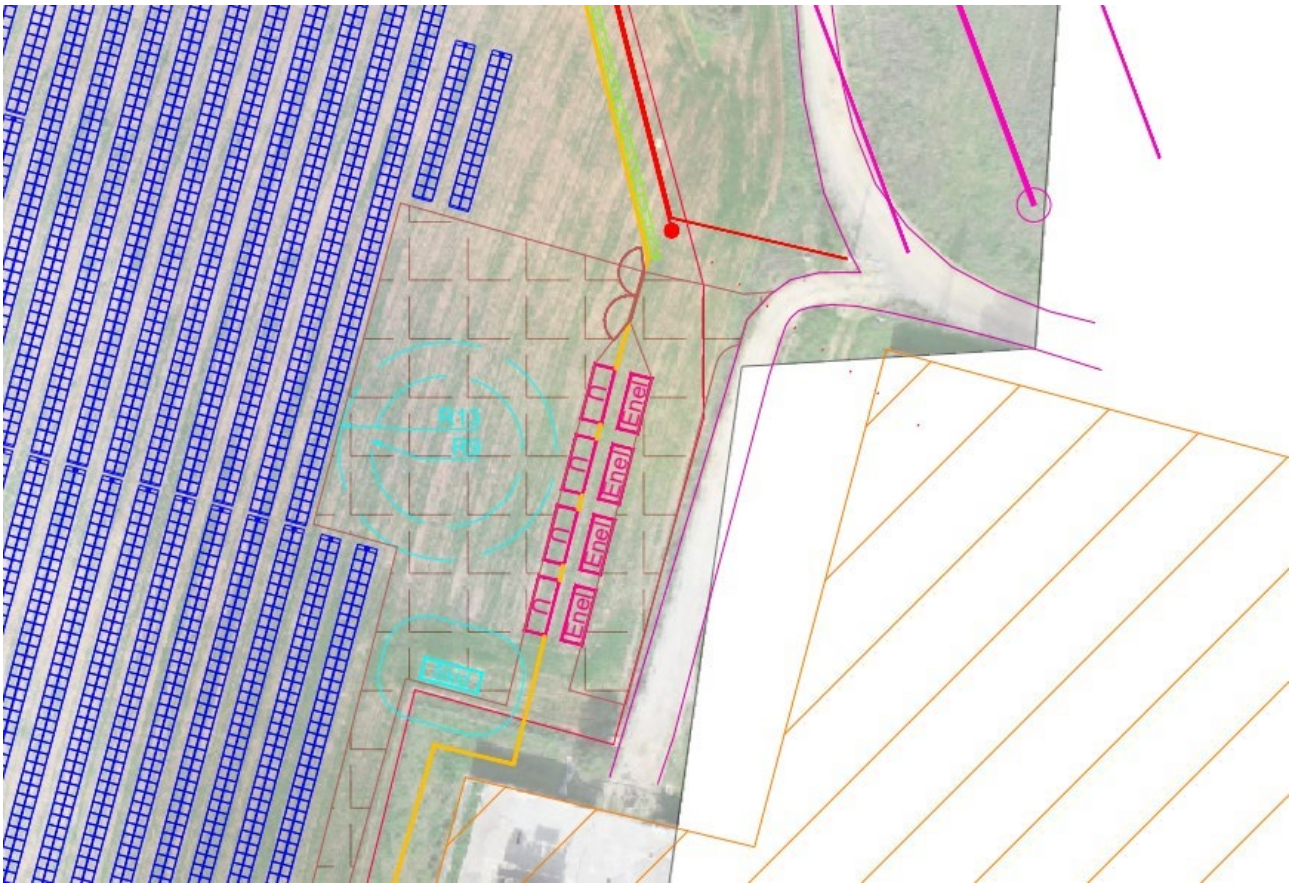



**Figura 8 Dettaglio area di ingresso con cabine di consegna e utente**

### *2.1.7 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo*

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni, verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM.

A tale scopo, nelle cabine di trasformazione sarà installata apparecchiatura elettronica di acquisizione, raccolta dati e telecomunicazioni facenti parte dell'architettura generale di detto sistema di supervisione.

L'architettura di questo sistema comprenderà anche i principali locali e dispositivi installati in campo. Il tutto in modo da avere una piattaforma unica, centralizzata e remotabile di acquisizione, raccolta, memorizzazione ed elaborazione dati. Mediante questa piattaforma ci sarà anche interoperatività da remoto con l'impianto fotovoltaico. Pertanto, il sistema potrà non solo acquisire i dati ma anche ricevere informazioni e comandi da trasferirsi in termini di

operatività sull'impianto: apertura interruttori, impostazione parametri di controllo, etc. etc.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

A livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i "bus di campo" saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva. I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato di apparati periferici di monitoraggio, che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza; tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

### *2.1.8 Opere civili e altri interventi minori*

Per la costruzione dell'impianto fotovoltaico si prevedono le seguenti opere civili:

- *Realizzazione della viabilità interna perimetrale, per l'accesso agli skid con mezzi pesanti*

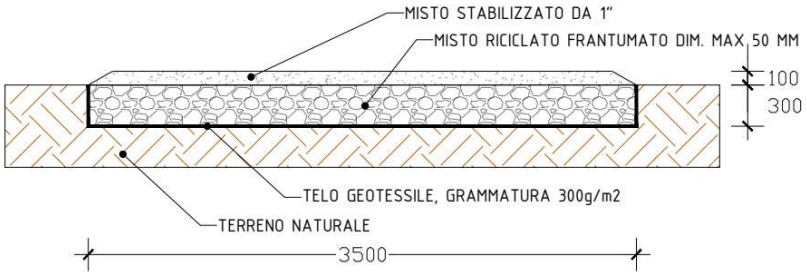



**Figura 9 Sezione tipo viabilità interna all'impianto e piazzali**

Nell'immagine è riportata la sezione tipo per i piazzali e la viabilità interna all'impianto; il pacchetto stradale, di larghezza pari a 3,50 m, ha uno spessore complessivo di 40 cm ed è così composto, dal basso verso l'alto: telo geotessile di separazione, grammatura 300 g/m², posato sul fondo dello scavo a contatto con il terreno naturale; strato di fondazione di spessore 30 cm, realizzato in cassonetto al di sotto del piano campagna, in misto riciclato frantumato con pezzatura massima 50 mm; strato di finitura di spessore 10 cm, fuori terra, in misto stabilizzato con pezzatura massima 1" (circa 25 mm).

Il misto riciclato sarà approvvigionato da impianti di recupero autorizzati, come aggregato recuperato conforme ai criteri di cessazione della qualifica di rifiuto di cui al D.M. 127/2024; il misto stabilizzato proverrà da cave autorizzate presenti nel territorio.

Ove compatibile per caratteristiche geotecniche e ambientali, potrà essere riutilizzata parte del materiale di scavo prodotto in sito, secondo quanto previsto dal Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo (0042-PAUR03-13R-01-rel_TRS). Si prevede la viabilità lungo il perimetro delle sezioni di impianto, in modo tale che tutti gli skid e cabine siano raggiungibili da parte dei mezzi pesanti per il trasporto e la manutenzione e, in caso di

incendio, dei mezzi dei Vigili del Fuoco; per tale motivo si sono mantenute queste dimensioni:

- la viabilità interna è larga non meno di 3.50m con raggi di curvatura >6m;
- per eventuali manovre per inversione a U si garantisce uno spazio di inversione inscritto tra due circonferenze di raggio 6.5m e 13m.

- *Posa della recinzione perimetrale in rete elettrosaldata, alta 2 m e fissata a pali zincati, infissi a terra tramite battipalo.*

La rete è rialzata da terra di 20 cm per il passaggio della piccola fauna locale. La recinzione si sviluppa anche lungo il perimetro dell'elemento idrico presente all'interno dell'area oggetto di intervento, suddividendola in due aree distinte e preservando il corpo idrico dall'installazione.

- Installazione di n. 5 cancelli in acciaio zincato, di dimensioni 6x2,5m;

**Figura 10 Cancello per l'accesso all'area**

- *Impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti.*

In conformità alle norme CEI 64-8, CEI 11-1, verrà realizzata una rete di terra con corda di rame nudo da 35 mmq, posata lungo tutto il perimetro e raccordata a tutte le strutture metalliche (tracker, cabine, recinzione). In prossimità

di ogni fila di moduli verrà posizionato un collettore (nodo) che unisce i conduttori di protezione con il conduttore di terra.
Perimetralmente ai locali di consegna di E-Distribuzione verrà posizionato un doppio anello di terra corda nuda da 50 mmq interconnesso con la rete magliata del campo.
Nella fase esecutiva del progetto verrà valutata l'opportunità, secondo CEI 81-10, di realizzare un LPS.

- *Sistema di TLC*

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio e di security saranno utilizzate prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze, data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati. L'interconnessione in fibra ottica interesserà:

- Ciascun inverter;
- Cabine di trasformazione;
- Cabina di Raccolta;
- Stazione produttore.

- *Sistema di sicurezza e antintrusione*

Il sistema di sicurezza e antintrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate. Sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro, basato su tecnologia infrarossi. Tale sistema sarà in grado di funzionare anche di notte, senza necessità di illuminazione artificiale, e sarà in ogni momento interrogabile da remoto.

Oltre al quanto indicato, sarà inoltre previsto un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi.

Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy.

- *Impianti di illuminazione*

Ai fini di limitare al minimo l'inquinamento luminoso, si è preferito adottare sistemi di antintrusione con tecnologia infrarossi. Questo permette di non dover installare un impianto di illuminazione lungo tutto il perimetro, ma limitare esso alla zona di accesso.

In particolare, infatti, le uniche fonti luminose dell'impianto saranno limitate a piccoli punti luce, con tecnologia a LED e dotati di sensori di movimento e interruttore temporizzato, fissati sulle cabine (plafoniere LED installate in corrispondenza degli accessi delle cabine utente e di consegna), al solo fine di agevolare l'accesso ad esse di un operatore durante il periodo notturno.

## *2.2 Calcolo della produzione fotovoltaica*

Il calcolo della produzione fotovoltaica è stato realizzato in riferimento alla posizione geografica del sito utilizzando il software PVsyst, che permette di simulare la produzione di energia utilizzando dati meteo rielaborati su base statistica.

I dati meteorologici sono stati derivati da PVgis, che fornisce una banca dati utile per la progettazione di sistemi solari e per la simulazione energetica degli edifici per qualsiasi località del mondo.

Sono state realizzate tre simulazioni distinte, in quanto l'impianto è costituito da diverse porzioni con angoli di inclinazione dei tracker differenti e il software non permette di considerare queste diverse inclinazioni simultaneamente.

Tali simulazioni hanno permesso di stimare la producibilità fotovoltaica unitaria specifica, tenendo anche conto della tecnologia bifacciale impiegata.
Nell'impianto in progetto si utilizzeranno moduli bifacciali: anche il retro del modulo, colpito dalla radiazione riflessa dal terreno e dall'atmosfera, contribuisce alla produzione. Assumendo cautelativamente un incremento del 5% dovuto alla facciata "back" (cfr. paragrafo 2.4.3), la Producibilità Fotovoltaica Unitaria Annua risulta pari a 1'781 kWh/kWp/anno.
Moltiplicando dunque la produzione di ogni pannello per la potenza installata dell'impianto, è stata ottenuta l'energia prodotta annuale, come di seguito riportato.

**Tabella 1 Risultati simulazione anno 1**

| | |
|---|---|
| **Potenza installata [kWp]** | 24045 |
| **Produzione specifica [kWh/kWp/anno]** | 1781 |
| **Energia prodotta [MWh/anno]** | **42815** |

Tenendo infine conto delle perdite di rendimento per vetustà, si ottiene la seguente stima di produzione per ciascun anno di vita operativa (per un totale di 30 anni):

**Tabella 2 Produzione stimata in 30 anni**

| PRODUZIONE IMPIANTO | | | |
|---|---|---|---|
| **ANNO** | **MWh/anno** | **ANNO** | **MWh/anno** |
| **1** | 42815 | 16 | 39925 |
| **2** | 42622 | 17 | 39732 |
| **3** | 42430 | 18 | 39540 |
| **4** | 42237 | 19 | 39347 |
| **5** | 42044 | 20 | 39154 |
| **6** | 41852 | 21 | 38962 |
| **7** | 41659 | 22 | 38769 |
| **8** | 41466 | 23 | 38576 |
| **9** | 41274 | 24 | 38384 |
| **10** | 41081 | 25 | 38191 |
| **11** | 40888 | 26 | 37998 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **12** | 40696 | 27 | 37806 |
| **13** | 40503 | 28 | 37613 |
| **14** | 40310 | 29 | 37420 |
| **15** | 40118 | 30 | 37228 |
| **TOTALE [MWh] =** | | | **1'200'640** |
| **PRODUZIONE MEDIA NEI 30 ANNI [MWh] =** | | | **40'021** |

Considerando un consumo medio annuo di una famiglia tipo pari a 2'700 kWh, l'impianto fotovoltaico garantirà la produzione di energia pulita per circa 16 mila famiglie ogni anno.

La produzione stimata consentirà di conseguire importanti benefici in termini di emissioni in atmosfera evitate rispetto alla corrispondente produzione di energia da combustibili fossili, come riportato nella tabella seguente.

**Tabella 3 Emissioni in atmosfera evitate**

| Inquinante | Fattore emissivo [g/kWh] | Energia prodotta media [kWh/anno] | Vita impianto [anni] | Emissioni evitate [t/anno] | Emissioni evitate [t] |
|---|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 444 | 40'021'321 | 30 | 17'769 | 533'084 |
| NOx | 0,6 | 40'021'321 | 30 | 24 | 720 |
| SOx | 0,59 | 40'021'321 | 30 | 24 | 708 |
| Polveri | 0,12 | 40'021'321 | 30 | 5 | 144 |

## *2.3 Fase di cantiere ed altre indicazioni*

### *2.3.1 Fase di cantiere e tempistiche*

La fase di cantierizzazione sarà avviata immediatamente a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione alla costruzione.
La fase di costruzione vera e propria avverrà successivamente alla predisposizione dell'ultima fase progettuale, consistente nella definizione della progettazione esecutiva che completerà i calcoli in base alle scelte di dettaglio dei singoli componenti.
In riferimento al "*Cronoprogramma dei lavori*", la sequenza delle operazioni sarà la seguente:

1. Progettazione esecutiva di dettaglio
2. Acquisto dei materiali e trasporto in sito
3. Costruzione delle opere civili
    - Preparazione ed approntamento delle aree di cantiere
    - Scavo trincee cavidotti
    - Installazione recinzione e cancelli
    - Finiture
4. Installazione dell'impianto
    - Equipaggiamento locali tecnici
    - Posa cavidotti e battitura dei pali di sostegno dei tracker
    - Installazione dei tracker
    - Installazione dei moduli FTV
    - Installazione impianto TVCC e di illuminazione
    - Installazione e connessione degli inverter
    - Commissioning e collaudi

L'impiego di più squadre in contemporanea in aree diverse dell'impianto, a seconda dell'estensione e del ritmo di avanzamento delle varie attività, permetterà di ottimizzare il tempo richiesto per completare l'opera, previsto in circa 370 giorni naturali e consecutivi, cioè circa 54 settimane.

Per quanto riguarda le modalità operative di costruzione, si farà riferimento alle scelte progettuali esecutive.

In fase di realizzazione, essendo quasi tutti materiali pre-assemblati, si avranno minimi scarti di cantiere, che saranno in ogni caso conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente, come si vedrà nel corso di questo Studio.

**Tabella 4 Cronoprogramma dei lavori – Fotovoltaico**

| Attività | Giorni lavorativi | sett. 1 | sett. 2 | sett. 3 | sett. 4 | sett. 5 | sett. 6 | sett. 7 | sett. 8 | sett. 9 | sett. 10 | sett. 11 | sett. 12 | sett. 13 | sett. 14 | sett. 15 | sett. 16 | sett. 17 | sett. 18 | sett. 19 | sett. 20 | sett. 21 | sett. 22 | sett. 23 | sett. 24 | sett. 25 | sett. 26 | sett. 27 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ingegneria esecutiva | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingegneria civile dettagliata | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingegneria elettrica dettagliata | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definizione computo metrico | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acquisti e trasporto in sito | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pannelli | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tracker | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cabine e BESS | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inverter centralizzati | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cavi | 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interruttori e quadri | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Opere civili | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparazione cantiere | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Site camp | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Movimentazione terra | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trincee cavidotti | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizzazione canali | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Finiture | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infissione pali tracker | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installazione tracker | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installazione moduli FTV | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Posa cavidotti | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipaggiamento cabine | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installazione e connessione inverter | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TVCC e illuminazione | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Commissioning | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Attività | Giorni lavorativi | sett. 28 | sett. 29 | sett. 30 | sett. 31 | sett. 32 | sett. 33 | sett. 34 | sett. 35 | sett. 36 | sett. 37 | sett. 38 | sett. 39 | sett. 40 | sett. 41 | sett. 42 | sett. 43 | sett. 44 | sett. 45 | sett. 46 | sett. 47 | sett. 48 | sett. 49 | sett. 50 | sett. 51 | sett. 52 | sett. 53 | sett. 54 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ingegneria esecutiva | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingegneria civile dettagliata | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingegneria elettrica dettagliata | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definizione computo metrico | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acquisti e trasporto in sito | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pannelli | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tracker | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cabine e BESS | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inverter centralizzati | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cavi | 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interruttori e quadri | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Opere civili | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparazione cantiere | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Site camp | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Movimentazione terra | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trincee cavidotti | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizzazione canali | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Finiture | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installazione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infissione pali tracker | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installazione tracker | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installazione moduli FTV | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Posa cavidotti | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipaggiamento cabine | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Installazione e connessione inverter | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TVCC e illuminazione | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Commissioning | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

### *2.3.2 Fase di esercizio e di dismissione*

In generale, le operazioni di gestione delle componenti fisiche dell'impianto avverranno da remoto, mentre le attività di manutenzione, ordinaria e straordinaria, avranno carattere saltuario.

Nella fase di esercizio sono previste regolari ispezioni di controllo sullo stato dei singoli elementi (moduli, apparecchiature elettriche, sostegni, opere civili).
La manutenzione degli impianti elettrici ordinari e speciali, sia essa di tipo ordinaria che straordinaria, ha la finalità di mantenere costante nel tempo le loro prestazioni al fine di conseguire:

- le condizioni di base richieste negli elaborati progettuali;
- le prestazioni di base richieste quali illuminamento, automazione, ecc.;
- la massima efficienza delle apparecchiature;
- la loro corretta utilizzazione durante le loro vita utile.

Gli interventi di manutenzione ordinaria sono svolti in genere da un'unica squadra di operai con l'impiego di piccole attrezzature. La manutenzione straordinaria può richiedere mezzi di particolare importanza (scavi, ponteggi, mezzi di sollevamento). In fase esecutiva si valuterà l'utilizzo di personale interno o di imprese appaltatrici selezionate e qualificate.
Le opere in progetto sono tutte facilmente accessibili dalla viabilità ordinaria o dalle strade secondarie di campagna e di accesso ai fondi.

A conclusione della fase di esercizio, seguirà il "decommissioning": l'impianto sarà interamente smantellato al termine della sua vita utile, e l'area sarà restituita come si presenta allo stato di fatto attuale.
Le varie parti dell'impianto verranno separate in base alla caratteristica del rifiuto/materia prima, in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi.

Questa operazione sarà a carico del Proponente, che provvederà a propria cura e spese, entro i tempi tecnici necessari, alla rimozione di tutte le parti dell'impianto.

In riferimento al "*Piano di dismissione e ripristino*", in allegato al progetto definitivo, la dismissione dell'impianto prevede le seguenti categorie di operazioni:

- Approntamento area di cantiere
- Disconnessione dell'impianto dalla rete elettrica
- Rimozione moduli fotovoltaici
- Rimozione strutture di sostegno
- Rimozione rete di potenza
- Rimozione cabine e locali tecnici
- Smantellamento e rimozione opere civili
- Rimozione delle recinzioni e del sistema di illuminazione e controllo

Le varie componenti tecnologiche costituenti l'impianto sono progettate ai fini di un completo ripristino del terreno a fine ciclo.

Il numero complessivo dei mezzi che opereranno in sito e interesseranno la viabilità pubblica si stima, in via cautelativa, paragonabile a quello della fase di costruzione.

I materiali di rifiuto che non potranno essere né riciclati né riutilizzati, quali i conglomerati cementizi derivanti dalla demolizione delle opere civili, verranno trasportati e conferiti ad un vicino impianto autorizzato al trattamento e recupero degli stessi.

## *2.4 Analisi delle alternative*

L'analisi delle alternative progettuali viene svolta al fine di confrontare l'impianto proposto con altre possibili soluzioni, sia in termini di producibilità che di potenziali impatti ambientali.
Si possono in generale riconoscere le seguenti categorie:

- **Alternative di localizzazione**: riguardano la scelta del luogo più adatto al posizionamento dell'impianto sulla base delle potenzialità dei terreni, della vincolistica esistente e dello stato di fatto;
- **Alternative di processo**: consistono nell'esame di differenti processi e materie prime da utilizzare;
- **Alternative di progetto:** riguardano la scelta della soluzione di progetto rispetto alle varie possibilità in termini di tecnologie e configurazioni adottabili in ambito fotovoltaico;
- **Alternativa zero**: consiste nella non realizzazione del progetto.

### *2.4.1 Alternative di localizzazione*

Si precisa in primo luogo che il terreno ove è ubicato l'impianto fotovoltaico di progetto è nella disponibilità della società proponente, OPR SUN 8 s.r.l., in forza di un preliminare di acquisto sottoscritto con gli attuali proprietari.

L'analisi delle alternative localizzative è stata svolta tenendo conto delle criticità in merito all'interferenza e prossimità con aree tutelate paesaggisticamente e del potenziale effetto cumulativo con altri impianti FER, quest'ultimo trattato nel Quadro Ambientale.
L'analisi comparativa è stata quindi condotta privilegiando la realizzazione dell'impianto in aree già compromesse o antropizzate e limitando al minimo la sottrazione di risorse naturali, nonché le interferenze percettive e paesaggistiche, sulla base dei seguenti criteri:

- localizzazione dell'impianto in aree a destinazione industriale/produttiva, così da evitare il consumo di suolo agricolo di pregio o di zone naturali, in ottemperanza ai contenuti delle "Linee guida per i

paesaggi industriali in Sardegna" (approvate con DGR n. 24/12 del 19 maggio 2015);

- individuazione di terreni già dotati, nelle immediate vicinanze, di infrastrutture (viabilità di accesso, reti e cabina primaria per la connessione), così da limitare la realizzazione di nuove e ulteriori opere di raccordo, contenere le interferenze con l'ambiente e il paesaggio circostanti e facilitare l'accessibilità per la manutenzione e la gestione operativa;
- individuazione di aree distanti dalle zone sensibili, quali i centri residenziali, al fine di caratterizzare e minimizzare le pressioni ambientali dovute ad agenti fisici quali rumore ed inquinamento luminoso;
- collocazione in aree esenti da vincoli paesaggistici e ambientali rilevanti, e preservando gli elementi idrici presenti;
- localizzazione in terreni che garantiscano la stabilità delle strutture, privi di vegetazione di pregio o di habitat protetti, per ridurre al minimo la necessità di compensazioni ambientali;
- progettazione modulare, che consente di suddividere l'impianto in lotti minori di modo da facilitarne la realizzazione e la manutenzione, oltre che a favorirne l'inserimento nel contesto ambientale.

- <u>Alternative localizzative considerate</u>

Escluso il perimetro urbano, nel territorio comunale di Villacidro le alternative localizzative ragionevolmente perseguibili per un impianto della taglia in esame si riconducono a due casi:

- CASO A – ubicazione dell'impianto in area industriale/produttiva (soluzione di progetto);
- CASO B – ubicazione dell'impianto in area agricola.

<u>Caso A – Area industriale/produttiva [soluzione di progetto]</u>

*Compatibilità urbanistica.* L'impianto in progetto ricade interamente nel territorio comunale di Villacidro, in area a destinazione urbanistica "D – Zona per le attività produttive di interesse regionale" del PUC (Tav. D.5/08 –

Zonizzazione del territorio, Variante 07/2008), compresa tra quelle gestite dal Consorzio Industriale Provinciale del Medio Campidano. In tale ambito lo strumento attuativo di riferimento è il "Piano Particolareggiato per la zona D industriale", che suddivide l'intera zona in n. 7 comparti.

Per il comparto SG - "*Aree destinate ad infrastrutture secondarie di servizio generali*", l'art. 21 delle Norme Tecniche di Attuazione stabilisce che:

*Sono consentite quelle costruzioni ed impianti attinenti al carattere della zona, aventi funzione oltre che di supporto alla zona industriale anche di interesse o servizio pubblico.*

Essendo la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili un'attività di interesse pubblico, la localizzazione dell'impianto risulta pertanto pienamente compatibile con la destinazione urbanistica dell'area.

La realizzazione dell'opera in zona industriale risulta quindi coerente con:

- il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), non ricadendo l'area d'impianto in beni paesaggistici sottoposti a tutela diretta, a condizione di un'adeguata mitigazione visiva;
- il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS), che promuove lo sviluppo del fotovoltaico nelle aree produttive e infrastrutturate;
- il PUC di Villacidro, data la destinazione D (attività produttive) dell'area.

*Analisi tecnico-economica.* La zona industriale di Villacidro è già dotata di opere infrastrutturali (strade, reti tecnologiche e Cabina Primaria "Villacidro"), che consentono di realizzare la connessione con interventi minimi: il collegamento dell'impianto avverrà infatti tramite un cavidotto MT interrato verso la contermine CP, riducendo i costi di investimento, le perdite di linea e, soprattutto, le opere di raccordo potenzialmente interferenti con il paesaggio.

L'intervento, pertanto, non introduce un nuovo uso del suolo all'interno del paesaggio rurale, ma si attesta su un ambito di transizione già connotato da insediamenti produttivi e da infrastrutture elettriche. Si rileva inoltre che, nello scenario di non intervento, l'area continuerebbe a essere destinata agli usi

produttivi già pianificati: la permanenza dell'attuale aspetto agricolo (seminativo) non è dunque garantita nel medio-lungo periodo, mentre l'impianto fotovoltaico è un intervento interamente reversibile, con dismissione e ripristino dello stato dei luoghi al termine della vita utile.

*Impatti ambientali e paesaggistici.* Come riportato nel Quadro Ambientale, gli impatti ambientali risultano moderati e reversibili, principalmente legati all'occupazione di suolo e all'impatto visivo. L'elemento idrico presente all'interno dell'area di intervento è stato escluso dall'installazione e preservato, delimitandolo con la recinzione che suddivide l'impianto in due aree distinte.
L'area d'impianto è esterna ai beni paesaggistici e agli elementi di natura vincolistica cogenti, come verificato nell'analisi dei piani paesaggistici a livello regionale e locale. L'unico elemento di attenzione prossimo al sito, il Riu "Santa Maria Maddalena" e la relativa fascia di rispetto, è stato escluso dall'area pannellata.

<u>Caso B – Area agricola</u>
*Compatibilità urbanistica.* La localizzazione dell'impianto in aree agricole del Comune di Villacidro non ottempererebbe a quanto previsto dallo strumento urbanistico: come specificato all'art. 63 delle NTA del PUC, le aree agricole sono destinate allo svolgimento di produzioni agricole pregiate, tipiche e specializzate, alla funzione agricolo-produttiva e ad attività per usi naturalistici ed agro-silvo-pastorali. Considerazioni del tutto analoghe varrebbero per le zone agricole dei comuni vicini.

*Analisi tecnico-economica.* L'unico modo per contenere i costi di realizzazione e le opere di connessione sarebbe individuare aree agricole nelle immediate vicinanze della CP Villacidro, cioè nel medesimo ambito periurbano/produttivo; in caso contrario si renderebbe necessaria la realizzazione di nuove opere di raccordo, con incremento dei costi, delle interferenze con l'ambiente circostante e degli oneri di compensazione paesaggistica e mitigazione ambientale.

*Impatti ambientali e paesaggistici.* Oltre all'occupazione di suolo e all'impatto visivo, l'ubicazione in area agricola determinerebbe impatti più elevati sul paesaggio rurale e sulla continuità ecologica, con consumo di suolo agricolo e maggiore frammentazione territoriale del contesto rurale.

- Matrice di confronto delle alternative

**Tabella 5 Confronto tra le alternative localizzative**

| Criterio | Caso A – Area industriale/produttiva (progetto) | Caso B – Area agricola | Alternativa zero |
|---|---|---|---|
| Coerenza con il PUC di Villacidro | Coerente (zona D – attività produttive; impianti di produzione di energia ammessi) | Non coerente (art. 63 NTA – zone agricole) | Area che resta a destinazione produttiva |
| Coerenza con PPR, PEARS e Linee guida paesaggi industriali (DGR 24/12/2015) | Coerente, previa mitigazione visiva | Non coerente (trasformazione del paesaggio rurale) | — |
| Consumo di suolo agricolo | Nessun consumo di suolo a destinazione agricola; occupazione reversibile di area produttiva (attualmente a seminativo) | Consumo di suolo agricolo e frammentazione territoriale | Nessuno |
| Rapporto con il paesaggio rurale consolidato | Margine dell'agglomerato industriale, contesto già connotato da insediamenti produttivi e infrastrutture elettriche | Inserimento diretto nel contesto rurale | Invariato nel breve periodo; possibile trasformazione per altri usi produttivi |
| Opere di connessione | Cavidotto MT interrato verso la contermine CP Villacidro | Nuove opere di raccordo se distante dalla CP | — |
| Contributo alla decarbonizzazione | ≈ 42,8 GWh al 1° anno; ≈ 17'769 t/anno di $CO_2$ evitate | Analogo | Nullo |
| **Esito** | **Soluzione preferibile** | **Scartata** | **Scartata** |

In sintesi, la localizzazione in area industriale/produttiva è stata preferita in quanto:

- È coerente con gli strumenti urbanistici del Comune di Villacidro, con il PPR e con le "Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna", evitando il consumo di suolo agricolo;
- limita le nuove opere di raccordo grazie alla contiguità con la CP Villacidro e alla viabilità esistente;

- mantiene l'intervento in un ambito già antropizzato, a margine e non all'interno del paesaggio rurale consolidato;
- consente, attraverso le misure di mitigazione previste, di contenere le interferenze percettive verso le aree tutelate e il contesto agricolo circostante.

La localizzazione in area agricola risulterebbe invece incompatibile con la pianificazione vigente e più impattante proprio rispetto alle componenti paesaggistiche.

A fronte di queste considerazioni, non si sono rilevati terreni dalle condizioni simili nei paraggi tali da presentarsi come possibili e ragionevoli alternative al sito di progetto.

Si devono inoltre considerare i potenziali benefici economici derivante dall'opera in progetto per gli abitanti dei Comuni limitrofi, sia in termini di produzione di energia che di attività connesse all'impianto, quali le operazioni di gestione e di manutenzione ordinaria e straordinaria.

### *2.4.2 Alternative di processo*

Tra le varie tecnologie di produzione di energia da fonte rinnovabile valutate, il fotovoltaico si è rivelata la più idonea in termini di caratteristiche del territorio.

In particolare, il principale fattore che ha indirizzato la scelta verso la tecnologia fotovoltaica è legato al valore di irraggiamento tipico della Sardegna, che nel Comune di Villacidro arriva ai 1600 kWh/m$^2$/anno in media.

Tale radiazione, nelle latitudini del centro e sud Italia, risulta inoltre uniformemente distribuita e non risente di limitazioni sito specifiche, a differenza di tecnologie quali in particolare l'eolico.

Non sempre le ore di vento, infatti, sono utili alla producibilità, che necessita di vento costante e non di raffiche.

Considerando poi la limitata estensione e la localizzazione del terreno, prossimo ad un'area industriale ed a strade provinciali e statali, si è tenuto conto dell'inserimento paesaggistico dell'opera.

A differenza dell'eolico, un impianto fotovoltaico presenta uno sviluppo orizzontale e non verticale, permettendo così di mitigare l'impatto visivo con semplici opere di schermatura a verde.

La scelta di procedere alla realizzazione dell'impianto si inserisce comunque in una importante fase di sviluppo delle FER, sostenuta dalle strategie internazionali, nazionali e regionali che mirano alla costruzione di un sistema energetico sostenibile sia da un punto di vista ambientale che economico.
Bisogna infatti tenere conto del fatto che le fonti fossili sono risorse non rinnovabili e spesso di importazione, il cui impatto ambientale non andrebbe dunque ridotto alle sole emissioni nocive all'utilizzo, ma valutato lungo tutta la filiera (estrazione, raffinazione, trasporto e smaltimento). Sotto questo punto di vista, l'azione dell'UE è stata mirata a spingere verso un'alternativa necessariamente di tipo rinnovabile, al fine di ridurre la dipendenza energetica dall'estero e le importazioni di combustibili fossili, per garantire un approvvigionamento energetico stabile ed a prezzi accessibili.

### *2.4.3 Alternative di progetto*

La configurazione impiantistica in progetto, per cui si prevede l'utilizzo di moduli bifacciali singoli installati su inseguitori N-S, e disposti in file con interasse (pitch) di 4,5 m, è il risultato di un'analisi delle diverse tipologie di pannelli fotovoltaici e di supporti disponibili sul mercato, condotta al fine di individuare la soluzione più adatta al caso in esame.
La dimensione e la tecnologia scelte per l'impianto rispondono infatti al duplice obiettivo di massimizzare la produzione di energia rinnovabile e minimizzare l'occupazione di territorio.

Per quanto riguarda i moduli fotovoltaici, verrà utilizzata la tipologia "bifacciale", che presenta il vantaggio di generare energia da entrambi i lati della cella fotovoltaica.
La tecnologia bifacciale, considerando le migliori prestazioni unitamente al costo sempre più vicino a quello dei pannelli standard, grazie all'innovazione

tecnologica, risulta dunque più conveniente anche in termini di tempi di rientro dall'investimento iniziale.

La stima del contributo del retro del modulo, colpito dalla radiazione riflessa dal terreno e dall'atmosfera, non è però di semplice valutazione, essendo estremamente variabile in dipendenza dalla radiazione diretta che arriva al suolo e dall'albedo dello stesso. Dalla letteratura tecnica a riguardo si riscontra un aumento di produzione compreso nel range 5% - 20% della produzione della componente "Front".
L'albedo in particolare risulta estremamente variabile, anche a parità di superficie. Ad esempio, per erba secca assume un valore tipico di 0,20, mentre per l'erba fresca aumenta a circa 0,26. Nel caso analizzato, nel periodo di maggior produzione si può ragionevolmente assumere un valore di albedo pari a 0,20.
L'applicazione di questo coefficiente di albedo comporta, per impianti fotovoltaici mono assiali, un incremento di produzione del 10%.
**Cautelativamente, per la stima della produttività come in paragrafo 2.2, si è fatto riferimento ad un incremento dato dalla facciata "back" dei moduli fotovoltaici del 5%.**

Numerose sono le tipologie di <u>sostegni</u> ai moduli fotovoltaici esistenti in commercio.
Negli impianti fotovoltaici tradizionali i pannelli vengono posizionati su di un sostegno fisso, con orientamento a sud ed una inclinazione tra i 29° (Sud Italia) e i 35° (Nord Italia), in modo da massimizzare l'irradiazione solare sul modulo. Tale tipologia è la più semplice ed economica, sia in termini di installazione, che di funzionamento e manutenzione.
Tuttavia, tra i vari sistemi sul mercato, è quello con la minore producibilità attesa: il rendimento del pannello, infatti, è massimo quando i raggi del sole insistono su di esso perpendicolarmente.
Al fine di mantenere più a lungo l'angolo di incidenza ideale e, di conseguenza, di massimizzare l'efficienza del modulo, sono stati dunque sviluppati

gli inseguitori solari (tracker), strutture mobili che permettono di orientare costantemente il pannello verso il sole.

Gli inseguitori possono essere classificati in base a:

- Grado di libertà: se permettono un movimento lungo un asse (monoassiali) o due assi (biassiali)
- Meccanismo di orientamento: se attivi (dotati di motore elettrico) o passivi (che si muovono grazie a fenomeni fisici autonomi, quali ad esempio la dilatazione termica di un gas)
- Tipologia di comando per orientamento attivo: se di tipo analogico (tramite sensori che individuano la posizione del sole) o digitale (tramite microprocessori che elaborano i dati astronomici)

In particolare, gli inseguitori monoassiali sono più costosi rispetto alle strutture fisse, sia in termini di installazione che di manutenzione, ma garantiscono un aumento della generazione di corrente elettrica compreso tra il 10% ed il 30%.

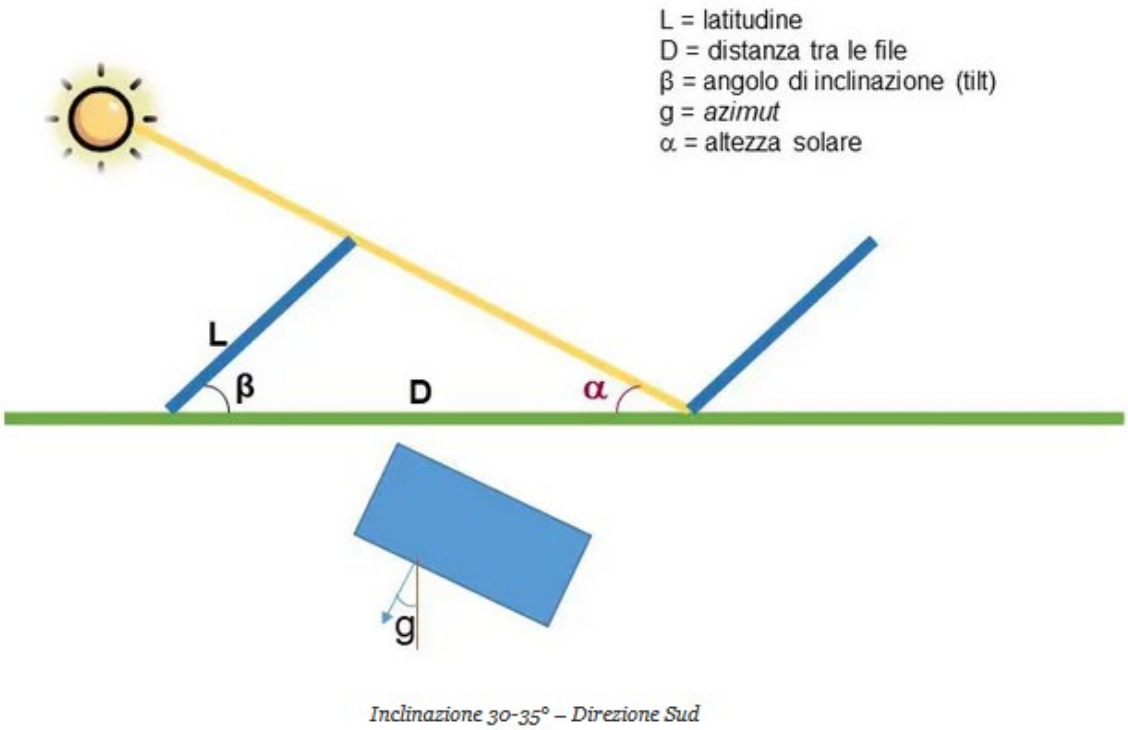



**Figura 11 Schema degli angoli di inclinazione dei pannelli**

Tra le tipologie disponibili in commercio si sono considerati:

- *inseguitori di tilt*

Ruotano intorno all'asse orizzontale (E-O), andando cioè ad agire sull'angolo di inclinazione rispetto al suolo ("tilt"), al fine di inseguire l'altezza del sole nel cielo. L'angolo di tilt ottimale dipende in generale dalla latitudine e dal periodo dell'anno. Sono i più semplici e meno costosi sul mercato, e garantiscono un aumento del rendimento rispetto al sistema fisso di circa il 10%

- *inseguitori di azimut*

Ruotano intorno all'asse verticale, perpendicolare rispetto al terreno, di modo da seguire il movimento del sole in direzione E-O, ma senza variare l'inclinazione del pannello rispetto al suolo. Più adatti per spazi ampi al fine di evitare l'ombreggiatura, offrono un incremento nel rendimento rispetto al sistema fisso nell'ordine del 20-25%.

- *inseguitori di rollio*

Ruotano, tramite dei servomeccanismi, lungo un asse N-S parallelo al suolo, di modo da seguire il percorso quotidiano del sole nel cielo. Per evitare un'eccessiva ombreggiatura, questa tipologia di inseguitori agisce solo nelle ore centrali del giorno, invertendo il movimento della struttura all'alba ed al tramonto. Adatti alle basse latitudini, in quanto il percorso del sole è più ampio, offrono un rendimento maggiore del 15% rispetto al sistema fisso

- *inseguitori ad asse polare*

Ruotano, tramite dei servomeccanismi, lungo un asse N-S parallelo all'asse di rotazione terrestre, al fine di massimizzare l'inclinazione ortogonale dei moduli rispetto ai raggi solari. Sono la tipologia più efficiente, presentando un rendimento superiore del 30% rispetto al sistema fisso, ma anche più delicata, in particolare all'azione del vento.

Le soluzioni biassiali valutate sono le tipologie più comuni, ovvero gli inseguitori *azimut-elevazione* e quelli *tilt-rollio*, che si differenziano a seconda dell'orientazione. Grazie ai due gradi di libertà e ad un sistema di controllo più sofisticato, tale tipologia permette di raggiungere rendimenti maggiorati anche del 40% rispetto ad un sistema fisso. Tuttavia, i costi di installazione e di manutenzione delle strutture li rende più adatti per piccoli impianti residenziali, a differenza di grandi parchi fotovoltaici come quello in progetto.

La scelta progettuale, sulla base della posizione geografica e dei costi, è dunque ricaduta su una tipologia di inseguitori di "rollio", monoassiali ad asse orizzontale N-S.
Come espresso nel paragrafo 2.1.1, il modello scelto in fase di progettazione è dotato di motore che permette una rotazione da est verso ovest, con angoli compresi tra ±60°, in funzione di un algoritmo di tracking basato su formule astronomiche accurate e precisione di 1.0°. Infine, la distanza tra le file di pannelli permette di minimizzare l'ombreggiamento tra le strutture e di massimizzare la potenza installata.
L'alternativa tecnologica all'impianto su tracker monoassiali è la realizzazione di un impianto standard, a strutture fisse. In tal caso, per eguagliare la produzione occorrerebbe ampliare l'estensione del campo fotovoltaico, con un incremento del consumo di suolo e l'infissione di un maggior numero di strutture di supporto. La soluzione a inseguitori monoassiali risulta pertanto preferibile in quanto, a parità di produzione energetica:

- consente una minore estensione dell'impianto, quindi un minore consumo di suolo e un impatto paesaggistico più contenuto;
- comporta una minore produzione di rifiuti in fase di costruzione e di dismissione (visto il minor numero di moduli, strutture e cavi necessari);
- grazie alla mobilità delle strutture, evita l'ombreggiamento permanente della stessa porzione di suolo, a beneficio della reversibilità dell'intervento e dei successivi utilizzi post-dismissione.

### *2.4.4 Alternativa zero*

L'alternativa "0" rappresenta la mancata realizzazione del progetto in esame ed il mantenimento della coltivazione cerealicola estensiva attualmente effettuata nell'area.
Chiaramente, in tal caso lo stato di fatto rimarrebbe inalterato, e non sarebbe richiesto l'investimento di risorse economiche nella realizzazione e nel mantenimento di opere ed impianti, né si presenterebbero potenziali impatti ambientali e sociali di sorta.

La scelta dell'alternativa zero è stata tuttavia scartata dal proponente, in quanto comporterebbe le seguenti conseguenze:

- Mancata valorizzazione della prossimità dell'area industriale, che in ogni caso non si prevede di utilizzare, nel breve e medio periodo, per altre iniziative economicamente vantaggiose o che prevedano lo sviluppo socio-economico del territorio;
- Mancata produzione di energia elettrica "verde", che dovrà di conseguenza essere generata attraverso l'utilizzo di fonti tradizionali, in controtendenza con gli obiettivi di decarbonizzazione internazionali e nazionali, oltre a quelli del Piano Energetico Regionale;
- Mancati vantaggi economici per la collettività in termini di indotto e di occupazione per la manodopera a livello locale e nazionale, sia in fase di realizzazione che di esercizio dell'impianto.

Si evidenzia inoltre che, nello scenario di non intervento, l'area continuerebbe a essere destinata agli usi produttivi già pianificati dallo strumento urbanistico (zona D). L'alternativa zero garantirebbe quindi la conservazione delle condizioni ambientali preesistenti solo nel breve periodo, senza fornire alcun contributo al processo di transizione energetica e mantenendo invariata la dipendenza da fonti fossili, in contrasto con le strategie nazionali (PNIEC) e regionali di pianificazione energetica. Essa rappresenta pertanto un elemento comparativo obbligatorio, ma non una soluzione sostenibile nel lungo periodo.

# 3 OPERE COMUNI DI CONNESSIONE

Di seguito sono riassunti sinteticamente gli interventi in progetto, mentre per la descrizione puntuale si rimanda agli elaborati "*B.2 Relazione tecnico illustrativa*" e "*Relazione Tecnica_CP_Villacidro*".

## *3.1 Descrizione degli interventi previsti*

Gli interventi previsti in progetto sono i seguenti:

- nuova Stazione Elettrica di interconnessione tra la rete RTN a 220kV e la rete RTN a 150kV;
- raccordi aerei a 220kV per inserire in entra-esce la nuova SE nella linea a 220kV "Oristano-Sulcis";
- raccordi aerei 150kV per la connessione della linea "Guspini-Pabillonis" alla nuova SE 220/150 kV;
- 2 nuovi elettrodotti aerei in semplice terna a 150 kV di tipo unificato per connettere in antenna la CP Guspini alla nuova SE;
- Demolizione e ripotenziamento del tratto di linea aerea a 150 kV "Villacidro-Guspini" nel tratto compreso tra la nuova SE e la CP di Villacidro;
- raccordo aereo 150 kV per la connessione della "Guspini-Villacidro" alla nuova SE 220/150 kV;
- sostituzione di un breve tratto aereo della linea a 70 kV "CP Guspini – CP San Gavino Monreale", in prossimità della CP Guspini, con un tratto in cavo contenuto interamente all'interno della CP Guspini, per razionalizzare il nodo della CP Villacidro;
- ampliamento e riconfigurazione della CP Villacidro.

La progettazione di tutti gli elementi è stata svolta avendo sempre come priorità gli obiettivi di tutela dell'ambiente, della salute umana e della salvaguardia delle risorse naturali. Questi devono poter dialogare con le necessità connesse alla pianificazione della produzione e distribuzione dell'energia elettrica nell'ambito territoriale per giungere al giusto punto di unione.

In particolare, la progettazione dell'intero intervento è stata eseguita pensando di ridurre al minimo la lunghezza dei tratti di nuovi elettrodotti da realizzare.

I sostegni nuovi saranno messi in posizione tale da ridurre al minimo gli inconvenienti dovuti alla loro presenza (per esempio si è cercato di posizionarli in prossimità dei confini dei fondi).

L'orografia del territorio è pressoché pianeggiante, fatta eccezione per qualche tratto dei nuovi raccordi 220 kV che si trovano in territori sub/pianeggianti in quanto posti su un'area a ridosso dei rilievi montuosi. Mentre i raccordi 220 kV e il rinforzo della Villacidro-Guspini sono tracciati abbastanza lineari, i nuovi raccordi a 150 kV presentano tracciati con più deviazioni in quanto nella progettazione si è dovuto tener conto del rispetto dei vincoli imposti dal DPCM del 08/07/2003 per la protezione dall'esposizione dei campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti. Poiché questi raccordi sono posti a nord del centro abitato di Guspini, in aree relativamente abitate, per rispettare tali vincoli dalle abitazioni si è dovuto adottare percorsi meno rettilinei di quelli citati in precedenza.

Tutti i sostegni della linea "Villacidro-Guspini" dovranno essere demoliti e sostituiti con nuovi sostegni aventi prestazioni meccaniche migliori e altezze tali da rispettare le distanze di sicurezza previste da normativa.

Per i nuovi raccordi 150 kV E 220 kV i sostegni saranno tutti realizzati ex novo.

### *3.1.1 Localizzazione ed interferenze*

I comuni coinvolti dagli interventi sopra descritti sono Guspini, Gonnosfanadiga, San Gavino Monreale e Villacidro.

Lo sviluppo generale delle opere è evidenziato nell'elaborato "B.20 Corografia di inquadramento".
Le aree coinvolte dal ripotenziamento della linea "Villacidro-Guspini" sono le medesime di quelle occupate dall'esistente elettrodotto, in particolare sarà utilizzato un tracciato parallelo.
Il progetto di ripotenziamento prevede l'installazione di un nuovo conduttore, di diametro maggiore a quello esistente, che consenta una maggior portata di corrente. Tale intervento comporta però la sostituzione di tutti i sostegni che non sono in grado di resistere alle nuove sollecitazioni indotte dal nuovo conduttore. Inoltre l'installazione del nuovo conduttore, che è più pesante di quello esistente, ha delle frecce maggiori di quello esistente e non consente quindi di rispettare le distanze di sicurezza imposte da normativa. I nuovi sostegni che saranno installati saranno posti su un tracciato parallelo a quello esistente posto circa 10 m più a sud.

**Figura 12 Configurazione finale dell'intervento**

L'elettrodotto "Villacidro - Guspini" parte dalla CP di Villacidro, posta nel comune di Villacidro, a nord di esso, nella località produttiva del comune. È posta lungo la Strada Provinciale 61, ad ovest di essa. L'elettrodotto continua poi verso nord-ovest, in modo rettilineo, senza deviazioni, per circa 6,5 km. L'elettrodotto arriva quindi in comune di San Gavino Monreale, ad Ovest di esso, e circa 1,5km più a nord della Strada Statale 197 devia verso Ovest in direzione Guspini. Anche in questo tratto l'elettrodotto continua in modo rettilineo, quasi parallelamente al tracciato dell'ex ferrovia Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale. A quasi 0,5 km prima della strada Statale 126 l'elettrodotto devia verso Sud-Ovest in direzione della CP di Guspini. Quest'ultimo tratto di linea sarà demolito e dall'attuale punto di deviazione partirà un nuovo tratto di elettrodotto che arriverà alla nuova SE di Guspini.
Parallelamente a quest'ultimo nuovo tratto sarà realizzato il nuovo tratto di linea che inizierà anch'esso dal punto di deviazione della linea "Guspini – Pabillonis" e arriverà alla nuova SE di Guspini.
La nuova SE di Guspini sarà posta in un'area lungo il tracciato dell'ex ferrovia Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale, a nord di essa in un'area a destinazione agricola. La nuova stazione sarà posta a circa 800m dalla SS126 e vi si accederà imboccando il tracciato dell'ex ferrovia, che dovrà essere adeguato e asfaltato, proprio dalla SS126.
I nuovi raccordi a 150 kV che collegheranno la CP di Guspini alla nuova SE di Guspini avranno una lunghezza di circa 800m. Partono appunto dalla CP di Guspini, seguono un andamento nord/ovest, attraversano il tracciato dell'ex ferrovia per poi arrivare alla nuova SE.
I due nuovi elettrodotti 220 kV necessari per inserire in entra-esce la nuova SE alla linea esistente 220 kV "Oristano-Sulcis" seguono un andamento est/ovest. Corrono paralleli tra di loro, attraversano il tracciato dell'ex ferrovia e si innestano sulla linea "Oristano-Sulcis" in un'area compresa tra la Strada Provinciale 66 e il tracciato dell'ex ferrovia.

Con riferimento alle campate previste dalla soluzione progettuale che sarà descritta di seguito, nella sottostante tabella viene riportato l'elenco delle

principali interferenze che sono evidenziate anche in una apposita planimetria nell'elaborato di progetto "*B.26 Corografia con attraversamenti*":

**Tabella 6 Principali interferenze rilevate per gli interventi**

| LINEA 150 kV "VILLACIDRO-GUSPINI" | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NUM Attrav. | Campata | Tipologia di attraversamento | Comune | Ente proprietario o gestore |
| 1 | PG-1 | Strada comunale | Villacidro | Comune |
| 2 | 1-2 | Strada comunale | Villacidro | Comune |
| 3 | 2-3 | Strada comunale | Villacidro | Comune |
| 4 | 2-3 | Linea MT | Villacidro | E-distribuzione |
| 5 | 3-4 | Strada comunale | Villacidro | Comune |
| 6 | 3-4 | Linea BT | Villacidro | E-distribuzione |
| 7 | 6-7 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 8 | 6-7 | Canale Niu Grobu | San Gavino Monreale | |
| 9 | 7-8 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 10 | 9-10 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 11 | 10-11 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 12 | 12-13 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 13 | 12-13 | Linea BT | San Gavino Monreale | E-distribuzione |
| 14 | 13-14 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 15 | 14-15 | Linea BT | San Gavino Monreale | E-distribuzione |
| 16 | 14-15 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 17 | 15-16 | Strada Statale 197 | San Gavino Monreale | Anas |
| 18 | 15-16 | Linea MT | San Gavino Monreale | E-distribuzione |
| 19 | 15-16 | Fosso Gora Perda Frau | San Gavino Monreale | Comune |
| 20 | 16-17 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 21 | 16-17 | Fosso Gora Pixina Quaddu | San Gavino Monreale | Comune |
| 22 | 17-18 | Fosso Gora Pixina Murta | San Gavino Monreale | Comune |
| 23 | 18-19 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 24 | 18-19 | Linea AT | San Gavino Monreale | E-distribuzione |
| 25 | 19-20 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 26 | 20-21 | Linea MT | San Gavino Monreale | E-distribuzione |
| 27 | 21-22 | Strada vicinale | San Gavino Monreale | |
| 28 | 21-22 | Linea BT | San Gavino Monreale | E-distribuzione |
| 29 | 24-25 | Linea BT | San Gavino Monreale | E-distribuzione |
| 30 | 24-25 | Strada comunale | San Gavino Monreale | Comune |
| 31 | 25-26 | Linea BT | Gonnosfanadiga | E-distribuzione |
| 32 | 25-26 | Strada comunale | Gonnosfanadiga | Comune |
| 33 | 27-28 | Strada Provinciale 4 | Gonnosfanadiga | Prov. Medio Campidano |
| 34 | 27-28 | Linea MT | Gonnosfanadiga | E-distribuzione |
| 35 | 28-29 | Strada vicinale | Gonnosfanadiga | |
| 36 | 30-31 | Linea BT | Gonnosfanadiga | E-distribuzione |
| 37 | 30-31 | Strada comunale | Gonnosfanadiga | Comune |
| 38 | 32-33 | Strada comunale | Gonnosfanadiga | Comune |
| 39 | 33-34 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 40 | 34-35 | Riu terra Maistus | Guspini | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 41 | 35-36 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 42 | 35-36 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 43 | 35-36 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 44 | 35-36 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 45 | 38-39 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 46 | 38-39 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 47 | 38-39 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 48 | 38-39 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 49 | 38-39 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 50 | 40-41 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 51 | 40-41 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 52 | 40-41 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 53 | 40-41 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 54 | 40-41 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 55 | 41-42 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 56 | 41-42 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 57 | 41-42 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 58 | 41-42 | Strada Statale 126 | Guspini | Anas |
| 59 | 41-42 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 60 | 42-43 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 61 | 43-44 | Strada comunale | Guspini | Comune |

| RACCORDO 150 kV TRA LA NUOVA SE E LINEA 150kV "PABILLONI-GUSPINI" | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NUM Attrav. | Campata | Tipologia di attraversamento | Comune | Ente proprietario o gestore |
| 50 | 4-5 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 51 | 4-5 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 52 | 4-5 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 53 | 4-5 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 54 | 4-5 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 55 | 3-4 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 56 | 3-4 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 57 | 3-4 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 58 | 3-4 | Strada Statale 126 | Guspini | Anas |
| 59 | 3-4 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 60 | 2-3 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 61 | 1-2 | Strada comunale | Guspini | Comune |

| RACCORDI 150 kV TRA LA NUOVA SE E LA CP “GUSPINI” | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NUM Attrav. | Campata | Tipologia di attraversamento | Comune | Ente proprietario o gestore |
| 62 | 12-13 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 63 | 12-13 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 64 | 12-13 | Strada privata | Guspini | |
| 65 | 12-13 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 66 | 12-13 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 67 | 13-14 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 68 | 13-14 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 69 | 14-15 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 70 | 14-15 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 71 | 14-15 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 62 | 21-22 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 63 | 21-22 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 64 | 22-23 | Strada privata | Guspini | |
| 65 | 22-23 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 66 | 22-23 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 67 | 23-24 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 68 | 24-25 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 69 | 24-25 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 70 | 24-25 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 71 | 24-25 | Strada comunale | Guspini | Comune |

| RACCORDI 220 kV TRA LA NUOVA SE E LINEA 220kV "ORISTANO - SULCIS" | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NUM Attrav. | Campata | Tipologia di attraversamento | Comune | Ente proprietario o gestore |
| 72 | 116-117/1 | Strada Provinciale 66 | Guspini | Provincia |
| 73 | 117/1-117/2 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 74 | 117/2-117/3 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 75 | 117/3-117/4 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 76 | 117/4-117/5 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 77 | 117/4-117/5 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 78 | 117/5-117/6 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 79 | 117/5-117/6 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 80 | 117/6-117/7 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 81 | 117/6-117/7 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 82 | 117/6-117/7 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 83 | 117/7-PG | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 84 | 117/7-PG | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 85 | 117/14-117/13 | Strada privata | Guspini | |
| 74 | 117/13-117/12 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 75 | 117/12-117/11 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 76 | 117/10-117/11 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 77 | 117/10-117/11 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 78 | 117/9-117/10 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 79 | 117/9-117/10 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 80 | 117/8-117/9 | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 81 | 117/8-117/9 | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 82 | 117/8-117/9 | Linea BT | Guspini | E-distribuzione |
| 83 | 117/8-PG | Linea MT | Guspini | E-distribuzione |
| 84 | 117/8-PG | Strada comunale | Guspini | Comune |
| 86 | 117/8-PG | Linea telefonica | Guspini | Telecom |

### *3.1.2 Nuova Stazione Elettrica di Guspini*

La nuova stazione sarà formata da due reparti in AT, uno a 220 kV e uno a 150 kV, interconnessi con due autotrasformatori da 250 o 400 MVA.
Lo schema unifilare della nuova stazione è riportato nell'elaborato "B.62 - Schema Unifilare", mentre il layout di stazione è riportato nell'elaborato: "B.50 - Planimetria opere elettromeccaniche stazione elettrica".
Saranno inoltre presenti all'interno della SE:

- l'edificio comandi;
- l'edificio servizi ausiliari;
- le cabine di consegna in MT;
- i chioschi di stazione;
- le vasche per i sistemi antincendio;
- le vasche di trattamento delle acque e di recupero dell'olio degli auto-trasformatori;
- un sistema di generazione autonomo (gruppo elettrogeno)

La migliore disposizione dei reparti e degli edifici di stazione permette di comprimere ed ottimizzare quanto più possibile le dimensioni ma prevede comunque l'occupazione di un'area rettangolare di circa 34'000 m².
Trattasi di un'area a destinazione agricola a nord del tracciato dell'ex ferrovia mineraria "Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale".
Per consentire il normale accesso alla Stazione e il trasporto delle diverse apparecchiature, tra cui gli autotrasformatori, si renderà necessario adeguare l'esistente tracciato dell'ex ferrovia per renderlo percorribile dai mezzi.
Il tratto di tracciato da adeguare è compreso tra la SS126 e la strada asfaltata, laterale della SP66, posta a circa 850m a ovest, e dovrà essere sistemato, allargato in alcuni punti e asfaltato.

### *3.1.3 Raccordi aerei 220 kV SE – Linea "Oristano-Sulcis"*

Per inserire in entra-esce la nuova SE alla linea a 220kv "Oristano-Sulcis" saranno realizzati 2 nuovi raccordi aerei 220 Kv, mediante due linee elettriche a 220 kV in Semplice Terna, parallele tra loro.
Verranno a questo scopo impiegati tralicci unificati Terna della serie 220 Kv Semplice Terna, di tipo troncopiramidali e dotati di tre mensole, alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino modificato, adatto ad ospitare 2 funi di guardia.
I conduttori di questi due elettrodotti saranno del tipo ACSR di diametro Ø 33.99mm. Le funi di guardia saranno in Alluminio-Acciaio di diametro 11,5 mm contenente 48 fibre ottiche.
Le fondazioni dei sostegni saranno del tipo superficiale a piedini separati.

### *3.1.4 Raccordo aereo 150 kV SE – Linea "Guspini-Pabillonis"*

Per la connessione della linea 150 kV "Guspini-Pabillonis" alla nuova SE sarà realizzato nuovo raccordo aereo 150kV in Semplice Terna.
Saranno utilizzati tralicci unificati Terna della serie 150 kV Semplice Terna conduttore 31,5 mm a tiro pieno, anch'essi di tipo troncopiramidali e dotati di tre mensole, alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia.
I conduttori saranno del tipo ZTAL di diametro Ø22,75 m.
La fune di guardia sarà in Alluminio - Acciaio di diametro 11,5 mm contenente 48 fibre ottiche.
Le fondazioni dei sostegni saranno del tipo superficiale a piedini separati.
Tale intervento, per quanto di competenza del presente progetto, è da considerarsi limitato ai primi 5 sostegni a partire dalla futura SE di Terna.

### *3.1.5 Raccordo aereo 150 kV Linea "Villacidro-Guspini" - SE*

Il nuovo raccordo aereo 150 kV tra la nuova SE e la linea 150Kv "Villacidro-Guspini" sarà realizzato in Semplice Terna.
Saranno utilizzati tralicci unificati Terna della serie 150 Kv Semplice Terna conduttore 31,5 mm a tiro pieno, anch'essi di tipo troncopiramidali e dotati di

tre mensole, alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia.
I conduttori saranno del tipo ACSR di diametro Ø31,5mm.
La fune di guardia sarà in Alluminio-Acciaio di diametro 11,5 mm contenente 48 fibre ottiche.
Le fondazioni dei sostegni saranno del tipo superficiale a piedini separati.

### *3.1.6 Nuovi elettrodotti aerei a 150 kV "CP Guspini" - SE*

I 2 nuovi elettrodotti aerei 150 Kv saranno realizzati mediante due linee elettriche a 150 kV, parallele tra loro, in Semplice Terna.
Saranno realizzati utilizzando tralicci unificati Terna della serie 150 Kv Semplice Terna conduttore 31,5 mm a tiro pieno.
I tralicci saranno del tipo troncopiramidali, dotati di tre mensole alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia.
I conduttori saranno del tipo ACSR di diametro Ø31,5 mm.
La fune di guardia sarà in Alluminio-Acciaio di diametro 11,5 mm contenente 48 fibre ottiche.
Le fondazioni dei sostegni saranno del tipo superficiale a piedini separati.

### *3.1.7 Ripotenziamento linea aerea 150 kV "Villacidro-Guspini"*

Il ripotenziamento dell'elettrodotto aereo 150 kV Villacidro-Guspini nel tratto compreso tra la nuova SE e la "CP Villacidro" prevede la sostituzione dell'esistente conduttore di diametro 22,8 mm con nuovo conduttore ACSR di diametro Ø 31.5 mm, in grado di trasportare una maggiore intensità di corrente rispetto a quello esistente.
I nuovi sostegni saranno installati su un nuovo tracciato, parallelo a quello esistente e posto circa 10 m più a sud, e saranno tralicci unificati Terna della serie 150 Kv Semplice Terna conduttore 31,5 mm a tiro pieno.

I tralicci saranno del tipo troncopiramidali, dotati di tre mensole alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia. La geometria sarà dunque simile a quella dei sostegni esistenti.

### *3.1.8 Sostituzione tratto aereo con tratto in cavo dell'elettrodotto a 70 kV "CP Guspini – CP San Gavino Monreale"*

Saranno sostituite le prime due campate aeree dell'elettrodotto a 70 kV "CP Guspini – CP San Gavino Monreale" con un nuovo tratto di elettrodotto in cavo che si svilupperà completamente all'interno della recinzione dell'attuale CP di Guspini, di proprietà di e-distribuzione.
Sarà pertanto realizzato un nuovo sostegno portaterminali all'interno della CP di Guspini e dei nuovi terminali cavo nello stallo di partenza dell'elettrodotto.
Contestualmente verranno demolite le prime due campate aeree, sostituite dal cavo, e relativi sostegni.

### *3.1.9 Potenziamento CP Villacidro*

Gli interventi in progetto inerenti alla cabina primaria MT/AT esistente, da realizzarsi al fine di permettere la connessione dei nuovi impianti fotovoltaici, riguarderanno:

1. Realizzazione di linea interrata su percorso asfaltato di lunghezza L1 = 800 m;
2. Realizzazione di linea interrata su percorso sterrato di lunghezza L2 = 485 m;
3. Fornitura e posa di container prefabbricato DY 770 ad U;
4. Montaggi elettromeccanici con scomparti di arrivo e consegna;
5. Fornitura e posa in opera di fibra ottica in percorso interrato L = L1+L1=1285 m;
6. Realizzazione delle opere civili per stallo trasformatore MT/AT da 40 MVA;

7. Fornitura e osa in opera dello stallo trasformatore MT/AT da 40 MVA;
8. Realizzazione delle opere civili per bobina di Petersen;
9. Fornitura e posa in opera di bobina di Petersen;
10. demolizione di 2 campate AT e relative apparecchiature
11. recupero e posa cavetterie stalli AT esistenti
12. spostamento quadro BT locale protezioni
13. potenziamento di sistema di sbarre MT del QMT fabbricato 1
14. recupero e/o posa di 1520 m di cavo MT da 630 $mm^2$
15. opere civili di riconfigurazione vie cavi MT e BT

### 3.2 Nuova SE Guspini

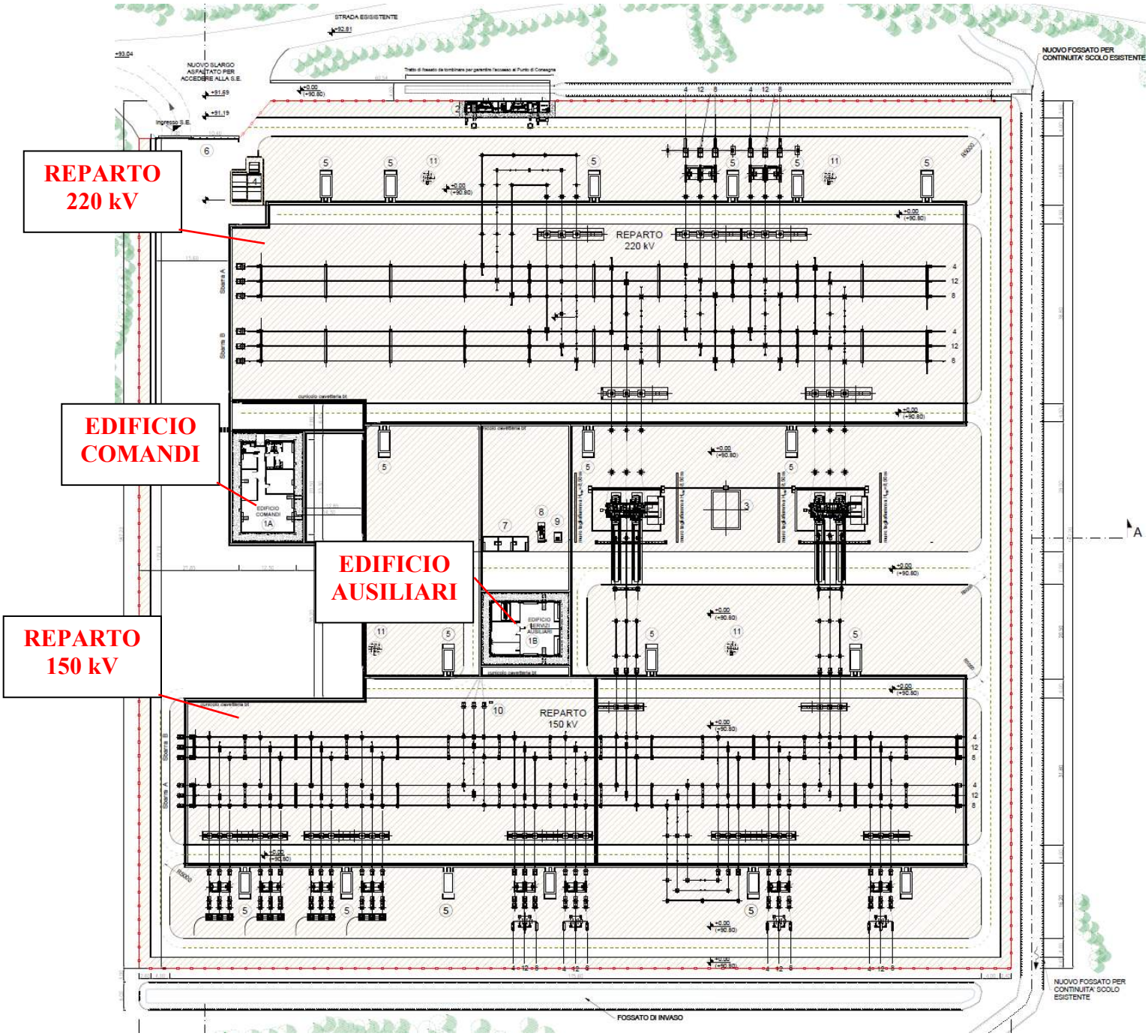



**Figura 13 Nuova SE Guspini – Estratto tavola B.38**

### *3.2.1 Impianto AT*

Il reparto a 220 kV sarà composto da un doppio sistema di sbarre tipo AIS; n.1 stallo parallelo sbarre tipo AIS, n.2 stalli completi per linea aerea tipo AIS (per l'entra esce sulla linea a 220 kV "Oristano- Sulcis"), n.2 stalli completi per ATR tipo AIS, n.3 stalli disponibili (linea) e n. 1 stallo predisposizione 3^ ATR.
Il reparto a 150 kV sarà composto da un doppio sistema di sbarre tipo AIS; n.1 stallo parallelo sbarre tipo AIS; n.4 stalli per linea aerea tipo AIS (per l'entra esce sulla linea a 150 kV "Villacidro-Pabillonis" e per la doppia antenna sulla CP di Guspini); n.4 stalli per linea in cavo tipo AIS (per la connessione di produttori); n.2 stalli per ATR tipo AIS; n.1 stallo predisposizione 3^ ATR; n.2 stalli disponibili (linea); n.1 terna di trasformatori induttivi di potenza.

Per quanto riguarda le macchine elettriche di stazione, saranno presenti n.2 autotrasformatori (ATR) da 250 o 400 MVA, oltre ad una predisposizione per un ulteriore ATR, soggetti ai controlli di prevenzione incendi.
I sostegni delle apparecchiature elettromeccaniche dei reparti AT saranno del tipo unificato TERNA in acciaio zincato a caldo, e graveranno su opere di fondazione in conglomerato cementizio armato anch'esse facenti parte dell'unificazione TERNA.

Elaborati di riferimento:

- *B.50 Nuova S.E. Guspini - Planimetria opere elettromeccaniche*
- *B.51 Nuova S.E. Guspini - Sezioni elettromeccaniche*
- *B.60 Nuova S.E. Guspini – Schema unifilare*
- *B.54 Relazione tecnica di prevenzione incendi per la Stazione Elettrica*
- *B.55 Planimetria S.E. prevenzione incendi*

All'interno della Stazione verranno realizzati dei chioschi di stazione, i quali dovranno contenere i quadri periferici SAS ("*Sistema Automazione Stazione*"). I chioschi di stazione hanno dimensione in pianta di 4,80x2,40m e

un'altezza di 2,90m e sono realizzati con una struttura prefabbricata costituita da pannelli sandwich realizzati da due lamiere grecate con interposto materiale coibente tipo poliuretano schiumato autoestinguente o equivalente.
Gli infissi e il rivestimento della copertura saranno in lamiera di color grigio chiaro. La superficie del pannello coibentato è verniciata con finitura RAL 9002 bianco grigio. Tale finitura sarà quindi visibile nei prospetti esterni dei chioschi di stazione, come osservabile dalla foto seguente.

Elaborato di riferimento:

- *"B.49 Nuova S.E. Guspini – Chiosco di stazione"*

**Figura 14 Esempio di chioschi di stazione con verniciatura RAL 9002 bianco grigio.**

### *3.2.2 Edificio comandi*

Per l'alloggiamento del sistema di comando e controllo della stazione elettrica sarà realizzato un edificio, di seguito detto "Edificio Comandi", rispondente alle specifiche tecniche TERNA. All'interno dello stesso sono previsti i locali logistici (ufficio e deposito) ed i servizi igienici dell'impianto.
L'edificio comandi è costituito da un corpo di fabbrica di forma rettangolare, delle dimensioni planimetriche di 20,00 x 11,80 m. L'edificio si sviluppa su di

un solo piano, con altezza utile netta di 3,30 m per tutti i locali. La superficie coperta dell'edificio è di 236,00 m².

La struttura, tipicamente di tipo prefabbricato, è costituita da pilastri in C.A.V. a sezione quadrata o rettangolare con travi di copertura. La copertura è costituita da pannelli sandwich coibentati, completi di guaina impermeabilizzante. Per la copertura è stata prevista una orditura secondaria in profili in acciaio.
I pilastri si innestano per incastro su plinti a bicchiere prefabbricati in c.a. mediante getti di inghisaggio.
La tamponatura esterna è costituita da pannellature modulari prefabbricate in C.A. isolate da 20 cm, con controparete interna con interposto isolante per coibentazione fino ad uno spessore di 10 cm, a seconda della fascia climatica, e serramenti in alluminio a taglio termico.

Lungo il perimetro della copertura è presente anche una veletta in c.a. prefabbricato, che si appoggia sulla testa dei pilastri e si vincola alle travi primarie mediante barre filettate o perni.

Esternamente la finitura dei pannelli sarà a superficie del tipo fondo cassero verniciato nelle tonalità tenui del giallo, e comunque nei colori compresi nella gamma cromatica delle terre, in accordo con le disposizioni generali per le costruzioni nelle zone agricole nel Comune di Guspini.

Il fabbricato sarà dotato di impianto di produzione e distribuzione acqua potabile calda e distribuzione acqua fredda, impianto di illuminazione, prese FM, climatizzazione, ventilazione e fotovoltaico.

Per i dettagli architettonici si rimanda all'elaborato:

- *"B.40.1 Nuova S.E. Guspini e civili - Edificio comandi"*

### *3.2.3 Edificio servizi ausiliari*

Per l'ubicazione dei quadri elettrici dei servizi ausiliari c.a. e c.c., generali centralizzati, i quadri MT delle alimentazioni S.A., le batterie 110 Vcc, i relativi raddrizzatori ed il gruppo elettrogeno di emergenza, sarà realizzato un edificio, di seguito detto "Edificio Servizi Ausiliari", rispondente alle specifiche tecniche TERNA.

L'edificio servizi ausiliari è costituito da un corpo di fabbrica di forma rettangolare, delle dimensioni planimetriche di 15,20 x 11,80 m. L'edificio si sviluppa su di un solo piano, con altezza utile netta di 3,30 m per tutti i locali. La superficie coperta dell'edificio è di 180,00 m².

La struttura, tipicamente di tipo prefabbricato, avrà caratteristiche analoghe all'edificio comandi, e sarà dotata di impianti tecnologici quali impianto di illuminazione, prese FM, climatizzazione, ventilazione e fotovoltaico.

Per i dettagli architettonici si rimanda all'elaborato:

- *"B.40.2 Nuova S.E. Guspini e civili - Edificio servizi ausiliari"*

### *3.2.4 Cabine di consegna in MT*

Lungo il perimetro della SE, sul lato ovest e in adiacenza all'accesso principale, sarà ubicato l'edificio di doppia consegna in MT.
La posizione del manufatto sarà tale da consentire l'accesso ai locali da parte delle società distributrici senza accedere alla SE, e davanti alla cabina di consegna sarà realizzato un piazzale asfaltato.

All'interno vi si troveranno le apparecchiature di controllo e di collegamento delle linee elettriche di Media Tensione dell'Azienda di distribuzione locale, oltre che all'azienda di telecomunicazioni competente per l'area.

Si tratta di un unico fabbricato disposto lungo il confine, ad un piano fuori terra, realizzato interamente con strutture prefabbricate in c.a.v. omologato agli standard della società distributrice.
Le pareti esterne, in continuità con quanto previsto per gli edifici di stazione, saranno tinteggiate nelle tonalità tenui del giallo avendo cura di mantenersi nei colori compresi nella gamma cromatica delle terre. I serramenti esterni e la lattoneria in alluminino saranno preverniciati di colore grigio chiaro.

Elaborato di riferimento:

- *"B.41 Nuova S.E. Guspini – Cabine di consegna in MT"*

### *3.2.5 Accessi e delimitazioni*

Come da specifiche Terna, la SE verrà completamente delimitata con una recinzione cieca del tipo in calcestruzzo armato gettata in opera, dello spessore minimo di 30 cm e un'altezza di 2,50 m dal piano campagna. Tale dimensione è richiesta al fine di prevenire il rischio di intrusione di estranei dall'esterno. Sarà realizzata una fondazione in c.a. a trave continua, anch'essa gettata in opera e opportunamente dimensionata.
Allo scopo di migliorare l'inserimento della SE nel contesto agricolo esistente, sulla facciata esterna della recinzione sarà posato un rivestimento in finta pietra adeguatamente ancorato alla struttura in c.a. con finitura tale da richiamare la tipologia costruttiva del muretto a secco tipico della zona.
Il cancello della nuova SE sarà del tipo carraio scorrevole, in acciaio zincato a caldo, con apertura non inferiore ai 7 m. Il cancello scorrevole sarà automatizzato, come anche il cancello pedonale adiacente che avrà larghezza 1 metro.
Sul perimetro della SE sarà inoltre realizzato un impianto antintrusione, che verrà posizionato alla base della recinzione perimetrale (lato interno); tale impianto sarà costituito da due tubi in PVC DN 100 e da pozzetti prefabbricati in cls 50x50 cm con chiusino in ghisa, posti ad una distanza compresa tra i 50/60 metri (max). Al fianco di ogni pozzetto, lato stazione rispetto al cavidotto, saranno realizzate le fondazioni per il posizionamento di pali in

vetroresina dedicati al montaggio delle telecamere, oltre alle fondazioni per gli armadi di controllo.
I sistemi di rilevazione saranno distribuiti lungo tutto il perimetro della recinzione rendendo equidistanti tutti i rilevatori, in maniera tale da assicurare la piena copertura di protezione.

Elaborato di riferimento:

- *"B.42 Nuova S.E. Guspini – Recinzione perimetrale e cancello di accesso"*

### *3.2.6 Viabilità interna ed aree a piazzale*

I piazzali stradali e la viabilità di impianto saranno asfaltati. Il manto d'asfalto sarà del tipo tradizionale, costituito da binder e tappetino di usura, steso al di sopra di uno strato di base adeguatamente preparato, e avrà pendenze tali da garantire l'allontanamento delle acque meteoriche verso la rete di smaltimento. Le strade di reparto avranno larghezza minima di 4 metri.
I piazzali dei reparti AT, ove saranno ubicate le apparecchiature elettromeccaniche, saranno realizzati con una soletta in calcestruzzo dello spessore di 20 cm armato con rete elettrosaldata, anch'essi con pendenze tali da garantire l'allontanamento delle acque meteoriche verso la rete di smaltimento. La finitura sarà realizzata con ghiaino del tipo "Sarone" o similare.
Le strade all'interno dei reparti AT avranno larghezza minima di 4 metri secondo specifiche TERNA.

Le differenti aree sopra descritte saranno delimitate da una cordonata in calcestruzzo e dalle recinzioni precedentemente descritte.
Elaborato di riferimento:

- *"B.37 Nuova S.E. Guspini - Sezioni terreno, scavi e riporti"*
- *"B.38 Nuova S.E. Guspini - Planimetria generale opere civili"*
- *"B.39 Nuova S.E. Guspini - Sezioni stato di progetto"*

### *3.2.7 Opere idrauliche per smaltimento acque reflue e meteoriche*

L'edificio comandi di Stazione è dotato di servizi igienici (wc, lavelli e doccia) per il personale che, saltuariamente, opererà in impianto per la manutenzione ordinaria legata all'esercizio, poiché il comparto non sarà presidiato. Per tale motivo, il dimensionamento della rete di raccolta e scarico delle acque reflue domestiche in queste condizioni risulta molto esiguo e si ritiene non ragionevolmente conveniente il collettamento alla rete pubblica di raccolta dei reflui. È prevista quindi la realizzazione di una vasca a tenuta di idonee dimensioni che sarà vuotata al raggiungimento di un prefissato livello di riempimento. Tale manufatto sarà ubicato in area agevolmente accessibile, all'interno della proprietà.

Per quanto riguarda la rete di smaltimento delle acque meteoriche, la SE sarà dotata di una rete interrata in grado di raccogliere le acque meteoriche provenienti dalla viabilità e dai piazzali di stazione ove sono ubicate le apparecchiature AT. La rete verrà collegata al fossato di invaso sul confine est, mediante due pozzetti di ispezione in c.a. di dimensioni interne utili di 150x150 cm dotato di una strozzatura Ø300 mm con paratoia di sezionamento da manovrare in caso di situazioni di emergenza. Il fossato di invaso sarà collegato mediante specifica condotta e manufatto di controllo finale alla rete ricettrice di valle.

Nella SE sono presenti n. 2 autotrasformatori di tensione (ATR) contenenti una quantità d'olio variabile tra i 60 e i 70 $m^3$ cadauno. Le piazzole ove sono collocati gli ATR sono progettate in maniera tale da contenere eventuali fuoriuscite di olio che possono accidentalmente avvenire nei casi eccezionali di guasti e malfunzionamenti. In tali piazzole sono raccolte inoltre le acque meteoriche, il tutto è collegato alla rete di smaltimento delle acque meteoriche previo passaggio in un sistema di trattamento di acque meteoriche da oli minerali di tipo off-line con accumulo e rilascio delle acque. L'impianto sarà costituito da una o più vasche monoblocco in cemento armato a perfetta tenuta idraulica, nelle quali si svolgono le seguenti fasi di trattamento: accumulo delle acque di pioggia, separazione delle acque di prima pioggia da quelle

successive; sollevamento; disoleazione gravimetrica; filtrazione a coalescenza; scarico delle acque depurate.

Elaborati di riferimento:

- *"B.56 Nuova S.E. Guspini - Relazione opere idrauliche"*
- *"B.57 Nuova S.E. Guspini - Planimetria opere idrauliche"*

### *3.2.8 Gruppo elettrogeno*

Per i propri consumi la SE sarà alimentata da linee elettriche in MT della rete pubblica; in soccorso alle alimentazioni ausiliarie sarà installato un Gruppo Elettrogeno (G.E.) su un'area libera esterna ai reparti AT, del tipo cofanato, rispondente a tutti gli standard di legge.

La suddetta attività è soggetta ai controlli di prevenzione incendi in quanto individuata nell'allegato I del DPR n. 151 del 2011.

### *3.2.9 Viabilità di accesso*

Per consentire il normale accesso alla Stazione e il trasporto delle apparecchiature e macchinari, tra cui gli autotrasformatori, è necessario adeguare l'esistente tracciato dell'ex ferrovia, oggi percorso sterrato, per renderlo percorribile dai mezzi. Il tratto di tracciato da adeguare è quello compreso tra la SS126 e la strada asfaltata posta più a ovest, a circa 850m, laterale della SP66. Tale tratto dovrà essere sistemato, allargato in alcuni punti e asfaltato.

Elaborati di riferimento:

- *"B.17 Relazione Tecnica nuova viabilità"*
- *"B.43 Planimetria generale viabilità accesso SE"*
- *"B.44 Planimetria accesso nuova viabilità"*
- *"B.45 Planimetria catastale nuova viabilità"*
- *"B.46 Profilo nuova viabilità*
- *"B.47 Sezioni e particolari nuova viabilità"*

### *3.2.10 Opere di mitigazione e mascheramento*

La quota altimetrica di progetto della nuova SE si trova a 90,80 m s.l.m.m., in posizione più bassa rispetto alla strada di accesso ad ovest e a sud dell'area, entrambe costeggiate da filari di arbusti quali lentisco, rovi selvatici e fichi d'india. Si ritiene che la collocazione altimetrica della nuova opera, unitamente alla presenza delle siepi attuali lungo le due strade, generino di fatto un effetto concreto di mascheramento senza richiedere ulteriori interventi di mitigazione.

Durante l'esecuzione dei lavori per la costruzione della nuova SE e della relativa viabilità di accesso, saranno mantenute il più possibile le preesistenze arbustive procedendo con la rimozione solo laddove necessario, ovvero in corrispondenza del nuovo accesso alla SE e delle opere idrauliche che dovranno essere realizzate per garantire lo scolo delle acque meteoriche dai piazzali di stazione.

Per quanto riguarda le opere di adeguamento dell'ex tracciato ferroviario che richiedono l'allargamento della sede stradale, le essenze rimosse saranno oggetto di ripiantumazione al fine di ripristinare lo stato iniziale dei luoghi e riproporre l'esistente siepe laterale al percorso (lato SE) con essenze arbustive ed arboree tipiche della macchia mediterranea evoluta.

Per quanto riguarda il lato settentrionale ed orientale dell'area, entrambi interessati dai lavori di realizzazione delle opere idrauliche per lo smaltimento delle acque provenienti dalla SE, considerata la distanza della nuova SE dalle strade percorribili a nord e ad est, si ritiene che sia sufficientemente mascherata dai filari esistenti tra i terreni circostanti.

## *3.3 Elettrodotti*

### *3.3.1 Caratteristiche elettriche*

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto a seguito dell'intervento in progetto rimangono invariate in termini di tensione e frequenza, mentre viene modificato il valore di intensità di corrente e quindi la potenza trasportabile.
Le caratteristiche elettriche sono le seguenti:

**Tabella 7 Elettrodotto Villacidro-Guspini**

| | |
|---|---|
| **Frequenza nominale** | 50 Hz |
| **Tensione nominale** | 150 kV |
| **Corrente periodo freddo** | 1131 A |
| **Corrente periodo caldo** | 806 A |
| **Potenza periodo freddo** | 294 MW |
| **Potenza periodo caldo** | 209 MW |

**Tabella 8 Nuovi raccordi 150 kV**

| | |
|---|---|
| **Frequenza nominale** | 50 Hz |
| **Tensione nominale** | 150 kV |
| **Corrente periodo freddo** | 870 A |
| **Corrente periodo caldo** | 620 A |
| **Potenza periodo freddo** | 226 MW |
| **Potenza periodo caldo** | 161 MW |

**Tabella 9 Nuovi raccordi 220 kV**

| | |
|---|---|
| **Frequenza nominale** | 50 Hz |
| **Tensione nominale** | 220 kV |
| **Corrente periodo freddo** | 1012 A |
| **Corrente periodo caldo** | 744 A |
| **Potenza periodo freddo** | 386 MW |
| **Potenza periodo caldo** | 283 MW |

### *3.3.2 Conduttori e corde di guardia*

In tutti gli interventi sulle linee aeree previsti (Ripotenziamento "Villacidro-Guspini", nuovi raccordi 150 kV, nuovi raccordi 220 kV) verranno installati conduttori ACSR di diametro 31,5 mm, con esclusione unicamente del breve tratto di linea a "Guspini – Pabillonis" dove verrà installato un conduttore ad alta temperatura ZTAL di diametro 22,75 mm.

Nel potenziamento della linea elettrica 150 kV "Villacidro-Guspini" i conduttori esistenti di diametro 22,8 mm verranno sostituiti con nuovi conduttori ACSR di diametro 31,5 mm. La fune di guardia sarà sostituita con una nuova corda di guardia in acciaio zincato incorporante 48 fibre ottiche di diametro pari a 11,50 mm.
Nei raccordi a 220 kV saranno invece installati conduttori Alluminio-Acciaio di diametro 33,99 mm.

Ciascuna fase elettrica delle linee 150 kV sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm$^2$ composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm, con carico di rottura teorico di 16.852 daN.
Ciascuna fase elettrica delle linee 150kV dei raccordi della Linea "Guspini-Pabillonis" sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda di lega della sezione complessiva di 306,9 mm$^2$ composta da n. 7 fili di lega di Fe-Ni (Invar) del diametro 3,25 mm e da n. 30 fili di Al-Zr del diametro di 3,25 mm, con un diametro complessivo di 22,75 mm, con carico di rottura teorico di 9.872 daN.
Ciascuna fase elettrica delle linee 220 kV sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 682,80 mm$^2$ composta da n. 7 fili di acciaio del diametro 3,17 mm e da n. 48 fili di alluminio del diametro di 4,08 mm, con un diametro complessivo di 33,99 mm, con carico di rottura teorico di 16.055 daN.

I franchi minimi da terra sono riferiti al conduttore più basso in massima freccia a 55°; in ogni caso i conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 6.4, ovvero quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del regolamento annesso al D.M. 16/01/1991.

Gli elettrodotti saranno inoltre dotati della corda di guardia in acciaio zincato incorporante 48 fibre ottiche di diametro pari a 11,50 mm destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni.

I raccordi a 220kV saranno dotati di due funi di guardia, quindi i cimini dei sostegni unificati 220 kV dovranno essere modificati per fare in modo che possano ospitare le 2 funi.

### *3.3.3 Sostegni*

I sostegni non sostituiti della linea 150 kV "Villacidro-Guspini" sono a semplice terna con fusto tronco– piramidale costituiti da angolari di acciaio zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali in numero diverso in funzione dell'altezza.

Anche i nuovi sostegni previsti nella linea "Villacidro-Guspini" e nei nuovi raccordi 150 kV e 220 kV saranno a semplice terna con fusto tronco – piramidale e saranno costituiti anche essi da angolari di acciaio zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali che saranno in numero diverso in funzione dell'altezza.

Solo due sostegni dei raccordi 220 Kv saranno di tipo Doppia Terna con le mensole solo su un lato, disposte quindi a bandiera.

Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature dei nuovi sostegni sono stati eseguiti conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego in zona A.

I sostegni, che saranno provvisti di difese parasalita, avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. L'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai seguenti elementi strutturali: piedi, base, tronchi, parte comune e mensole.
I piedi del sostegno sono l'elemento di congiunzione con il terreno e possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento in caso di terreni acclivi; alle mensole sono applicati gli armamenti, cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso, che possono essere di sospensione o di amarro.
Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I nuovi sostegni a 150 kV in semplice terna saranno realizzati utilizzando quelli della serie unificata con conduttore da 31,5mm a tiro pieno.
I nuovi sostegni a 220 kV in semplice terna saranno realizzati utilizzando quelli della serie unificata. Saranno però modificati in modo tale che i cimini unificati, che normalmente ospitano 1 fune di guardia, possano ospitare due funi di guardia. I sostegni ai picchetti 117/2 e 117/13 saranno del tipo Doppia Terna con mensole a bandiera.

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati.
Per quanto concerne le fondazioni e i relativi calcoli di verifica, ci si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Per i sostegni esistenti che non vengono modificati è stato fatto un confronto tra le azioni (TPL) dei nuovi conduttori con i TPL con cui sono stati calcolati i sostegni esistenti. Se i primi risultano inferiori ai secondi il sostegno è idoneo a sopportare i nuovi carichi.

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

### *3.3.4 Fondazioni*

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.
La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.
Ciascun piedino di fondazione è composto da:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un "*moncone*" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "*piede*" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino.

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.
Come già detto, le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geo-meccaniche, su terreni instabili o su

terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

Nel caso specifico, in base ai sopralluoghi e alla relazione geologica, si ritiene che tutti i sostegni possano essere realizzati su fondazioni superficiali unificate.
Nel caso in cui, in fase esecutiva, in base alle indagini eseguite, dovessero manifestarsi situazioni in cui i terreni siano di scarse caratteristiche geotecniche, saranno realizzate fondazioni di tipo profondo su pali trivellati o micropali.
L'utilizzo di fondazioni profonde permette inoltre di ridurre le dimensioni delle fondazioni e limitare pertanto le aree di occupazione al suolo.

### *3.3.5 Isolamento*

L'isolamento dell'elettrodotto, previsto per una tensione massima di esercizio di 150 kV e 220kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN del tipo "antisale", connessi tra loro a formare catene di:

- almeno 13 elementi negli amarri e 13 nelle sospensioni, per i sostegni a 150 kV;
- almeno 18 elementi negli amarri e 18 nelle sospensioni, per i sostegni a 220kV.

Le catene saranno del tipo a I doppie per ciascuno dei rami.
Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.
Si rimanda al relativo elaborato "*B.14 Relazione elementi tecnici di impianto*" in cui sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali, oltre alle due distanze "dh" e "dv" atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.

Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.
In base alle caratteristiche di inquinamento eccezionale della zona interessata dall'elettrodotto e alle tabelle di comportamento degli isolatori riportate in *Relazione tecnico illustrativa,* verrà adottata la soluzione dei 13 isolatori antisale (passo 146 mm) tipo J2/2 per gli armamenti 150 kV e dei 18 isolatori antisale (passo 146 mm) tipo J2/2 per gli armamenti 220 kV.

### *3.3.6 Morsetteria ed armamenti*

Gli elementi di morsetteria utilizzati saranno del tipo unificato per elettrodotti con livello di tensione pari a 132-150 kV e 220kV. In ogni caso, tutti gli elementi sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.
A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti. Nel caso in oggetto, la morsetteria prevista presenta un carico di rottura minimo pari a 120 kN.
Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno. La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione). Gli elementi costituenti la morsetteria sono realizzati con materiali adatti allo scopo e collaudati secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 7-9.
La composizione degli armamenti da installare sui sostegni è riportata, in dettaglio, nell'elaborato "*B.13 – Tabella di picchettazione*".

Tutti gli armamenti saranno dotati di racchette di guardia, mentre gli armamenti di amarro dei pali gatto di stazione potranno essere dotati di corna

spinterometriche per la scarica delle sovratensioni di origine atmosferica o di manovra.
Per quanto riguarda la fune di guardia, saranno utilizzati sia gli armamenti di sospensione, sia quelli di amarro.

## *3.4 Potenziamento CP Villacidro*

### *3.4.1 Disposizione elettromeccanica Ante e Post operam*

La situazione ante operam è individuabile negli elaborati:

- *2335E 10050 - Planimetria elettromeccanica - stato di fatto;*
- *2335E 10051 - Planimetria cavidotti - stato di fatto;*
- *2335E 10052 - Planimetria generale - opere da demolire;*

La situazione post operam, che prevede le opere di ampliamento ed adeguamento è individuabile negli elaborati:

- *2335E 10053 - Planimetria generale - progetto opere edili;*
- *2335E 10054 - Planimetria generale - progetto opere elettromeccaniche;*
- *2335E 10055 - Planimetria generale pozzetti e corrugati;*
- *2335E 10056 - Progetto - sezioni edili;*
- *2335E 10057 - Progetto - sezioni elettromeccaniche;*
- *2335F 32010 - Planimetria antincendio - DPR 151*

In riferimento alle indicazioni contenute nella norma CEI 99-2 (*Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata - Parte 1: Prescrizioni comuni*) e agli standard di e-distribuzione contenuti nelle specifiche di riferimento fornite, si ottengono le distanze adeguate ai fini dell'esercizio.

Le principali distanze progettuali adottate sono dunque riportate nella seguente tabella:

| PRINCIPALI DISTANZE DI PROGETTO | [m] |
|---|---|
| Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature ed i conduttori in sorpasso | 2,20 |
| Distanza tra le fasi adiacenti di due sistemi di sbarre | 8,00 |
| Distanza asse stalli adiacenti | 14,00 |
| Larghezza degli stalli | 11,00 |
| Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra) | 4,50 |
| Quota asse sbarre | 7,00 |

### *3.4.2 Apparecchiature MT AT e componenti di stazione*

Le apparecchiature ed i componenti principali AT, previsti in ampliamento per la cabina primaria, per la connessione dell'impianto in oggetto sono i seguenti:

| APPARECCHIATURA / MACCHINA / COMPONENTE | Numero |
|---|---|
| Prolungamento sistema di sbarre AT | 1 |
| Trasformatore di potenza MT/AT 40 MVA | 1 |
| Sistema ibrido monostallo tipo Y1 | 1 |
| Quadro MT in container tipo DY 770 | 1 |
| Scaricatori di sovratensione AT | 3 |
| Bobine di Petersen di tipo variabile | 1 |

### *3.4.3 Sostegni per le apparecchiature di stazione*

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature di stazione saranno di tipo tubolare, completi di tutti gli accessori necessari e predisposti per il loro collegamento alla rete di terra di stazione. Per le caratteristiche effettive si farà riferimento alle specifiche ed alle tabelle a standard del Gestore.
Le carpenterie e le rispettive fondazioni dovranno essere verificate da tecnico abilitato, che predisporrà apposita relazione di calcolo, in accordo con il D.M. del 17/01/2018 (NTC 2018).

Il sistema di sbarre sarà realizzato mediante conduttori tubolari o corda in lega di allumino conforme alle specifiche di prodotto.

### *3.4.4 Assetto di stazione - cavidotti - opere civili*

Nei documenti:

- *2335E 10054 Progetto - Planimetria Elettromeccanica;*
- *2335E 10057 Progetto - Sezioni Elettromeccaniche;*

si riporta la configurazione delle apparecchiature e l'assetto del piazzale di stazione e delle fondazioni; tali particolari sono meglio dettagliati nell'elaborato *2314E 10056 Progetto – Sezioni Opere Edili*.

In fase di progettazione esecutiva, a seguito della scelta del fornitore, verrà fornita al Gestore di rete la documentazione di conformità in merito alle caratteristiche suddette.

La parte interna all'area della cabina primaria sarà realizzata in cunicoli o cavedio con la predisposizione di tubi PEAD. Nel tratto esterno interrato, la sezione di scavo prevede la posa di piastre di protezione in c.a.v., o, previa approvazione da parte del Gestore, con protezioni equivalenti, gettate in opera, purché manutenibili.

Nella stessa sezione di scavo dovrà essere prevista la posa della fibra ottica, secondo le specifiche e- distribuzione e tabella di unificazione DC 4677, essa verrà posata nella canalizzazione realizzata sui tracciati dei cavi MT mediante l'impiego di tritubo in PEHD e, dove necessario, di pozzetti in cls per consentire il tiro, il cambio di direzione del cavo, l'alloggiamento dei giunti e della ricchezza di scorta del cavo.

L'alloggiamento dei sistemi di controllo, ausiliari e protezioni AT, per la parte gestore verranno integrati nei relativi scomparti presenti nei locali esistenti della Cabina Primaria.

Per la connessione dei circuiti di attuazione BT e di segnale per le apparecchiature AT e l'edificio di controllo, sono stati previsti cunicoli in c.a. e/o tubi in PVC, questi saranno meglio dettagliati nella fase di progettazione esecutiva.

Le coperture degli eventuali cunicoli saranno realizzate con pannelli in PRFV, in ghisa, lamiera o cls secondo indicazioni, nei vari casi, fornite dalla Direzione dei Lavori, in generale la portata sarà di 2000 kg/m$^2$ per i cunicoli non carrabili e 5000 kg/m$^2$ per i cunicoli carrabili.

### *3.4.5 Impianto di terra*

L'impianto di terra, in primo dimensionamento, è calcolato per una corrente di 31,5 kA, per una durata di 0.5 s costituito, da una rete magliata in corda di rame, da 63 $mm^2$, con i collegamenti da 125 $mm^2$, secondo le indicazioni della norma CEI 99-3 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. e della CEI 99-5 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze atti- ve e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.

Il valore di dimensionamento potrebbe variare con riferimento alla reale corrente di guasto a terra, valore previsionale, comunicato da Terna a e-distribuzione; in ogni caso, il lato di maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto indicato nella norma CEI 99-3, il lato di magliatura sarà inoltre ridotto nei punti ove è previsto un maggior gradiente di potenziale, quali basi dei TA, TV e scaricatori.

In primo dimensionamento l'impianto di terra primario sarà costituito da maglie in corda di rame nudo, con sezione 63 $mm^2$, tale maglia sarà interrata ad una profondità variabile tra 0,70 e 1 m.

Le masse delle apparecchiature, così come le strutture metalliche di sostegno saranno connesse all'impianto di terra mediante opportuni conduttori in rame, il cui numero varia da 2 a 4 in funzione della tipologia del componente connesso a terra.

Al termine della realizzazione dell'impianto di terra si dovrà procedere alla misura della resistenza tota- le e delle tensioni di passo e contatto, nel caso ci siano delle tensioni limite di contatto UTP fuori dai va- lori ammissibili indicati nella norma CEI 99-3 si procederà ad adottare i provvedimenti indicati nella stessa norma per questi punti critici.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche, saranno in rame di sezione 125 $mm^2$, collegati a due lati di maglia.

I trasformatori di corrente TA, quelli di tensione TV saranno collegati alla rete di terra, mediante quattro conduttori di rame sempre di sezione da 125 $mm^2$,

per migliorare, in occasione delle correnti ad alta frequenza, la compatibilità elettromagnetica EMC nei riguardi delle apparecchiature di protezione e di controllo.

In generale la connessione all'impianto di terra dei sostegni verrà realizzato mediante capo- corda e bullone, mentre tutte le connessioni tra conduttori di rame verranno effettuate con dei morsetti a compressione.

Particolare attenzione andrà posta nella connessione degli scaricatori di sovratensione, che saranno collegati direttamente alla maglia di terra, tramite conduttore da 125 $mm^2$ isolato o protetto.

## *3.5 Fase di cantiere ed altre indicazioni*

Le tipologie di opere in progetto (stazione elettrica ed elettrodotti aerei) richiedono due differenti cantierizzazioni, per adattare la logistica ai diversi scopi ed attrezzature.

L'insieme del "cantiere di lavoro" sarà di conseguenza composto da un'area centrale (o cantiere base), in corrispondenza della nuova SE, e da più aree di intervento (micro-cantiere), localizzate in corrispondenza dei singoli sostegni a servizio degli elettrodotti aerei.

### *3.5.1 Realizzazione della SE*

Il cantiere base è quello a cui si riferisce l'indirizzo del cantiere e dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per il materiale e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera.

Per i lavori oggetto di relazione il campo base coincide con il cantiere della stazione elettrica. Data la posizione non baricentrica del campo base, potrà comunque essere prevista la realizzazione di un'area intermedia adibita a supporto del campo base, la quale replicherà parte dei servizi come per esempio lo stoccaggio dei materiali.

L'area intermedia sarà individuata in una delle aree già occupate dai micro-cantieri per ridurre il traffico veicolare di spostamento.

Il cantiere della stazione elettrica farà altresì da appoggio ai lavori di riqualificazione della viabilità di accesso della nuova sotto stazione: lo sviluppo massimo di circa 900 metri e la posizione a ridosso della stazione evidenzia l'opportunità di far coincidere le aree di cantiere, rimandando solo per brevi periodi ad un cantiere lineare lungo il tracciato.

L'area individuata ha le seguenti caratteristiche

- destinazione d'uso agricola
- di forma regolare
- accessibilità da strade asfaltate di adeguata sezione per il transito di autocarri
- area pianeggiante o comunque leggermente acclive, priva di vegetazione e priva di vincoli
- lontananza da possibili recettori sensibili (abitazioni, scuole, ecc.).

**Tabella 10 Fasi di cantiere per la SE**

| FASE | DESCRIZIONE |
|---|---|
| Apertura ed organizzazione del cantiere | Approntamento del cantiere, controllo documentazione di progetto e verifica del sito e del perimetro, verifica degli adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto |
| Realizzazione delle fondazioni dei vari apparati e della pavimentazione su una porzione dell'area di cantiere. e montaggio degli stessi | In questa fase verranno realizzate le fondazioni e pavimentazione su una porzione dell'area di cantiere. Verranno installati parte degli apparati. |
| Spostamento della logistica interna di cantiere dalla porzione non pavimentata alla porzione pavimentata. Realizzazione delle fondazioni dei vari apparati e della pavimentazione sulla porzione rimanente dell'area di cantiere. | In questa fase verranno realizzate le fondazioni e la pavimentazione sulla porzione rimanente dell'area di cantiere. Verranno installati parte degli apparati. |
| Realizzazione delle opere civili e dei manufatti. | Realizzazione di fabbricati, cabine, manufatti in genere e cavidotti di stazione. |
| Collegamento della linea | Mediante l'utilizzo dell'argano e, in caso di bisogno, dell'elicottero si teserà la parte terminale della linea. |
| Chiusura cantiere | Ritiro dei materiali dislocati nelle aree di cantiere, controllo della documentazione di progetto, verifica degli adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto |

### *3.5.2 Realizzazione della linea aerea*

Le aree di intervento dislocate lungo il tracciato si dividono in:

- micro cantiere: è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno, o attività su di esso svolte.

La costruzione di ogni singolo sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "micro-cantieri", le cui attività comprendono le operazioni di scavo, montaggio base, getto delle fondazioni, rinterro, e montaggio del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m, sono immuni da ogni emissione dannosa e generalmente hanno una breve durata.

- area di linea: è l'area interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti ed attività complementari.

Tra le attività complementari, ad esempio, vi sono la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie d'accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio delle piante, ecc.

Si evidenzia che le aree di linea possono, in alcuni casi, coincidere con le aree di micro - cantiere.

**Tabella 11 Fasi di cantiere per le linee aeree**

| FASE | DESCRIZIONE |
|---|---|
| Apertura ed organizzazione del cantiere | Approntamento del cantiere, controllo documentazione di progetto e verifica del tracciato, verifica degli adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto |
| Realizzazione fondazioni e montaggio sostegni | In questa fase verranno realizzate le fondazioni. I sostegni verranno premontati nelle aree di cantiere ed ubicati nei micro cantieri dove si procederà all'assemblamento |
| Tesatura della linea | Mediante l'utilizzo dell'argano e dell'elicottero si teserà la linea. Per la realizzazione di questa fase si predispone una opportuna area di cantiere |
| Chiusura cantiere | Ritiro dei materiali dislocati nelle aree di cantiere, controllo della documentazione di progetto, verifica degli adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto |

### *3.5.3 Tempistiche*

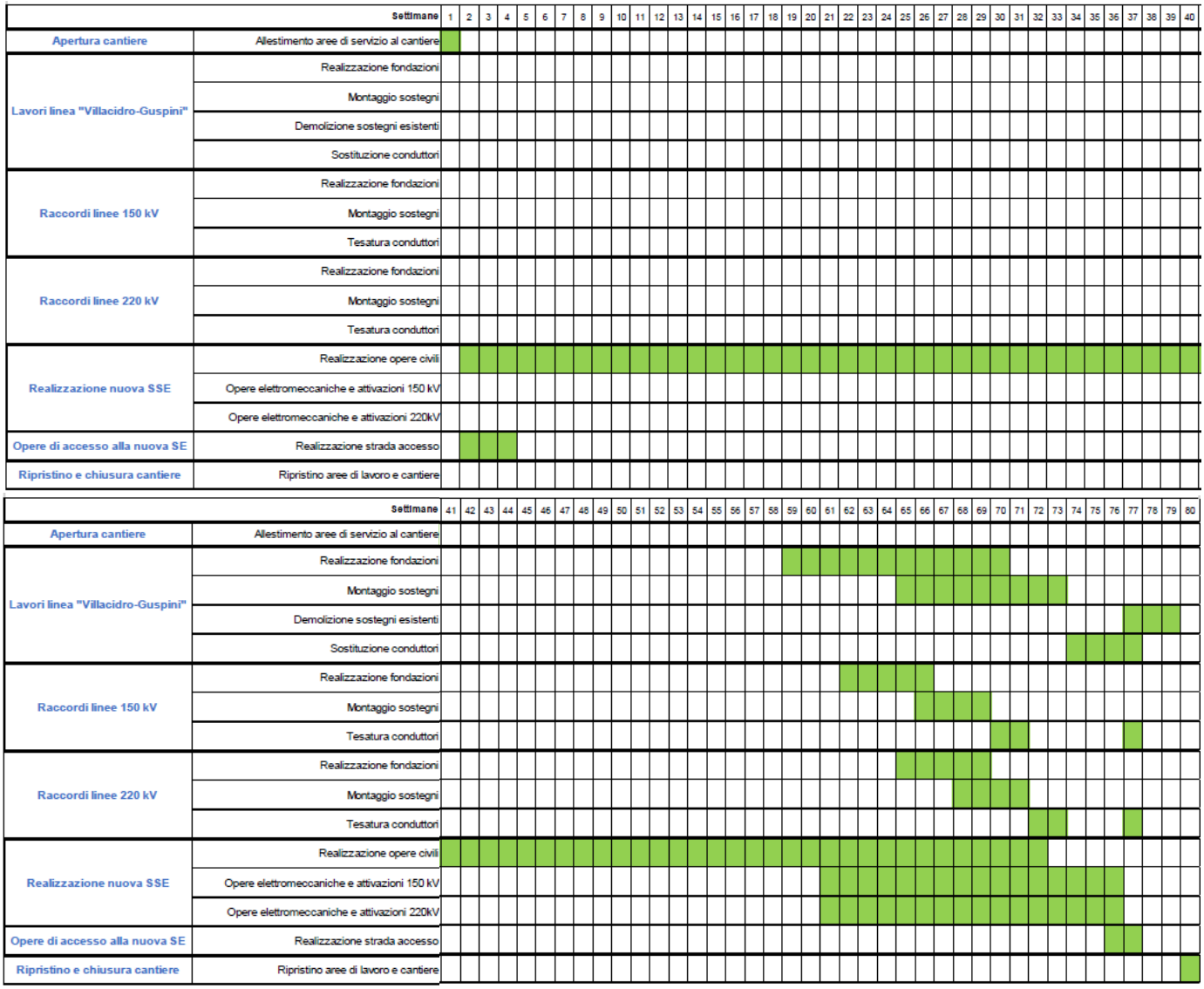
La fase di cantierizzazione sarà avviata immediatamente a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione alla costruzione.

In riferimento al cronoprogramma dei lavori, riportato in seguito, le prime lavorazioni in progetto riguarderanno la SE "Guspini", con l'allestimento delle aree di servizio, la realizzazione della nuova viabilità di accesso e delle opere civili.

Solo in un secondo momento è prevista la costruzione dei nuovi elettrodotti e la riqualificazione di quelli esistenti, che procederà in contemporanea alla realizzazione delle opere elettromeccaniche previste nella nuova SE.

In questo modo sarà possibile ottimizzare il tempo richiesto per completare l'opera, previsto in circa 560 giorni naturali e consecutivi (circa 80 settimane).

**Tabella 12 Cronoprogramma dei lavori – Linea aerea**



### *3.5.4 Fase di esercizio e di dismissione*

In generale le operazioni di conduzione e manutenzione degli elettrodotti e della stazione elettrica hanno il carattere della saltuarietà.
Nella fase di esercizio sono previste regolari ispezioni di controllo sullo stato dei singoli sostegni e lungo il percorso dei conduttori. Le opere in progetto sono tutte facilmente accessibili dalla viabilità ordinaria o dalle strade secondarie di campagna e di accesso ai fondi.
Gli interventi di manutenzione ordinaria (sostituzione lavaggio isolatori, sostituzione di sfere e/o distanziatori ecc.) sono svolte in genere da un'unica squadra di operai con l'impiego di piccole attrezzature.
Gli interventi più importanti di manutenzione straordinaria (sostituzione conduttori, tralicci ecc.) hanno un impatto similare a quello dei micro-cantieri.

La stazione elettrica, l'elettrodotto e la Cabina Primaria saranno governati e monitorati in remoto dal Centro Operativo Terna di riferimento. In caso di malfunzionamenti e/o guasti sono previste protezioni che metteranno immediatamente fuori servizio la linea.
Si evidenzia altresì che la rete elettrica è dotata di strumenti di sicurezza che, in caso di avaria grave (interruzione di cavi) dispongono l'immediato sezionamento del tratto danneggiato, arrestando il flusso di energia.
Vi è inoltre ridondanza nei dispositivi posti a protezione delle linee, al fine di garantire l'interruzione della corrente anche nel caso di mancato funzionamento di quelli del tratto interessato da un danno. In tale evenienza infatti scatterebbero quelli delle linee ad essi collegate.
Sono quindi da escludere rischi derivanti da eventi causati dalla corrente per effetto del malfunzionamento e/o danneggiamento delle opere (ad esempio: incendi causati dal crollo di un sostegno).

Ai fini dell'ammortamento finanziario la durata delle opere in progetto viene usualmente fissata in 40 anni.

Con le dovute manutenzioni e accorgimenti la vita dell'elettrodotto, e di concerto della stazione elettrica, risulta certamente superiore a quanto previsto dal piano finanziario.

Nel momento in cui le opere giungeranno comunque alla fine del loro ciclo di vita, sarà possibile un completo ripristino dei luoghi.

Gli elettrodotti e la stazione interessano solo lo strato superficiale del suolo e la loro rimozione non causa impatti irreversibili sulle aree impegnate.

I disagi maggiori per l'ambiente, sempre di entità limitata, possono correlarsi alle attività di cantiere necessarie per gli smantellamenti. Questi sono legati prevalentemente all'occupazione temporanea di suolo dovuta ai cantieri e alle emissioni atmosferiche e acustiche del traffico veicolare e dei mezzi d'opera.

La maggior parte dei materiali, quali i conduttori, l'acciaio dei tralicci metallici, il calcestruzzo delle fondazioni… potrà essere riciclata ed utilizzata per la realizzazione di altre opere.

# 4 INDICE DELLE FIGURE

*Figura 1 Configurazione finale dell'impianto fotovoltaico* ..... 4
*Figura 2 Vista laterale del tracker* ..... 6
*Figura 3 Esempio di fissaggio delle strutture di supporto* ..... 7
*Figura 4 Inverter SG320HX* ..... 8
*Figura 5 Tipologia di trasformatore utilizzabile* ..... 9
*Figura 6 Particolare di posa dei cavi AC inverter-skid* ..... 10
*Figura 7 Particolare di posa dei cavi AC 36 kV* ..... 11
*Figura 8 Dettaglio area di ingresso con cabine di consegna e utente* ..... 12
*Figura 9 Sezione tipo viabilità interna all'impianto e piazzali* ..... 14
*Figura 10 Cancello per l'accesso all'area* ..... 15
*Figura 11 Schema degli angoli di inclinazione dei pannelli* ..... 32
*Figura 12 Configurazione finale dell'intervento* ..... 39
*Figura 13 Nuova SE Guspini – Estratto tavola B.38* ..... 49
*Figura 14 Esempio di chioschi di stazione con verniciatura RAL 9002 bianco grigio.* ..... 51

# 5 INDICE DELLE TABELLE

*Tabella 1 Risultati simulazione anno 1* ..... 18
*Tabella 2 Produzione stimata in 30 anni* ..... 18
*Tabella 3 Emissioni in atmosfera evitate* ..... 19
*Tabella 4 Cronoprogramma dei lavori – Fotovoltaico* ..... 21
*Tabella 5 Confronto tra le alternative localizzative* ..... 28
*Tabella 6 Principali interferenze rilevate per gli interventi* ..... 41
*Tabella 7 Elettrodotto Villacidro-Guspini* ..... 59
*Tabella 8 Nuovi raccordi 150 kV* ..... 59
*Tabella 9 Nuovi raccordi 220 kV* ..... 59
*Tabella 10 Fasi di cantiere per la SE* ..... 71
*Tabella 11 Fasi di cantiere per le linee aeree* ..... 72
*Tabella 12 Cronoprogramma dei lavori – Linea aerea* ..... 74