



COMUNE DI  
VILLACIDRO



COMUNE DI  
SAN GAVINO MONREALE



PROVINCIA DEL  
MEDIO CAMPIDANO



MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE AUTONOMA  
DELLA SARDEGNA



COMUNE DI  
SANLURI



COMUNE DI  
SERRAMANNA

# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "VILLACIDRO 3" E OPERE CONNESSE

COMUNI DI VILLACIDRO E SAN GAVINO MONREALE (VS)

POTENZA MASSIMA DI IMMISSIONE IN RETE 50.000 kW  
POTENZA MASSIMA INSTALLATA PANNELLI 51.300 kWp

SIA

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

DATA  
25/02/2022

REVISIONE  
1

SCALA

CODICE

**TOMO.2**

TITOLO

**QUADRO PROGETTUALE**

IL PROPONENTE

**GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.**  
Piazza del Grano, 3  
39100 Bolzano (BZ)

I TECNICI INCARICATI PER LA V.I.A.

**Dott. Ing. Giovanna Locci**  
Piazza della Conciliazione, 3 – 09032 Assemini (CA)  
mob +39 388 117 4542  
email [giovannalocci@gmail.com](mailto:giovannalocci@gmail.com)



**BETTIOL ING. LINO SRL**  
*Società di Ingegneria*

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)  
S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)  
Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273  
E-mail: [bettiolinglinosrl@legalmail.it](mailto:bettiolinglinosrl@legalmail.it)

**GREENENERGYSARDEGNA2**

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 39100 Bolzano (BZ)



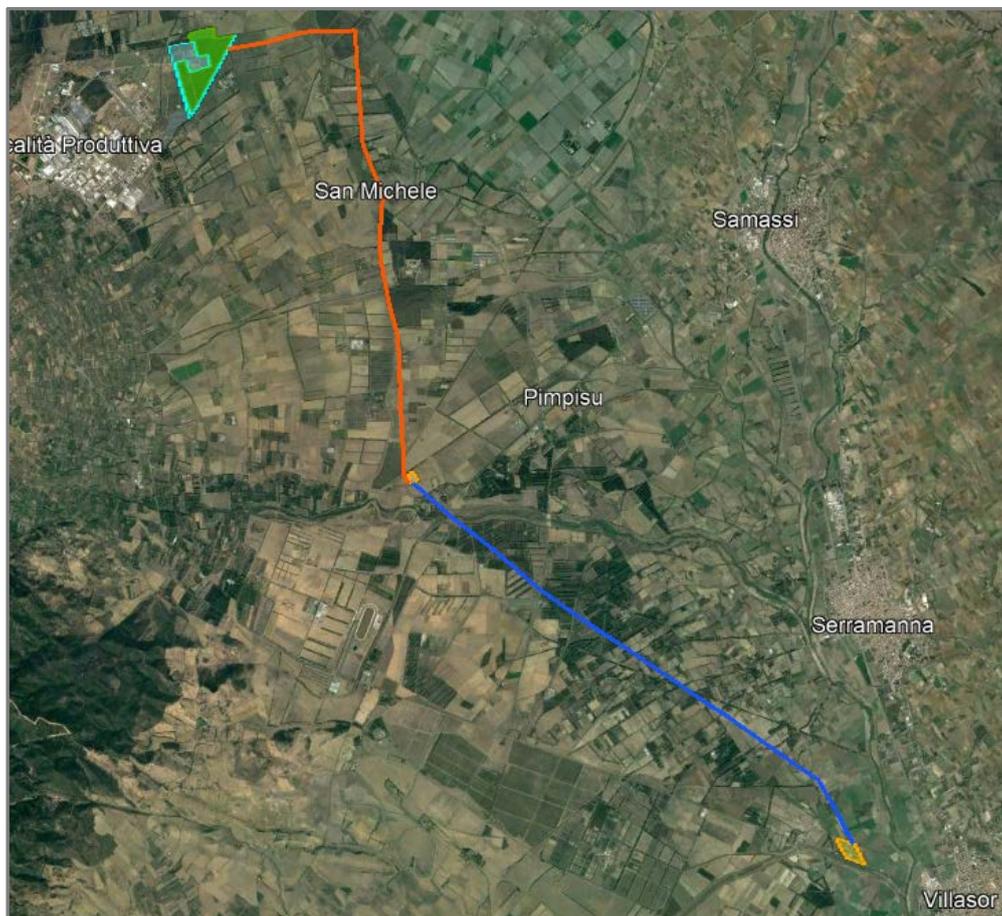
|                             |  |                           |       |
|-----------------------------|--|---------------------------|-------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE</b><br><b>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica <b>TOMO.2</b>    |       |
|                             |  | Rev. 00<br>del 25/02/2022 | Pag.2 |

## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "VILLACIDRO 3" E OPERE CONNESSE

### QUADRO PROGETTUALE

#### PREMESSA

Il progetto in disamina è finalizzato alla realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di mirto e foraggio e per la produzione di energia elettrica da fonte energetica rinnovabile solare fotovoltaica (in verde nell'ortofoto che segue). Il progetto riguarda altresì la realizzazione di un cavidotto interrato (in arancio nell'ortofoto che segue), MT a 30 kV, per il collegamento dell'impianto alla Sottostazione Elettrica Utente di Serramanna (sistema di sbarre a 150 kV per condivisione in "condominio" dello stallo Terna S.p.A. con altri produttori) ed infine la realizzazione delle opere di connessione alla Rete Nazionale (in azzurro nell'ortofoto che segue), oggetto di analisi approfondita nella "Parte B" del presente quadro progettuale.



*Ortofoto dell'area di intervento ricompresa fra i comuni di Villacidro, San Gavino Monreale, Villasor e Serramanna*

|                             |  |                           |       |
|-----------------------------|--|---------------------------|-------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE</b><br><br><b>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |       |
|                             |  | Rev. 00<br>del 25/02/2022 | Pag.3 |

L’Impianto, che sarà denominato “**Villacidro 3**” e avrà una potenza di picco di 51,3 MWp ed una potenza in immissione ed una potenza disponibile (PnD) pari a 50 MW, è stato progettato in aree a destinazione agricole, aventi complessivamente estensione pari a circa 59ha, ricadenti entro i territori comunali di Villacidro e San Gavino Monreale, nella provincia del Medio Campidano, rispettivamente ad una distanza di circa 3,5Km e 5 Km dai due centri abitati. Inoltre, Green Energy ha stipulato dei contratti di acquisizione di altre aree confinanti con quelle dell’impianto, che verranno utilizzate per dei progetti di studio (a tal proposito si rimanda alla relazione agronomica), e pertanto complessivamente l’area a disposizione è pari a circa 100 ha.

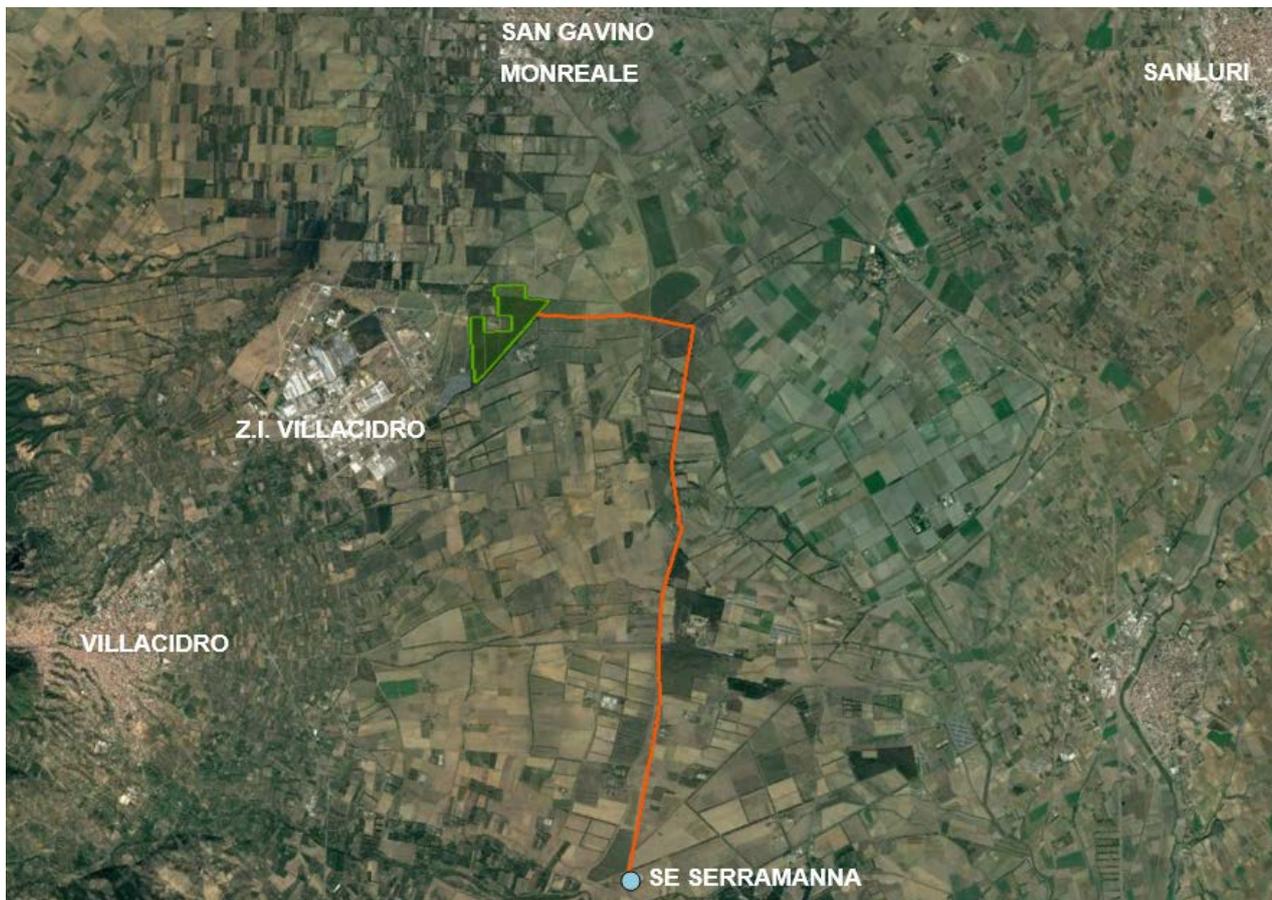
L’ortofoto che segue individua l’area a disposizione (perimetro ciano + perimetro verde) di estensione pari a circa 100 ha e l’area destinata all’impianto agrivoltaico (zona verde) di estensione pari a ca. 59 ha.



*Ortofoto dell’area di intervento (in verde il perimetro dell’impianto agrivoltaico / in ciano altre aree a disposizione di Green Energy Sardegna 2 srl / in arancio il cavidotto interrato di collegamento alla CP Serramanna).*

Per il collegamento dell’impianto agrivoltaico alla stazione elettrica di smistamento (SE) di Serramanna è prevista la realizzazione di un cavidotto interrato di circa 10,2 km di lunghezza. La sottostazione inoltre dovrà essere ampliata ed il suo collegamento alla rete elettrica nazionale dovrà essere implementato (vedi parte B del presente documento).

L’ortofoto che segue indica in verde l’area di intervento, in arancio la linea del cavidotto interrato ed in celeste la stazione elettrica di smistamento di Serramanna.



*Ortofoto dell'area di intervento (in verde il perimetro dell'impianto agrivoltaico / in rosso il cavidotto interrato / in celeste la Stazione Elettrica di Serramanna)*



*Ortofoto del sito di installazione dell'impianto agrivoltaico Villacidro 3 (in giallo la linea di confine fra il territorio comunale di Villacidro e di San Gavino Monreale).*



*Ortofoto del perimetro della Stazione Elettrica di smistamento di Serramanna in ampliamento.*

|                             |  |                           |       |
|-----------------------------|--|---------------------------|-------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica <b>TOMO.2</b>    |       |
|                             |  | Rev. 00<br>del 25/02/2022 | Pag.5 |

## **IL QUADRO PROGETTUALE**

Il presente documento contiene una descrizione tecnica degli interventi previsti, che per logistica ed organizzazione sono stati suddivisi in:

- **PARTE A** - Impianto fotovoltaico, colture agricole e cavidotto di collegamento alla Stazione Elettrica Utente di Serramanna;
- **PARTE B** – Opere di rete per la connessione alla Rete Elettrica Nazionale.

Nel documento verranno presentati i dati di progetto, le attività finalizzate alla realizzazione delle opere, la descrizione tecnica delle apparecchiature impiantistiche ed infine le tempistiche di realizzazione e dismissione dell'opera.

## IMPIANTO AGRIVOLTAICO “VILLACIDRO 3”

### QUADRO PROGETTUALE

IL TEAM DI LAVORO INCARICATO PER LA V.I.A.

---

Dott. Ing. Giovanna LOCCI

Responsabile del SIA e coordinatore del gruppo di lavoro  
Redazione generale dello SIA e dei suoi allegati

---

Dott. Ing. Monica CASU

Dott. Geol. Fabio CAU

Dott. Ing. Michela MANCA

Dott. Naturalista Maurizio MEDDA

Dott. Geol. Marco PILIA

Dott. Ing. Luca PORRU

---

Redazione generale dello SIA e dei suoi allegati

Dott. Ing. Michele BARCA

Dott. Ing. Massimiliano LOSTIA

Redazione del documento previsionale di impatto acustico

**GREENENERGYSARDEGNA2**

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 39100 Bolzano (BZ)



|                             |  |                           |       |
|-----------------------------|--|---------------------------|-------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |       |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.7 |

## **TOMO 2 - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

### **IMPIANTO AGRIVOLTAICO “VILLACIDRO 3”**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>CRITERI PROGETTUALI .....</b>  | <b>9</b>  |
|          | 1.1.1 Irraggiamento e producibilità .....                                     | 12        |
| 1.2      | RIFERIMENTI NORMATIVI .....   | 14        |
|          | 1.2.1 Principali Norme Comunitarie .....                                      | 14        |
|          | 1.2.2 Principali Norme Nazionali .....  | 15        |
|          | 1.2.3 Legislazione Regionale e Normativa Tecnica, principali riferimenti..... | 15        |
| <b>2</b> | <b>IL PROGETTO “VILLACIDRO 3” .....</b>                                       | <b>17</b> |
| 2.1      | IL GENERATORE FOTOVOLTAICO – MODULO FOTOVOLTAICO .....                        | 17        |
| 2.2      | LA CELLA FOTOVOLTAICA .....   | 18        |
| 2.3      | STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI .....  | 19        |
| 2.4      | QUADRI ELETTRICI DI CAMPO O PARALLELO STRINGHE .....                          | 20        |
| 2.5      | CABINE ELETTRICHE DI CAMPO .....  | 20        |
| 2.6      | GRUPPO DI CONVERSIONE / TRASFORMAZIONE .....                                  | 21        |
| 2.7      | CABINA DI RACCOLTA .....  | 22        |
| 2.8      | CABINA DI CONTROLLO .....   | 22        |
| 2.9      | CAVIDOTTI IN BASSA TENSIONE (BT) E MEDIA TENSIONE (MT) .....                  | 22        |
| 2.10     | DORSALE MT ESTERNA .....  | 23        |
| 2.11     | FONDAZIONI .....  | 25        |
| 2.12     | VIABILITÀ DI ACCESSO E DI SERVIZIO .....                                      | 25        |
| 2.13     | OPERE DI MITIGAZIONE .....  | 26        |
| <b>3</b> | <b>OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN (RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE) .....</b>   | <b>27</b> |
| 3.1      | STAZIONE ELETTRICA UTENTE - CONNESSIONE IN CONDOMINIO AT .....                | 27        |
| 3.2      | APPARECCHIATURE DELLA NUOVA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA PRODUTTORE .....          | 27        |
| 3.3      | CAVI ELETTRICI E CABLAGGI .....   | 29        |
| 3.4      | SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO .....                                     | 29        |
| 3.5      | VERIFICHE PRESTAZIONALI E COLLAUDI .....                                      | 30        |
| <b>4</b> | <b>IL PROGETTO AGRONOMICO.....</b>  | <b>32</b> |
| 4.1      | PREMESSA .....  | 32        |
| 4.2      | CARATTERISTICHE CLIMATICHE DELL’AREA DI INTERVENTO .....                      | 32        |
|          | 4.2.1 Temperatura .....   | 33        |
|          | 4.2.2 Effetti dei pannelli fotovoltaici sul microclima .....                  | 33        |
| 4.3      | CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE .....   | 34        |
| 4.4      | DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI .....                                      | 36        |
| 4.5      | INTERVENTI AGRONOMICI PROPEDEUTICI .....                                      | 38        |

|                             |  |                           |       |
|-----------------------------|--|---------------------------|-------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |       |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.8 |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.6      | PIANO CULTURALE IN PROGETTO .....   | 41        |
| 4.6.1    | <i>Mirto</i> .....  | 41        |
| 4.6.1.1  | Operazione colturali propedeutiche all'impianto .....   | 42        |
| 4.6.1.2  | Operazione colturali successive all'impianto del mirteto .....                                    | 44        |
| 4.6.2    | <i>Colture foraggere</i> .....  | 46        |
| 4.7      | SISTEMA DI MONITORAGGIO.....  | 48        |
| 4.8      | PROGETTO DI RICERCA .....   | 49        |
| <b>5</b> | <b>DISMISSIONE DELL'IMPIANTO A FINE VITA E OPERE DI RIPRISTINO, RINSERIMENTO E RECUPERO .....</b> | <b>51</b> |
| 5.1      | DESCRIZIONE DELLE FASI DI DISMISSIONE.....  | 51        |
| <b>6</b> | <b>CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....</b>   | <b>53</b> |

|                             |  |                           |               |
|-----------------------------|--|---------------------------|---------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |               |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>9</b> |

## 1 CRITERI PROGETTUALI

Il concetto di Agrivoltaico è stato concepito teoricamente, nel 1981, da Adolf Goetzberger e Armin Zastrow al Fraunhofer Institute (organizzazione tedesca che raccoglie sessanta istituti di scienza applicata). Questi hanno ipotizzato che i collettori di energia solare e l'agricoltura potevano coesistere sullo stesso terreno con vantaggi per entrambi i sistemi.

Il primo impianto pilota è stato installato a Montpellier, in Francia, nella primavera del 2010. In anni recenti il Fraunhofer Institute ha poi realizzato diversi progetti pilota, tra cui uno nel 2016 presso il lago di Costanza.

Negli ultimi anni l'ONU, l'Unione Europea e le principali agenzie internazionali che ricoprono un ruolo fondamentale in materia ambientale si sono occupate con particolare interesse alle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili.

A livello internazionale, nel settembre 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee di azione, tra le quali è presente anche lo sviluppo di impianti agrivoltaici per la produzione di energia rinnovabile. L'Unione Europea ha recepito immediatamente l'Agenda 2030, obbligando gli Stati membri ad adeguarsi a quanto stabilito dall'ONU. Il 10 novembre 2017, in Italia, è stata approvata la SEN 2030, Strategia Energetica Nazionale, fino al 2030. Questa contiene obiettivi più ambiziosi rispetto a quelli dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione delle emissioni CO<sub>2</sub>;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

A livello europeo l'art. 194 del Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea prevede che l'Unione debba promuovere lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili per meglio allineare e integrare gli obiettivi in materia di cambiamenti climatici nel nuovo assetto del mercato.

Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (Direttiva UE/2018/2021), nel quadro del pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei", finalizzata a fare dell'Unione Europea il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ad aiutare a coadiuvare l'UE a rispettare i propri obiettivi di riduzione di emissioni ai sensi dell'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici.

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.10 |

La nuova direttiva stabilisce un ulteriore obiettivo in termini di energie rinnovabili per il 2030, che deve essere pari ad almeno il 32% dei consumi energetici finali, con una clausola su una possibile revisione al rialzo entro il 2023.

Gli stati membri potranno proporre i propri obiettivi energetici nei piani nazionali decennali per l'energia e il clima. I predetti piani saranno valutati dalla Commissione Europea, che potrà adottare misure per assicurare la loro realizzazione e la loro coerenza con l'obiettivo complessivo dell'UE.

I progressi compiuti verso gli obiettivi nazionali saranno misurati con cadenza biennale, quando gli Stati membri dell'UE pubblicheranno le proprie relazioni nazionali sul processo di avanzamento delle energie rinnovabili.

A livello nazionale, la categoria degli impianti Agrivoltaici ha trovato una recente definizione normativa in una fonte di livello primario che ne riconosce la diversità e la peculiarità rispetto ad altre tipologie di impianti. Infatti, l'articolo 31 del D.L. 77/2021, come convertito con la recentissima L. 108/2021, anche definita governance del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure, ha introdotto, al comma 5, una definizione di impianto agrivoltaico, per le sue caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia green, ammesso a beneficiare delle premialità statali.

Nel dettaglio, gli impianti Agrivoltaici sono impianti che *“adottano soluzioni integrative innovative con montaggio di moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione”*. Inoltre, sempre ai sensi della succitata legge, gli impianti devono essere dotati di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

Tale definizione imprime al settore un preciso indirizzo programmatico e favorisce la diffusione del modello agrivoltaico con moduli elevati da terra, in modo da consentire la coltivazione delle intere superfici interessate dall'impianto.

Nella norma non si rinviene un riferimento puntuale all'altezza di elevazione dei pannelli da terra, idonea a consentire la pratica agricola ma tale norma deve essere letta insieme alla normativa

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.11 |

storica, e tuttora attuale nella sostanza, che ha definito questo settore in Italia. Tradizionalmente, infatti, gli impianti fotovoltaici si distinguevano, nei fatti, e a livello normativo, in “impianti a terra”, ovvero con moduli al suolo, ed impianti integrati”, montati sui tetti o sulle serre agricole.

Finora la diffusione degli impianti Agrivoltaici è stata ostacolata da un’apposita esclusione normativa al sistema degli incentivi. Tale regime è tuttavia mutato con l’ultima legge di semplificazione per l’applicazione del PNRR, che ha inserito anche l’agrivoltaico, in possesso di determinati requisiti, tra le tecnologie dedite alla produzione di energia rinnovabile incentivabili.

Gli incentivi statali (di cui al decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28) vengono ora estesi anche agli impianti fotovoltaici in ambito agricolo (o Agrivoltaici), a patto che sia verificata la contemporanea presenza delle seguenti 3 condizioni:

- uso di soluzioni innovative;
- siano sollevati da terra (in modo da non compromettere l’attività agricola e pastorale);
- abbiano sistemi di monitoraggio che consentano di verificarne l’impatto ambientale.

Green Energy Sardegna 2 S.r.l. è in procinto di attivare una collaborazione con un ente di ricerca pubblico per lo sviluppo di progetti di ricerca di base e sperimentali, che verteranno sulle seguenti tematiche:

- valutare la produttività di un pascolo/seminativo sotto pannelli fotovoltaici orientabili;
- individuare gli aspetti critici e indirizzi per un corretto inserimento paesaggistico e ambientale di un sistema agrivoltaico;
- valutare l’efficienza economica e sociale degli Impianti Agrivoltaici;
- progettare un sistema di automazione di impianti di irrigazione da input di sensori termici colturali;
- valutare le caratteristiche chimico-fisiche e tecnologiche delle produzioni vegetali ottenute all’interno di agroecosistemi Agrivoltaici.

In un’area limitrofa all’area di impianto, a disposizione della Green Energy, verrà realizzata una coltivazione di mirto così da poter confrontare le caratteristiche di crescita e sviluppo, nonché le caratteristiche qualitative e quantitative dei prodotti ottenibili, con la stessa tipologia di coltura posizionata entro l’impianto agrivoltaico in disamina.

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.12 |

I criteri di progettazione di un Impianto Agrivoltaico, e di conseguenza le caratteristiche che questo avrà, dipendono da molteplici fattori che variano nel corso della progettazione in funzione alle specifiche e alle esigenze della Committenza. Fattori determinanti per le scelte progettuali potranno essere:

- di natura tecnica, come ad esempio le soluzioni tecnologiche disponibili sul mercato al momento della progettazione e realizzazione;
- di natura non tecnica, come ad esempio la disponibilità delle aree, la conformazione delle stesse, quindi l'orografia del territorio, la presenza o meno ed i che misura di vincoli.

L'approccio iniziale, quindi è quello di gemellare la "base di partenza" data dai fattori sopra richiamati, con quelli che possiamo considerare i principali obiettivi della realizzazione dell'Impianto.

In linea generale uno degli obiettivi prevalenti è quello di massimizzare la producibilità specifica dell'impianto [kWh/kWp].

Nello specifico caso verranno utilizzati generatori fotovoltaici montati su strutture ad inseguimento solare del tipo monoassiale, cioè strutture che grazie al loro movimento, da est a ovest, con una inclinazione variabile da -60° a +60°, fanno in modo che i moduli siano esposti sempre in maniera ottimale rispetto alla radiazione solare, aumentando così l'energia captata. Ulteriore vantaggio si avrà grazie all'utilizzo di moduli bifacciali, cioè in grado di captare la radiazione solare anche nel lato non esposto direttamente al sole.

## **1.1 IRRAGGIAMENTO E PRODUCIBILITÀ**

In linea generale, la radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno contenuto nel sole; tale energia non raggiunge la superficie terrestre in maniera costante, la sua quantità varia durante il giorno, da stagione a stagione e dipende dalla nuvolosità, dall'angolo d'incidenza e dalla riflettanza delle superfici. La radiazione che un metro quadrato di una superficie orizzontale riceve è detta radiazione globale ed è il risultato della somma della radiazione diretta e della radiazione diffusa. La radiazione diretta è quella che giunge direttamente dal sole, mentre la radiazione diffusa è quella riflessa dal cielo, dalle nuvole e da altre superfici. La radiazione diretta si ha quindi solo quando il sole è ben visibile. D'inverno la radiazione diffusa è molto maggiore in percentuale e su base annua, è pari al 55% di quella globale. Nei calcoli di dimensionamento dei

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.13 |

sistemi solari fotovoltaici spesso è opportuno considerare la quantità di radiazione solare riflessa dalle superfici contigue ai moduli fotovoltaici (coefficiente di Albedo).

L'intensità della radiazione solare al suolo dipende dall'angolo d'inclinazione della radiazione stessa: minore è l'angolo che i raggi del sole formano con una superficie orizzontale e maggiore è lo spessore di atmosfera che essi devono attraversare, con una conseguente minore radiazione che raggiunge la superficie. Come detto, una superficie riceve il massimo degli apporti quando i raggi solari incidono perpendicolarmente su di essa. La posizione del sole varia però durante il giorno e durante le stagioni, quindi varia anche l'angolo con il quale i raggi solari colpiscono una superficie. Gli apporti dipendono dunque dall'orientamento e dall'inclinazione dei moduli fotovoltaici. Una superficie orizzontale riceve la maggiore quantità d'energia in estate, quando la posizione del sole è alta e i giorni sono più lunghi, mentre una superficie verticale esposta a Sud riceve più apporti in inverno che in estate, circa 1,5 volte in più rispetto ad una orizzontale. L'orientamento migliore di una superficie verticale o inclinata che deve captare gli apporti solari è pertanto quella verso Sud. L'unità di misura della radiazione solare è il  $W/m^2$ .

Il calcolo e stima della producibilità dell'Impianto è stato effettuato sulla base dei seguenti dati di Input:

| UBICAZIONE DELL OPERE                         |                                    |
|---|------------------------------------|
| Collocazione geografica                       | Villacidro (Prov. Medio Campidano) |
| Altitudine (m s.l.m.)                         | 75 m s.l.m.                        |
| Coordinate geografiche impianto               | 39° 30' 18.43" N - 8° 47' 27,51" E |
| DATI TECNICI IMPIANTO                         |                                    |
| Potenza di picco                              | 51,30073 MWp                       |
| Massima tensione in c.c. in ingresso inverter | < 1.500 V                          |
| Collegamento alla rete                        | E-distribuzione S.p.A.             |
| Tensione nominale                             | 30 kV                              |

Come perdite di Sistema, è stato ritenuto plausibile un valore pari al 16 %. In linea generale le perdite di sistema comprendono tutte le perdite nell'impianto che riducono l'energia resa alla rete elettrica rispetto all'energia prodotta dai moduli. Ci sono vari tipi di perdite:

- perdite resistive nei cavi;

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.14 |

- perdite nell'inverter;
- polvere o neve;
- perdite a causa temperatura.

Inoltre, con il tempo, i moduli tendono a perdere potenza, e per questo motivo la resa media calcolata per tutta la vita dell'impianto sarà inferiore a quella dei primi anni.

Il primo fattore da considerare è quindi sicuramente l'efficienza del pannello fotovoltaico espressa in punti percentuali.

In linea generale il rendimento di un pannello è la quantità di energia solare convertita in energia elettrica per l'unità di superficie del pannello stesso.

Il produttore indica sul data-sheet del modulo PV, il valore della sua efficienza, che dipende dalla potenza di picco del pannello stesso. Questo valore viene calcolato alle condizioni STC (Standard Test Condition), ovvero un irraggiamento di 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura di 25°C, distribuzione spettrale = 1,5.

## 1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi Comunitari, Nazionali e Regionali, cui si è fatto riferimento per la progettazione.

### 1.2.1 Principali Norme Comunitarie

I principali riferimenti normativi in ambito comunitario sono:

- Direttiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante l'abrogazione della Direttiva 93/76/CE del Consiglio.
- Direttiva 2009/28/CEE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>15</b> |

- DIRETTIVA (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, rifusione della direttiva 2009/28/CEE.

### 1.2.2 Principali Norme Nazionali

In ambito nazionale, i principali provvedimenti che riguardano la realizzazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili o che la incentivano sono:

- D.P.R.12 aprile 1996. Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge n. 146/1994, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale.
- D.lgs. 112/98. Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti Locali, in attuazione del Capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59.
- D.lgs. 16 marzo 1999 n. 79. Recepisce la direttiva 96/92/CE e riguarda la liberalizzazione del mercato elettrico nella sua intera filiera: produzione, trasmissione, dispacciamento, distribuzione e vendita dell'energia elettrica, allo scopo di migliorarne l'efficienza.
- D.lgs. 29 dicembre 2003 n. 387. Recepisce la direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. Prevede fra l'altro misure di razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative per impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile.
- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (D. Lgs. 104/207) TU ambientale
- D.lgs. 115/2008 Attuazione della Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della Direttiva 93/76/CE.
- Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili (direttiva 2009/28/CE) approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico in data 11 giugno 2010.
- SEN Novembre 2017 Strategia Energetica Nazionale – documento per consultazione. Il documento è stato approvato con Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico e Ministro dell'Ambiente del 10 novembre 2017.

### 1.2.3 Legislazione Regionale e Normativa Tecnica, principali riferimenti

I principali riferimenti normativi seguiti nella redazione del progetto e della presente relazione sono:

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>16</b> |

- DGR Sardegna 23 gennaio 2018, n. 3/25 - Linee guida per l'Autorizzazione unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- LR Sardegna 3 luglio 2017, n. 11 - Disposizioni urgenti in materia urbanistica ed edilizia - Stralcio - Modifiche alla L.R. 8/2015, alla L.R. 28/1998, alla L.R. 9/ 2006;
- LR Sardegna 4 maggio 2017, n. 9 - Autorizzazione paesaggistica - Interventi esclusi e interventi sottoposti a regime semplificato - Adeguamento delle norme regionali al Dpr 13 febbraio 2017, n. 31 - Modifiche alla L.R. 28/1998;
- LR Sardegna 20 ottobre 2016, n. 24 - Semplificazione dei procedimenti amministrativi - Stralcio - Procedimenti in materia ambientale e edilizia - Autorizzazione unica ambientale, impianti a fonti rinnovabili;
- DGR Sardegna 2 agosto 2016, n. 45/40 - Approvazione del Piano energetico ambientale regionale 2015-2030.

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.17 |

## 2 IL PROGETTO “VILLACIDRO 3”

Come detto, l'impianto agrivoltaico, denominato “Villacidro 3”, avrà una potenza di picco pari a 51,3 MW e sarà connesso alla RTN per mezzo di una Stazione Elettrica Utente di nuova realizzazione a sua volta da connettere alla esistente Cabina Primaria “Serramanna” di proprietà di Terna S.p.A.

Le sue componenti principali saranno:

1. il generatore fotovoltaico;
2. le strutture di supporto dei moduli;
3. le cabine elettriche di campo;
4. il gruppo conversione / trasformazione;
5. i cavidotti BT e MT;
6. la Sottostazione Elettrica Utente per la connessione alla Rete Elettrica Nazionale.

### 2.1 IL GENERATORE FOTOVOLTAICO – MODULO FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico è una macchina che consente di convertire l'energia solare in energia elettrica ed è costituito da un insieme opportuno di moduli fotovoltaici (ogni modulo a sua volta è costituito da un insieme di lastre di piccole dimensioni di materiale semiconduttore, ossia la cella fotovoltaica) connessi tra loro in serie-parallelo. Ogni modulo è contraddistinto da un codice univoco riportato nella documentazione di progetto e nei certificati di origine ed ha caratteristiche proprie sulle quali si deve fare riferimento nell'assemblaggio del modulo stesso sulla stringa:

- efficienza del modulo %;
- potenza di picco Wp;
- tensione V sotto carico e a circuito aperto;
- corrente A sotto carico e di corto circuito;
- NOCT mW/cm<sup>2</sup>.

L'energia prodotta dalla cella in corrente continua, è poi convertita in corrente alternata da un Inverter e successivamente immessa in Rete.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>18</b> |

## 2.2 LA CELLA FOTOVOLTAICA

La conversione della radiazione solare in energia elettrica avviene nella cella fotovoltaica.

Le celle fotovoltaiche “classiche”, ovvero quelle volte a un consumo di massa, sono composte da una struttura complessa, realizzata con l’ausilio di un materiale semiconduttore, il silicio, che viene ottenuto in strati sottili, detti “wafer”, sui quali vengono costruiti circuiti integrati, attraverso drogaggi finalizzati a migliorare le proprietà del materiale.

Le celle solari si comportano in funzione di tre variabili fondamentali:

1. l’intensità della luce solare (e quindi dell’irradiazione);
2. la temperatura;
3. l’area della cella.

Grazie alla loro struttura, sono in grado di assorbire i fotoni derivati dalla luce del sole. Questi, una volta raggiunto lo strato di silicio di tipo “p”, rilasciano elettroni che, condotti attraverso il circuito, vengono trasformati in energia elettrica. Tutto questo avviene grazie al cosiddetto “effetto fotovoltaico”, proprio nel momento in cui si verifica il passaggio degli elettroni dalla banda di valenza del materiale semiconduttore alla banda di conduzione. Grazie a questo processo si generano due tipi di cariche elettriche: l’elettrone, carica elettrica negativa, e la “lacuna”, carica elettrica positiva. Come detto quindi, la potenza di una cella varia in funzione della temperatura e dell’irraggiamento solare incidente.

Le condizioni standard di riferimento sono imposte dalle norme internazionali (Standard Test Condition) STC:

- radiazione incidente 1.000 Watt/m<sup>2</sup>;
- temperatura moduli 25 °C;
- spettro 1,5 AM;
- velocità del vento 0 m/s.

La potenza che una cella tipica è in grado di erogare in condizioni STC è detta potenza di picco misurata in Wp.

In funzione della tecnologia secondo la quale una cella fotovoltaica è realizzata (silicio policristallino, monocristallino, amorfo, half-cut, PERC, ecc.), in condizioni STC, essa è in grado di erogare una diversa corrente e tensione (e quindi potenza).

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>19</b> |

La temperatura nominale di funzionamento di una cella (Nominal Operating Cell Temperature) NOCT fornisce il comportamento termico dei moduli e viene definita alle seguenti condizioni di funzionamento:

- radiazione incidente 800 Watt/m<sup>2</sup>;
- temperatura moduli 20°C;
- velocità del vento 1 m/s.

Il valore della NOCT è essenziale per il dimensionamento di un impianto.

I moduli Fotovoltaici, saranno collegati tra loro in serie, a formare le “stringhe”.

### **2.3 STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI**

I moduli saranno montati su strutture di supporto metalliche motorizzate, costituite da inseguitori monoassiali, con rotazione sull'asse N-S, quindi da Est a Ovest. L'angolo di rotazione massimo è pari a 110° (±55°). L'ancoraggio al suolo avverrà mediante infissione diretta nel terreno, quindi senza l'ausilio di strutture in cemento armato. L'infissione sarà eseguita a mezzo di battipalo.

I moduli saranno montati su due file in posizione orizzontale (2P), in numero tale da formare due tipologie di strutture:

- tracker da 52 moduli, 2 stringhe in serie;
- tracker da 26 moduli, 1 stringhe in serie.

Ciascun tracker monofila, grazie ad un sistema di backtracking, si muoverà in maniera indipendente rispetto agli altri poiché ognuno è dotato di un proprio motore. La movimentazione dei tracker nell'impianto agrivoltaico è controllata da un software che include un algoritmo di backtracking per evitare ombre reciproche tra file adiacenti. Quando l'altezza del sole è bassa, i pannelli ruotano dalla loro posizione ideale di inseguimento per evitare l'ombreggiamento reciproco, che ridurrebbe la potenza elettrica delle stringhe. L'inclinazione non ideale riduce la radiazione solare disponibile ai pannelli fotovoltaici, ma aumenta l'output complessivo dell'impianto, in quanto globalmente le stringhe fotovoltaiche sono esposte in maniera più uniforme all'irraggiamento solare.

Da un punto di vista strutturale il tracker è realizzato in acciaio da costruzione in conformità agli Eurocodici, con maggior parte dei componenti zincati a caldo. I tracker possono resistere fino a velocità del vento di 55 km/h, ed avviano la procedura di sicurezza (ruotando fin all'angolo di sicurezza) quando

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>20</b> |

le raffiche di vento hanno velocità superiore a 50 km/h. L'angolo di sicurezza non è zero (posizione orizzontale) ma un angolo diverso da zero, per evitare instabilità dinamico ovvero particolari oscillazioni che potrebbero danneggiare i moduli ed il tracker stesso.

Il progetto prevede che l'area dell'impianto venga dotata di una centralina di monitoraggio meteorologica, collegata ai trackers, programmata in maniera tale da far posizionare i pannelli dell'impianto fotovoltaico in posizione di "protezione", ovvero in posizione orizzontale, nel caso in cui si rilevassero delle condizioni meteorologiche avverse, con criticità connessa al rischio idrogeologico (precipitazioni e raffiche di vento). In sostanza qualora la centralina meteorologica rilevasse delle precipitazioni pari o superiori a 43 mm in 60 minuti, tale dato farebbe scattare una condizione di "allerta": i pannelli si posizionerebbero orizzontalmente (raggiungendo l'altezza massima di circa 3.30m) in questo modo non verrebbero sollecitati dal vento ed inoltre garantirebbero il libero deflusso alle acque meteoriche di ruscellamento dell'area. Per una corretta gestione è inoltre previsto che in condizioni meteo avverse vengano annullate tutte le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto ed il personale venga allontanato.

#### **2.4 QUADRI ELETTRICI DI CAMPO O PARALLELO STRINGHE**

Il Quadro, detto anche di Parallelo Stringhe, raccoglie la corrente continua in Bassa Tensione prodotta dai moduli. Questa è poi trasferita sempre in c.c. e BT, al gruppo di conversione / trasformazione, dove avverrà dapprima la conversione in c.a. (corrente alternata) a mezzo di un Inverter, e successivamente l'innalzamento di tensione sino a 30 kV. Il gruppo di conversione/trasformazione, sarà alloggiato all'interno di una Cabina elettrica di Campo.

#### **2.5 CABINE ELETTRICHE DI CAMPO**

Le cabine di Campo saranno costituite da Containers prefabbricati (Shelter) preassemblati in stabilimento dal produttore. Questi ospiteranno al loro interno il Gruppo Conversione/Trasformazione (Inverter + Trasformatore BT/MT) ed il Quadro MT, costituito dalle celle/scomparti per l'arrivo e la partenza delle linee di Media Tensione dell'Impianto. Le Cabine avranno dimensioni pari a 24,4 x 4,5 x 5 m (LxWxH) e saranno poggiate su una vasca di fondazione prefabbricata, la cui funzione sarà anche quella di vasca porta cavi (in prossimità della Cabina o all'interno della vasca di fondazione, sarà predisposta una scorta di cavo di 5-10 m).

|                      |   |                           |        |
|----------------------|---|---------------------------|--------|
| GREENENERGYSARDEGNA2 | STUDIO DI IMPATTO<br>AMBIENTALE<br>QUADRO PROGETTUALE | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                      |   | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.21 |

A sua volta la vasca sarà poggiata su strato di allettamento costituito da una soletta in calcestruzzo magro debolmente armata.

È prevista l'installazione di 20 Cabine di Campo (Inverter Station), a formare 5 Sottocampi elettrici principali. Per i dettagli tecnici si rimanda al "Disciplinare descrittivo degli elementi tecnici" allegato al progetto.

## 2.6 GRUPPO DI CONVERSIONE / TRASFORMAZIONE

La corrente prodotta dai moduli, prima di essere immessa in Rete, necessita di ulteriori trattamenti e specificatamente:

1. dai moduli, dopo essere stata smistata dai quadri di parallelo stringa, arriva al Convertitore, l'Inverter. Questo è un dispositivo che trasforma la corrente continua prodotta dal Generatore fotovoltaico, in corrente alternata; l'inverter, inoltre, adatta la tensione del generatore a quella di rete effettuando l'inseguimento del punto di massima potenza ricavando così il massimo dell'energia prodotta dai moduli.

Il "ruolo" dell'Inverter è anche quello fornire una corrente con Tensione costante. Infatti, il generatore fotovoltaico fornisce valori di tensione e corrente variabili in funzione dell'irraggiamento e della temperatura.

Le caratteristiche generali che deve avere l'inverter, compatibilmente con la funzione a cui è preposto, riguardano la potenza nominale, il rendimento e la tipologia. Generalmente, per impianti collegati alla rete vengono usati inverter del tipo a commutazione forzata con tecnica PWM (modulazione a larghezza di impulso) senza riferimenti interni ovvero assimilabili a sistemi non idonei a sostenere la tensione in assenza di rete. Tali inverter sono provvisti di controllo MPPT (inseguimento del punto di massima potenza), di sistema di gestione automatica e di protezioni contro i guasti interni, sovratensioni e sovraccarichi.

Inoltre, l'inverter deve rispondere alle norme generali su EMC (compatibilità elettromagnetica) e limitazione delle emissioni RF (radio frequenza).

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.22 |

2. dall'Inverter la corrente, adesso alternata ed in Bassa Tensione, arriva al trasformatore. È quel dispositivo che eleva la Tensione ai valori opportuni per la connessione alla Rete elettrica Nazionale di media tensione (30.000 V).

## 2.7 CABINA DI RACCOLTA

La Cabina MT di Smistamento sarà realizzata all'interno dell'area dell'impianto agrivoltaico. Sarà conforme alla norma CEI 0-16 ed avrà dimensioni approssimative esterne di 24,4x4,5x5m (LxWxH); si comporrà di tre locali, in particolare:

- vano quadri MT;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e per il monitoraggio.

La cabina sarà prefabbricata, realizzata in cemento armato vibrato (c.a.v.) o shelter, completa di vasca di fondazione con funzione portacavi del medesimo materiale, posata su un magrone di sottofondazione in cemento.

## 2.8 CABINA DI CONTROLLO

La Cabina di Controllo sarà realizzata all'interno dell'area dell'impianto agrivoltaico, sarà conforme alla norma CEI 0-16, avrà dimensioni approssimative esterne di 24,4x4,5x5m (LxWxH) e si comporrà di due locali, in particolare:

- vano controllo;
- vano per l'alloggiamento UPS e racks.

La cabina sarà prefabbricata, realizzata in cemento armato vibrato (c.a.v.) o shelter, completa di vasca di fondazione con funzione portacavi del medesimo materiale, posata su un magrone di sottofondazione in cemento.

## 2.9 CAVIDOTTI IN BASSA TENSIONE (BT) E MEDIA TENSIONE (MT)

All'interno dell'impianto agrivoltaico sono previste:

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.23 |

- connessioni in Bassa Tensione (BT)
  - in corrente continua (c.c.), tra i moduli (serie) e tra le stringhe (26 moduli collegati in serie) e gli inverter;
  - in corrente alternata (c.a.), tra gli inverter ed i Quadri di Parallelo (QP);
- connessioni in Media Tensione (MT)
  - In corrente alternata (c.a.), tra le Cabine Elettriche di Campo.

L'energia prodotta dall'Impianto e dalle sue sezioni o sottocampi, sarà trasportata quindi in una Cabina di Raccolta, a mezzo di elettrodotti in Media Tensione (MT a 30 kV).

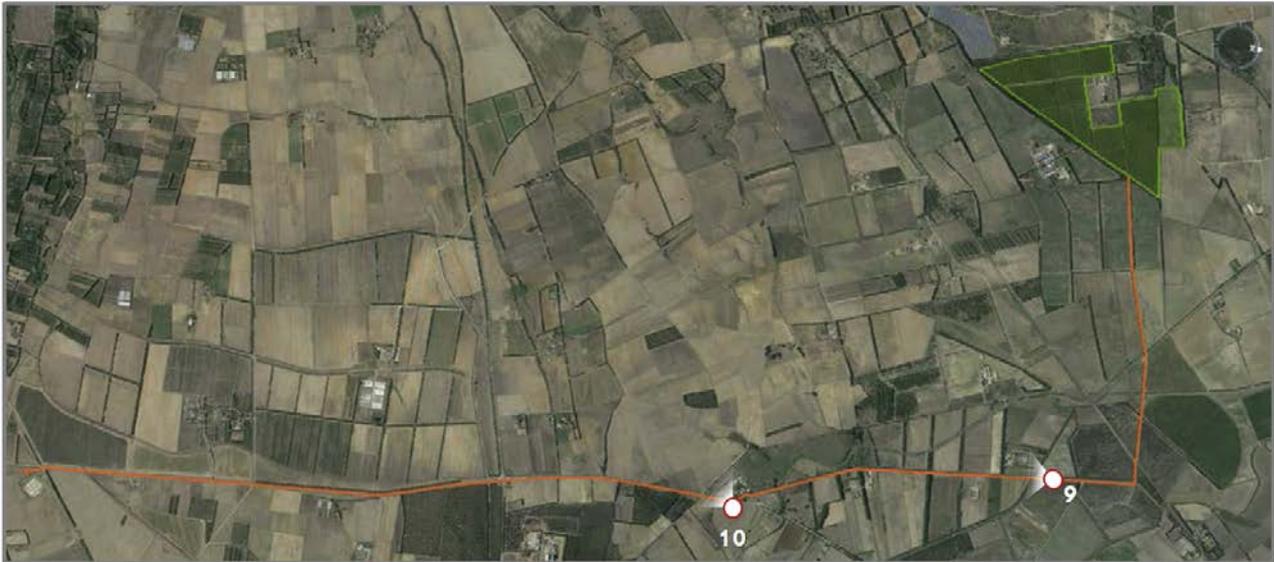
La rete così costituita sarà composta in sintesi da:

- collegamento MT a mezzo di elettrodotto interrato, tra le Cabine di Conversione/Trasformazione collegate tra loro in serie (configurazione entra-esce) e tra l'ultima della serie e la Cabina Utente o di Raccolta;
- collegamento MT a mezzo di elettrodotto interrato, tra la Cabina di Smistamento e la Sottostazione Elettrica Utente (SSE) MT/AT.

## **2.10 DORSALE MT ESTERNA**

La dorsale esterna MT per il collegamento dell'Impianto alla Cabina Primaria Serramanna Serramanna, sarà costituita da n° 3 terne di cavi MT da 630 mm<sup>2</sup> in alluminio a 30 kV. Si svilupperà su strada esistente per un percorso di lunghezza pari a circa 10 km. Come per i cavidotti MT interni all'Impianto agrivoltaico, sarà costituita da cavi disposti a trifoglio tipo ARG16H1R16 18/30 kV (qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto) o altrimenti tipo ARG7H1R 18/30 kV o similare.

La foto che seguono (tratte dalla relazione fotografica), riportano un tratto della Strada Provinciale n°4 e indicano, con tratteggio rosso, la zona di passaggio del cavidotto.



*Viste 9 e 10 – S.P.4 In rosso si evidenzia la zona id passaggio del cavidotto*

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.25 |

## 2.11 FONDAZIONI

I tracker saranno ancorati al terreno tramite pali infissi direttamente “battuti” nel terreno. Ci si attende una profondità standard di infissione pari a 2 m, tuttavia, sebbene non si prevedano variazioni significative, tale valore in fase esecutiva potrebbe subire modifiche in funzione delle caratteristiche del terreno e dopo aver sviluppato i calcoli strutturali.

Le Cabine elettriche di campo (che verranno approfondite nei paragrafi successivi), dove troveranno alloggio il gruppo di conversione/trasformazione e le celle MT, saranno poggiate su una vasca di calcestruzzo del tipo prefabbricata (poggiata a sua volta su un magrone di allettamento debolmente armato) la cui funzione sarà anche quella di vasca porta cavi (in prossimità della Cabina o all'interno della vasca di fondazione, sarà predisposta una scorta di cavo di 5-10 m).

## 2.12 VIABILITÀ DI ACCESSO E DI SERVIZIO

La viabilità interna dell'impianto agrivoltaico, consentirà di raggiungere agevolmente le cabine elettriche di campo, in modo da facilitare le operazioni di manutenzione e gestione dell'impianto durante la fase di esercizio.

Dal punto di vista strutturale, la pavimentazione sarà del tipo “MACADAM “, quindi costituita da materiale drenante, così da consentire il naturale assorbimento delle acque meteoriche da parte del terreno sottostante e di conseguenza limitare il ristagno di acqua.

In fase di cantiere la viabilità interna dell'impianto sarà la prima opera in programma, in questo modo si otterrà il duplice risultato di avere una comoda viabilità di cantiere e di esercizio (per la movimentazione dei materiali e dei mezzi e apparecchiature) e soprattutto si potranno minimizzare i movimenti di terra con conseguente riduzione dei costi e degli impatti sull'ambiente circostante (dispersione in atmosfera di polveri e rumori).

Le fasi di lavorazione sono così suddivise:

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

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>26</b> |

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

Il materiale lapideo di cui al precedente elenco, potrebbe essere rinvenuto direttamente in sito durante le fasi di scavo per la posa delle Cabine di Campo o di recupero attraverso l'attività di preparazione del sito. Tale materiale potrà quindi essere riutilizzato, previa caratterizzazione, per la costituzione delle fondazioni stradali. Ciò consentirà di ridurre notevolmente l'apporto di materiale da cave di prestito, riducendo così anche i costi dell'intero progetto.

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

### **2.13 OPERE DI MITIGAZIONE**

Allo scopo di attenuare il potenziale impatto visivo derivante dalla costruzione dell'impianto Agrivoltaico, lungo il perimetro delle aree interessate sarà lasciata ed implementata una fascia verde (green belt) costituita da due filari di eucalipto, già presenti nel sito, come evidente anche nella relazione fotografica allegata. La presenza di questi alberi garantisce quindi un immediato effetto schermante nei confronti delle opere in progetto. La green belt fungerà anche da frangivento.

Tra i vari esemplari di eucalipto, inoltre, verranno messe a dimora delle piantine appartenenti a specie arbustive caratteristiche della macchia mediterranea ed in particolare Pistacia lentiscus (Lentisco), Myrtus communis (Mirto), Olea europea var. sylvestris (Olivastro).

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>27</b> |

### **3 OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN (Rete di Trasmissione Nazionale)**

L'energia prodotta dall'Impianto Agrivoltaico verrà convogliata, tramite un cavidotto interrato a 30 kV, alla Sottostazione produttore di trasformazione MT/AT, di nuova realizzazione, per essere poi ceduta alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale). Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di smistamento (SE) della RTN 150 kV di Serramanna, previo potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV "Serramanna – Villasor".

#### **3.1 STAZIONE ELETTRICA UTENTE - CONNESSIONE IN CONDOMINIO AT**

L'energia prodotta dall'impianto agrivoltaico in disamina verrà raccolta come detto nella Cabina di Smistamento (CdS), e convogliata verso la Sottostazione Elettrica Utente (tramite linea interrata MT a 30 kV), dove avverrà un ulteriore innalzamento di Tensione da 30 a 150 kV per la successiva consegna alla Rete Nazionale.

In particolare, l'energia prodotta dal parco agrivoltaico verrà convogliata alla sottostazione produttore di trasformazione MT/AT per venire poi ceduta alla Rete Nazionale tramite un collegamento, del tipo in antenna a 150 kV, alla Cabina Primaria (CP) 150 kV denominata "Serramanna" di proprietà di Terna S.p.A.

La Sottostazione è progettata per permettere la connessione in codominio AT di altri impianti, per mezzo di un sistema di sbarre AT a 150 kV.

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

#### **3.2 APPARECCHIATURE DELLA NUOVA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA PRODUTTORE**

Come detto nella nuova sottostazione elettrica a 150 kV, isolata in aria, su cui si potranno attestare diversi produttori, ognuno dotato di una propria area ove verranno attestate le linee MT provenienti dagli impianti di produzione, verranno posizionate la macchina di trasformazione MT/AT, le relative apparecchiature e i dispositivi di protezione e controllo.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>28</b> |

Sarà pertanto presente un'aerea, comune a tutti i produttori, ove verrà realizzata una sbarra AT a 150 kV, isolata in aria, ed installate alcune apparecchiature elettromeccaniche necessarie alla protezione e controllo della stessa, quali:

- n.1 terna di trasformatori di corrente isolati in SF6;
- n.1 terna di interruttori unipolari isolati in SF6;
- n.1 terna di trasformatori di tensione isolati in SF6;
- n.1 sezionatore tripolare orizzontale rotativo isolato in aria;
- n.1 terna di scaricatori di sovratensione.

Nell'area propria di Green Energy Sardegna 2 (c.p. 201900605), troveranno collocazione il trasformatore di potenza MT/AT isolato in olio, tutte le apparecchiature AT isolate in aria necessarie a proteggere la macchina e a misurare fiscalmente l'energia prodotta dal produttore, quali:

- n.1 terna di trasformatori di corrente isolati in SF6;
- n.1 terna di interruttori unipolari isolati in SF6;
- n.1 terna di trasformatori di tensione induttivi isolati in SF6;
- n.1 sezionatore tripolare orizzontale rotativo isolato in aria;
- n.1 terna di scaricatori di sovratensione.

Non è invece prevista la realizzazione di alcun edificio, in quanto tutti i quadri di controllo e di protezione delle apparecchiature della parte comune, saranno contenute all'interno di container in acciaio 40' high cube. Anche nell'area di pertinenza esclusiva del proponente non sono previsti edifici ma soltanto due container 40' high cube per il posizionamento dei quadri di controllo e protezione dello stallo e i quadri dei servizi ausiliari di stazione nonché del quadro di MT, ove saranno attestate le linee in arrivo dall'impianto di produzione.

Il proponente installerà, sempre all'interno dell'area di sua esclusiva pertinenza, una torre per le telecomunicazioni di altezza pari a 20 m.

La stazione verrà posizionata ad una quota di 78.15 m s.l.m., qualche decina di centimetri al di sopra del piano campagna. È prevista infine la realizzazione di una viabilità di accesso alla stazione comune a tutti i produttori dalla SP4, posta a sud-ovest dell'impianto. L'ampiezza della nuova strada di accesso, che sarà realizzata su rilevato di 50 cm rispetto a pc, sarà di 6 m.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>29</b> |

### 3.3 CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Saranno realizzati i cavidotti dedicati ai cavi AT, MT e BT in modo da garantire l'interconnessione delle apparecchiature AT, del trasformatore AT/MT e dei loro ausiliari con il fabbricato servizi. I vari livelli di tensione seguiranno percorsi fisicamente separati.

I cavidotti saranno costituiti essenzialmente da:

- cunicoli in cemento armato dotati di lastre di copertura;
- tubi in PVC serie pesante interrati e rinfiacati con calcestruzzo rck 150;
- pozzetti che potranno essere gettati in opera oppure di tipo prefabbricato;
- cunicoli gettati in opera in esecuzione carrabile.

### 3.4 SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO

In linea generale il monitoraggio e controllo degli impianti remoti nel settore dell'energia elettrica è un aspetto fondamentale. Il controllo costante permette di ottimizzare il funzionamento degli impianti, aumentandone l'efficienza e la produttività, oltre che di monitorare l'andamento della fonte di energia e operare comandi di manutenzione e modifica delle variabili di funzionamento.

Il monitoraggio di centrali di produzione energia da fonti rinnovabili, permette altresì di regolare l'attività della centrale in base alla disponibilità della fonte di energia (es. acqua, vento, sole, ecc.) o, comunque, di acquisire i dati per l'esercizio di attività di manutenzione ordinaria o straordinaria operando anche in tempo reale sulla regolazione di turbine e alternatori, sulle protezioni di gruppi e sottostazioni, sull'analisi dello stato e del funzionamento di parti meccaniche in movimento, ecc.

Allo stesso modo, il controllo puntuale ed in tempo reale delle complesse reti di distribuzione, formate da cabine primarie di alta tensione, da stazioni di media e bassa tensione, oltre che da vari nodi di smistamento, permette un esercizio sicuro ed affidabile per l'erogazione in continuità dell'energia elettrica in base a variabili geografiche, di richiesta di consumo temporaneo, ecc.

La ricezione dei dati di produzione, distribuzione o di segnalazioni di eventuali anomalie in tempo reale, tramite una rete affidabile, permette la perfetta gestione delle proprie risorse ad elevata criticità ed assicura la massima efficienza e funzionalità di tutti i sistemi.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>30</b> |

### 3.5 VERIFICHE PRESTAZIONALI E COLLAUDI

Il collaudo prestazionale riveste una fondamentale importanza per la verifica del raggiungimento degli obiettivi progettuali (Owner's Project Requirements – OPR) e della rispondenza degli impianti alle leggi e norme in vigore. Le verifiche prestazionali dei singoli componenti e dei sistemi impiantistici nel loro complesso saranno condotte durante tutte le fasi di installazione, fino alle verifiche finali e primo avviamento. Contemporaneamente sarà verificata la completezza e la rispondenza della documentazione che andrà poi a costituire il fascicolo tecnico (System Manual) contenente tutte le informazioni, test report e certificazioni necessarie per la consegna degli impianti al personale responsabile della sua conduzione e manutenzione.

A beneficio di quest'ultimo, durante le fasi di collaudo e primo avviamento, si programmerà e la formazione attraverso opportune sessioni di incontro con i progettisti, l'installatore e i costruttori dei principali componenti.

La verifica prestazionale degli impianti si sviluppa durante le varie fasi di realizzazione, sino all'esercizio e specificatamente:

#### 1. in fase di realizzazione:

- definizione dei requisiti prestazionali da verificare (OPR);
- predisposizione delle check list di verifica, test e collaudo;
- cantierizzazione del progetto;
- redazione dei disegni as-built;
- predisposizione delle pratiche certificative connesse con l'avviamento ed esercizio degli impianti (prevenzione incendi, acustica, certificazione energetica, etc.);
- predisposizione e organizzazione dei piani di manutenzione completi dei manuali d'uso e manutenzione dei singoli componenti;
- organizzazione, supporto e documentazione dei corsi di formazione per gli addetti alla manutenzione;
- supporto all'avviamento delle principali apparecchiature a cura del produttore;
- test, taratura e bilanciamento

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>31</b> |

2. in fase di consegna:

- verifiche e misure in contraddittorio;
- predisposizione della documentazione finale dei lavori.

3. in fase di esercizio:

- monitoraggio ambientale ed energetico;
- analisi dei consumi e del comfort;
- verifica delle prestazioni degli impianti e individuazione delle eventuali attività di ritaratura per riportare gli impianti alle prestazioni di progetto e delle azioni di energy-saving;
- certificazione della qualità ambientale e della prestazione degli impianti;
- individuazione degli eventuali adeguamenti necessari in relazione a nuove leggi e norme;
- ottimizzazione dei sistemi di supervisione e regolazione.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>32</b> |

## 4 IL PROGETTO AGRONOMICO

### 4.1 PREMESSA

La Proponente Green Energy Sardegna 2 S.r.l. ha sottoscritto un contratto con la Fri-El Green House S.r.l. Società Agricola, con sede legale in Ostellato (FE) in Via delle Serre n.1, per lo sviluppo congiunto di un impianto fotovoltaico e di un progetto agricolo.

La Fri-El Green House S.r.l. Società Agricola è una società che ha come oggetto sociale l'esercizio in via esclusiva di attività agricola ai sensi dell'art. 2135 del Codice Civile, in particolare nei settori della viticoltura, dell'ortofrutta e della coltivazione del mais, ed ha in programma l'avvio della produzione di colture officinali e coltivazioni arboree.

Il contratto congiunto stipulato tra le due società, nell'ambito del quale verrà sviluppato il progetto in disamina, prevede che la Green Energy Sardegna 2 S.r.l. si occupi della progettazione, realizzazione e gestione tecnica dell'impianto agrivoltaico (individuazione e acquisizione aree, predisposizione progetto, iter amministrativo per l'ottenimento dell'Autorizzazione Unica e di tutti i relativi pareri e nulla osta necessari per la realizzazione delle opere, ottenimento dei diritti di connessione alla RTN ed infine delle manutenzioni ordinarie e straordinarie dell'impianto in fase di gestione) mentre la società Fri-El Green House S.r.l. Società Agricola si dovrà occupare della realizzazione e gestione della produzione agricola per tutta la durata utile dell'impianto fotovoltaico e della manutenzione e cura dei terreni interessati dal progetto.

### 4.2 CARATTERISTICHE CLIMATICHE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il clima dell'area in esame è di tipo mediterraneo sub-arido e non si discosta dal tipo predominante in Sardegna caratterizzato da modeste escursioni termiche stagionali e piovosità concentrata nei mesi invernali, mentre precipitazioni nevose e grandinate sono da considerarsi del tutto eccezionali, questo anche grazie alla posizione geografica e alla vicinanza al mare, che favorisce un clima mite accompagnato da una notevole serenità del cielo, infatti sulla piana del Medio Campidano le precipitazioni sono alquanto scarse, le masse di aria umida occidentali, in genere, superano l'area pianeggiante e scaricano il loro contenuto di acqua sui rilievi delle zone interne.

I mesi più piovosi sono novembre e dicembre, con valori medi che vanno dai 71 mm ai 141 mm. Il periodo estivo può presentarsi, a seconda dell'annata, completamente privo di precipitazioni, specialmente per i mesi di luglio e agosto, con il primo che risulta quello con un valore medio, per

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.33 |

gli anni di osservazione, più basso in assoluto. In questi mesi, in presenza di irrilevanti precipitazioni, si instaura un periodo di elevata aridità.

#### 4.2.1 Temperatura

Le temperature nella zona del Medio Campidano non si discostano significativamente dal resto del territorio isolano, anche se si può osservare come la relativa vicinanza del mare e l'assenza di rilievi importanti, attenua sia gli eccessi di caldo che quelli di freddo. I mesi più freddi risultano essere gennaio e febbraio con medie mensili comprese tra 9,7°C e 10,3°C. In genere la primavera presenta medie intorno a 18°C, sempre però più basse di quelle registrabili per il periodo autunnale, che grazie al riscaldamento delle acque del mare, riesce a ottenere temperature più miti. A giugno inizia la stagione calda con temperature medie superiori a 21°C e il mese più caldo risulta essere agosto, durante il quale le medie mensili superano generalmente i 25°C.

Secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna l'area nel quale ricade il sito in disamina si trova nell'isobioclima Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico e più precisamente nel "Termomediterraneo superiore, secco inferiore, euoceanico attenuato".

#### 4.2.2 Effetti dei pannelli fotovoltaici sul microclima

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche (Marrou et al., 2013a).

La riduzione della radiazione incidente non genera sempre un effetto dannoso sulle colture che, spesso, possono adattarsi alla minore quantità di radiazione diretta intercettata, migliorando l'efficienza dell'intercettazione (Marrou et al., 2013b). La mancanza di studi specifici sulla grande maggioranza delle piante coltivate alle nostre latitudini, limita fortemente la valutazione dell'impatto della copertura fotovoltaica sulla produttività delle colture. Tuttavia, le specie ad elevata esigenza di radiazione sono sicuramente poco adatte alla coltivazione sotto una copertura fotovoltaica, mentre il discorso è differente per alcune colture per le quali, recenti studi internazionali, indicano che la sinergia tra fotovoltaico e agricoltura crea un microclima (temperatura e umidità) favorevole per la crescita delle piante.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>34</b> |

La copertura fotovoltaica può funzionare anche da protezione delle colture da fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge), che con i cambiamenti climatici sono sempre più frequenti, ed inoltre nei periodi di maggiore radiazione la protezione data dal pannello può anche ridurre il verificarsi dello stress idrico, per la riduzione della evapo-traspirazione, infatti l'ombra fornita dai pannelli solari riduce l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo (particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi come quello che caratterizza l'area di Villacidro e San Gavino Monreale). A seconda del livello di ombra, è stato osservato un risparmio idrico del 14-29%.

Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo e riducono la temperatura del suolo nelle giornate torride.

Al di sotto dei pannelli si crea un microclima favorevole al mantenimento della giusta umidità di crescita delle piante, evitando bruschi sbalzi di temperatura tra il giorno e la notte e smorzando l'attività del vento. La stessa umidità, poi, tiene sotto controllo anche la temperatura dei pannelli stessi, permettendone il raffreddamento e scongiurandone il surriscaldamento, responsabile di una sensibile perdita di resa da parte dell'impianto.

Una serie di ricerche portate avanti dall'Università dell'Arizona hanno dimostrato che l'ombra prodotta dai moduli giova profondamente alla produzione agricola.

#### **4.3 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE**

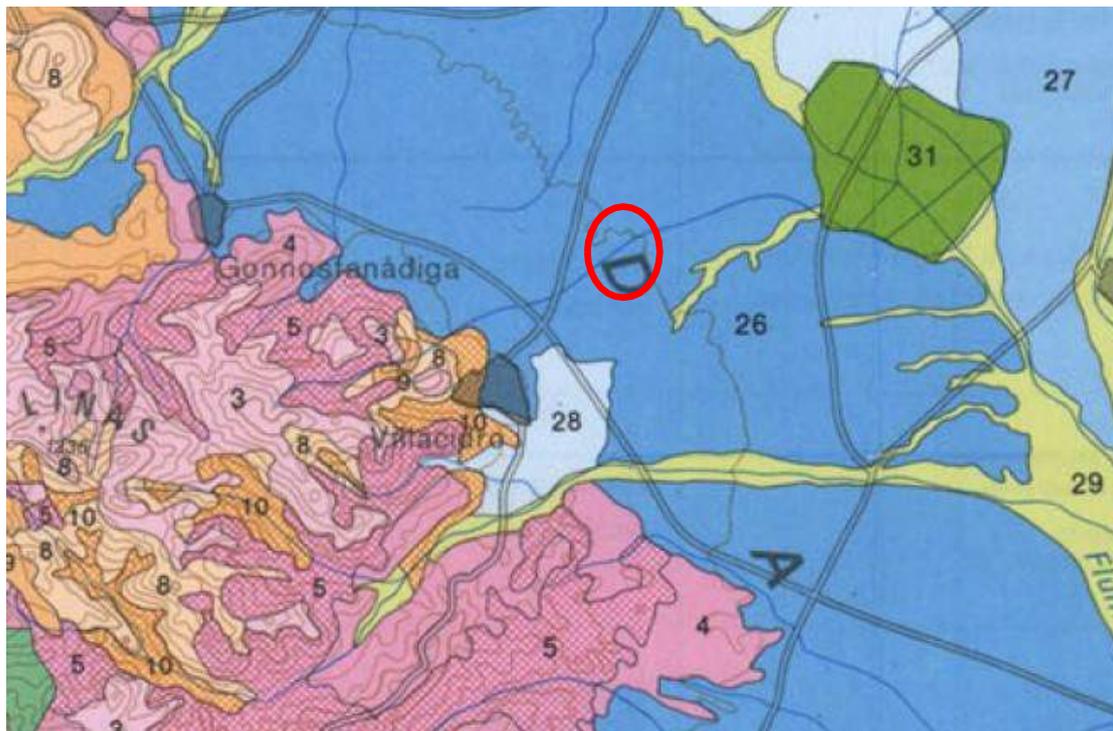
Il suolo in esame ricade, secondo la Carta dei Suoli della Sardegna (A. Aru, P. Baldaccini, A. Vacca, 1991), nell'unità di paesaggio e substrati "I" ossia "Alluvioni e arenarie eoliche cementate del Pleistocene". Questi suoli sono caratterizzati da Profili A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C-, profondi, da franco sabbiosi a franco sabbiosi argillosi in superficie, da franco sabbioso argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

Sempre secondo la Carta dei Suoli della Sardegna, questi suoli sono classificati nella III-IV classe di capacità d'uso. Questi suoli sono caratterizzati da alcune limitazioni che possono influire negativamente nelle fasi colturali ed in particolare eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione. In modo particolare, nel sito in esame, si mette in evidenza la presenza di scheletro e le limitazioni nel drenaggio dovute alla presenza di uno strato impermeabile nel profilo del suolo al di sotto dello strato arabile. Come attitudine, generalmente questi tipi di suoli

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE</b><br><b>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.35 |

sono caratterizzati dalla presenza di colture erbacee e, nelle aree più drenate, da colture arboree anche irrigue.

Di seguito si riporta lo stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna con l'individuazione dell'area in esame.



*Inquadramento area su Carta dei Suoli della Sardegna*

In data 13/10/2021, al fine di saggiare soprattutto la dotazione in elementi chimici del suolo, è stato prelevato un campione di terreno sottoposto poi ad analisi fisico-chimica, presso un laboratorio accreditato.

Dall'analisi condotta sono emerse le seguenti caratteristiche:

- suolo con reazione (pH) leggermente acida;
- livello di salinità su valori normali;
- assenza di calcare dal quale deriva la reazione leggermente acida del terreno;
- basso tenore in sostanza organica;
- scarsa dotazione in azoto e fosforo;
- contenuto in microelementi ed elementi secondari quali ferro, manganese, rame buono

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>36</b> |

o normale;

- contenuto in boro molto basso.

Il livello di salinità, la reazione (pH) leggermente acida e l'assenza di calcare non influiscono negativamente sulla crescita e lo sviluppo delle colture in progetto (in modo particolare il mirto) mentre generano degli effetti negativi il basso tenore in sostanza organica, la scarsa dotazione in azoto e fosforo e il bassissimo contenuto di boro. Prima di procedere all'impianto delle colture in progetto sarà pertanto necessario ricorrere ad alcuni accorgimenti agronomici al fine di migliorare soprattutto il contenuto in sostanza organica e in azoto e fosforo del suolo, così come meglio descritto in seguito nel paragrafo 4.5 "Interventi agronomici propedeutici all'impianto".

#### **4.4 DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI**

Come già più volte detto il sito di intervento è localizzato nei territori comunali di Villacidro e di San Gavino Monreale, nell'area del Campidano. La morfologia del terreno si presenta prevalentemente pianeggiante, quindi compatibile con l'intervento di mezzi meccanici per la lavorazione del terreno e per una buona gestione agronomica delle colture, e l'area circostante è caratterizzata dalla presenza di aziende agrumicole, olivicole, viticole, frutticole, zootecnico-foraggere e cerealicole. Poco distante è presente la zona industriale di Villacidro.

La zona di intervento è caratterizzata da un paesaggio fortemente nudo e piatto peculiare di una economia tipicamente contadina e cerealicola. Nonostante il successivo e progressivo abbandono delle attività agricole degli ultimi decenni, si coglie ancora la dominanza della cerealicoltura che, insieme alle colture orticole e agli agrumi, sono tra le principali risorse agricole del territorio. Notevole è anche la coltivazione di foraggere, soprattutto medica e, in quantità minore di trifoglio.

L'esposizione del corpo fondiario è a ovest – nordovest.

Attualmente i terreni oggetto di intervento sono per lo più caratterizzati dalla presenza di un eucalipteto risalente, come periodo di impianto, presumibilmente agli anni '90 del secolo scorso, in tale periodo infatti, in quella zona, sono stati eseguiti numerosi interventi di rimboschimento con eucalipto (in particolare *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), una specie a portamento arboreo (fino a 20 - 40 m) con chioma espansa e irregolare, originaria dell'Australia. Tale specie è stata introdotta in Italia ed in Sardegna agli inizi del '900, negli ambienti mediterranei per rimboschimento, soprattutto

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE</b><br><br><b>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>37</b> |

nelle aree di bonifica come quella dove ricade il corpo fondiario oggetto di intervento, oppure come frangivento nelle zone costiere, come specie ornamentale e per l'industria della carta. Gran parte della superficie oggetto di intervento è interessata, pertanto, da un impianto di eucalipto, come evidente anche nella foto che segue tratta dall'elaborato "F.SIA.R8 - Relazione fotografica"



L'eucalipteto dell'area di intervento, assieme agli altri presenti nei terreni vicini, è stato realizzato con il fine di produrre legname da utilizzarsi per fini economici, sia per l'impiego come combustibile (legna da ardere), sia per altre applicazioni quali realizzazione di palchi, pali per recinzioni e travicelli e anche come legname per mobili. Il legno di eucalipto è anche apprezzato dagli ebanisti, in particolare se secco e ben stagionato.

L'impianto di eucalipto nel sito oggetto di intervento è stato realizzato con il fine di produrre legname da utilizzarsi per fini economici e non per costituire una formazione boschiva perenne. Per questo motivo viene tagliato ogni 8 anni.

Da sopralluoghi effettuati in campo e dai rilievi dendrometrici eseguiti, è emerso che l'eucalipteto è caratterizzato, mediamente, da ceppaie di n.5 polloni ciascuna con un diametro medio di 12 cm ed una altezza di circa 5 metri. Sempre dai rilievi eseguiti in campo, è emerso che il sesto di impianto è di m 3x3 con una densità, pertanto, per ettaro pari 1.111 piante (ceppaie). Il numero complessivo di ceppaie di eucalipto presenti nell'area da destinarsi all'impianto agrivoltaico e da

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>38</b> |

bonificare (50 ettari) è pertanto pari a 55.550 a cui corrisponde un quantitativo complessivo di legna (umida e verde) pari a circa 50.000 quintali (per i calcoli specifici si rimanda alla relazione agronomica, elaborato A.AGR.1)

#### **4.5 INTERVENTI AGRONOMICI PROPEDEUTICI**

Preliminarmente a qualsiasi attività, sarà necessario procedere alla integrale eliminazione degli Eucaliptus, attraverso pinze deforestatrici-abbattitrici idrauliche, ideali per l'abbattimento e il disboscamento di alberi ad alto fusto e per il diradamento di arbusti di differenti dimensioni. Si tratta di macchine operatrici particolarmente utili per interventi di taglio rapidi ed efficaci delle vegetazioni boschive, come quella in esame. La pinza tipo che si intende utilizzare è una macchina operatrice in grado di assicurare un'alta produttività rendendo il materiale di risulta adatto alle successive fasi di trasformazione (accatastamento, cippatura, triturazione ecc.).



*Esempio di pinza deforestatrice-abbattitrice*

Una volta effettuato il taglio del materiale legnoso, questo verrà disposto in apposite aree libere, nelle quali verranno effettuate le prime lavorazioni del legname potenzialmente utilizzabile e la distruzione del materiale non utilizzabile tramite cippatura.

Per le operazioni di estrazione dei ceppi e delle radici, si ricorrerà invece all'ausilio di pinze idrauliche estraiatrici che riducono le dimensioni del ceppo, dopo averlo estratto, rendendo il materiale di risulta adatto alle fasi di trasformazione (cippatura, triturazione, biomassa, etc.) e ne favorisce l'asciugatura sfruttando il processo naturale. Con queste attrezzature si è in grado di completare il lavoro di disboscamento eliminando tutte le parti radicate al suolo di ogni tipo di materiale legnoso esistente in natura.

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE</b><br><b>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.39 |



*Esempio di pinza estrartrice di ceppi*

L'impiego delle suddette pinze, vista l'estensione della superficie boscata in esame, risulta particolarmente adatta per velocizzare tutte le operazioni.

Una volta terminate le operazioni di bonifica, sarà necessario procedere al livellamento del terreno (con modesti movimenti di terra al fine di eliminare dossi ed avvallamenti), garantendo così una sistemazione finale che favorisca il deflusso delle acque meteoriche.

Successivamente alla rimozione delle piante, al fine di reintegrare la dotazione organica del suolo, sarà necessario migliorare il contenuto della sostanza organica del suolo, per tale motivo in primis verrà realizzato un impianto di foraggiere leguminose a ciclo poliennale, quale ad esempio il trifoglio subterraneo, per 3/5 anni, e successivamente si provvederà al loro interrimento. In questo modo migliorerà la fertilità del suolo, le proprietà fisiche ed in modo particolare la struttura contribuendo a ridurre il deficit di sostanza organica.

Le colture di leguminose come il trifoglio sotterraneo aiutano la sostenibilità in agricoltura, grazie alla loro capacità di arricchire di azoto i terreni in cui sono coltivati e quindi di migliorarne la fertilità. Con la coltivazione delle leguminose si eviterà il ricorso all'eccessiva concimazione del terreno attraverso prodotti di sintesi: ciò, infatti, inquina potenzialmente l'ambiente poiché soltanto una parte dell'azoto contenuto nei concimi viene assimilato dalle piante, mentre il resto rimane nel suolo e i microorganismi presenti nel terreno lo trasformano in composti (nitrati) che sono possibile fonte di contaminazione delle falde acquifere.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>40</b> |

Oltre a quanto indicato come operazione pre-impianto si ricorrerà ad un intervento di fertilizzazione a base di compost ed in particolare di Ammendante Compostato Verde (ACV) che è un materiale ottenuto attraverso il processo di compostaggio a partire da rifiuti costituiti da residui vegetali derivanti dalla manutenzione del verde pubblico e privato (sfalci d'erba, potature, ramaglie), da residui di coltivazioni agricole o di lavorazione del legno.

Tale tipo di compost, una volta distribuito e incorporato nel terreno, ha la principale funzione di apportare sostanza organica umificata in grado di migliorare la struttura del terreno, contrastare il compattamento dei profili del suolo, aumentare la capacità di ritenzione idrica e limitare i fenomeni di erosione del terreno. Il prodotto è quindi particolarmente efficace per il suolo agrario in esame destinato ad essere impiantato a mirto.

Infine, per integrare la dotazione in fosforo si ricorrerà all'impiego di concimi fosfatici di origine naturale, e per correggere il deficit di boro sarà necessario procedere con una concimazione specifica e localizzata lungo i filari delle colture da reiterare anno dopo anno.

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.41 |

#### 4.6 PIANO CULTURALE IN PROGETTO

Il progetto prevede la coltivazione di mirto e di foraggere annuali consociate di leguminose e graminacee (trifoglio/loietto, avena da foraggio/veccia). Più precisamente, la coltura di mirto verrà impiantata su gran parte della superficie da destinarsi all'impianto agrivoltaico, pari a circa 44 ettari, mentre la restante, escluse le tare e la fascia perimetrale interessata dalle opere di mitigazione, pari a 10 ettari circa, verrà dedicata alle colture foraggere su descritte.

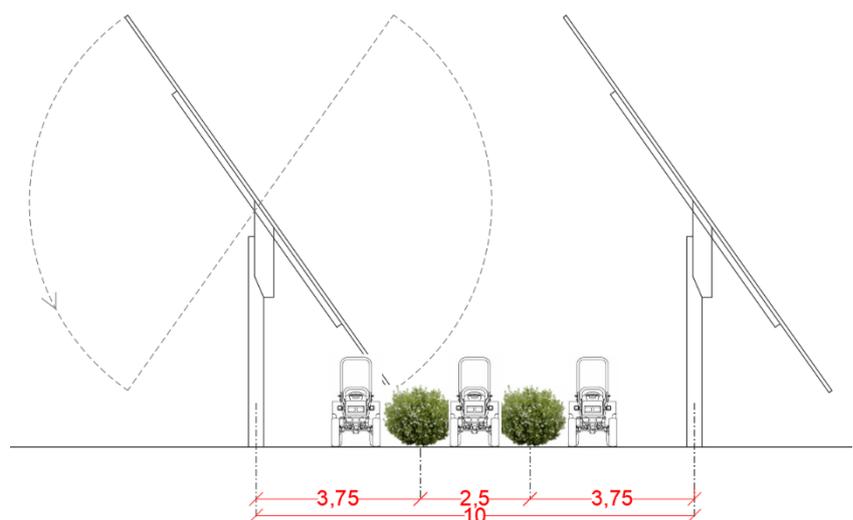
Per la normale conduzione delle coltivazioni previste in progetto, basandosi sulla "tabella di Fabbisogno di manodopera in agricoltura" di cui all'Allegato al Decreto dell'Assessore dell'Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale n. 122/DecA/2 del 21.01.2019, nell'impianto agrivoltaico in disamina ci sarà necessità di 10 unità lavorative annue.

##### 4.6.1 Mirto

Il Mirto è una pianta tipica della macchia mediterranea, appartiene alla famiglia delle Mirtacee, assume forma cespugliosa, e ben si adatta all'ambiente pedoclimatico della zona in esame. I prodotti che si ottengono sono:

- le bacche, che possono essere utilizzate per la produzione dei liquori;
- le foglie, che possono essere utilizzate per uso cosmetico.

Considerato il pitch in progetto (10 metri) la coltivazione deve essere realizzata, al fine di ottimizzare la superficie coltivabile, impostando 2,50 m tra le file e di metri 1,00 lungo la fila. La densità di impianto è quindi di 4.000 piante per ettaro di coltivazione. In questo modo, tra una stringa di trackers e l'altra, è possibile realizzare 2 filari di mirto.



*Schema di impianto del mirteto.*

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE</b><br><br><b>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>42</b> |



*I due filari di mirto vengono posizionati tra i trackers.*

#### 4.6.1.1 Operazione colturali propedeutiche all'impianto

Di seguito si fa una breve descrizione degli interventi necessari alla buona predisposizione dell'impianto del mirteto:

1. **sistemazione superficiale** del terreno e sua regolarizzazione;
2. **ripperatura** ovvero lavorazione del terreno compatto mediante una serie di tagli verticali, che a seconda delle caratteristiche meccaniche del suolo possono o meno produrre lo sgretolamento delle zolle, ed in generale comportano una ridotta od assente alterazione del profilo degli strati. Tale operazione verrà effettuata, raggiungendo una profondità di almeno 50 cm, ad inizio estate, poiché si prevede di mettere a dimora le piante nella periodo autunnale-invernale; questo al fine di conseguire un adeguato immagazzinamento delle riserve idriche necessarie allo sviluppo degli apparati radicali delle piantine ed anche per consentire un assestamento del terreno smosso;
3. **aratura e frangizollatura**: queste lavorazioni complementari hanno l'obiettivo di sminuzzare il terreno, la prima viene eseguita ad una profondità di 30-40 cm e la seconda

|                      |   |                           |        |
|----------------------|---|---------------------------|--------|
| GREENENERGYSARDEGNA2 | STUDIO DI IMPATTO<br>AMBIENTALE<br>QUADRO PROGETTUALE | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                      |   | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.43 |

invece sulla superficie del terreno;

4. **messa a dimora delle piantine:** al fine di ottenere le massime garanzie di attecchimento, assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo, minimizzare gli stress conseguenti al trapianto, la messa a dimora delle piantine verrà effettuata nel periodo autunnale-invernale, in quanto le piantagioni primaverili, pur presentando dei vantaggi per il minor pericolo delle gelate, sono sconsigliabili per i maggiori rischi derivanti dalle scarse precipitazioni che si registrano in questa stagione. Inoltre, la fase di risveglio vegetativo che la specie utilizzata attraversa nel periodo primaverile, la rende più vulnerabile alle conseguenze dovute allo stress da trapianto. Le piante di mirto da utilizzare saranno allevate in fitocella e dell'età di 1/2 anni e proverranno da vivai autorizzati e certificati. La messa a dimora delle piante rappresenta un aspetto critico dalla cui corretta od errata esecuzione dipende lo stato di salute degli individui messi a dimora e conseguentemente il livello di cure da prestare agli stessi nelle fasi successive del ciclo colturale, pertanto, verranno messe in opera le seguenti azioni:

- mettere a dimora il prima possibile le piante dopo lo scarico;
- non danneggiare e rimuovere i rami nelle operazioni di carico e scarico;
- scartare il materiale con radici fascianti e strozzanti;
- predisporre il tutoraggio della pianta con l'accortezza di fissare i tutori al di fuori del perimetro circolare che delimita l'ingombro del pane radicale;
- inumidire la parte superficiale o il primo substrato in cui è contenuto l'apparato radicale.

Al fine di regolarizzare le produzioni durante gli anni di impianto verrà predisposto un sistema di irrigazione a goccia o "irrigazione localizzata" o anche "microirrigazione" del tipo interrato ossia la cosiddetta "subirrigazione". Con questo sistema le ali gocciolanti verranno interrate ad una profondità di cm 25 e non saranno di intralcio per l'esecuzione delle lavorazioni con macchine agricole in superficie. Con questo metodo di irrigazione, l'acqua verrà somministrata lentamente alle piante e depositata o sulla superficie del terreno contigua alle stesse o direttamente alla zona della radice. L'obiettivo è quello di minimizzare l'utilizzo dell'acqua mantenendo però al contempo nello strato di terreno esplorato dalle radici un livello ottimale di umidità. L'impianto sarà costituito da delle condotte principali del diametro di 63 mm, da cui dipartiranno, mediante dei raccordi, le ali gocciolanti

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>44</b> |

in PE con portata nominale da 1,0 / 4,0 litri/ora e diametro esterno pari a mm 20. I gocciolatori saranno posti alla distanza di 0,50 metri l'uno dall'altro.

Per garantire l'approvvigionamento idrico, verranno realizzati quattro pozzi trivellati; l'acqua, prima di essere immessa nell'impianto di irrigazione verrà pompata tramite delle condotte di adduzione, in 11 serbatoi di accumulo, opportunamente distribuiti nell'area di intervento, ciascuno della capacità di 10.000 litri.

Si stima che, in condizioni climatiche "normali" e con una piovosità annua nella media climatologica di riferimento, il volume irriguo annuo si attesti intorno ai 3.000 mc per ettaro.

Una volta realizzato l'impianto di mirto, vista comunque la scarsa dotazione del suolo agrario e tenendo conto delle asportazioni di elementi nutritivi da parte delle colture, sarà comunque necessario procedere ad una concimazione annuale con azoto e fosforo da somministrare nel periodo compreso fra la fioritura e l'accrescimento dei frutti, evitando apporti in prossimità della maturazione e alla ripresa vegetativa.

Per il primo anno di impianto non si otterrà nessuna produzione, la raccolta del fogliame sarà effettuata a partire dal mese di giugno del secondo anno nel quale si prevede di ottenere 20 quintali di fogliame (produzione per ettaro), la raccolta delle bacche inizierà invece al terzo anno d'impianto nel quale si prevede di produrre 15 quintali di prodotto per ettaro.

La maturità produttiva del mirteto si avrà a partire dal quinto anno, nel quale si prevede di produrre 25 quintali di bacche e 50 quintali di fogliame per ettaro. Il mirteto resterà in produzione venticinque anni.

#### 4.6.1.2 Operazione colturali successive all'impianto del mirteto

Una volta che l'impianto del mirteto verrà realizzato, al fine di ridurre la diffusione di erbe infestanti, sarà opportuno provvedere a una trinciatura meccanica di quelle presenti nello spazio tra i filari, nel periodo ricompreso tra aprile e maggio e successivamente, a fine giugno, di quelle presenti nello spazio tra i filari e lungo gli stessi. L'operazione dovrà essere effettuata con trinciatrici meccaniche accoppiate ad una trattore agricola nello spazio tra i filari e mediante decespugliatori a spalla lungo i filari; grazie all'utilizzo di queste attrezzature non sarà necessario ricorrere al trattamento con diserbanti di sintesi.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE</b><br><b>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>45</b> |

Per le operazioni colturali successive all'impianto del mirteto si ricorrerà all'utilizzo di una trattrice classica da vigneto/frutteto, gommata e dotata di cabina, della potenza nominale di circa 75 CV avente una larghezza di circa 150 cm, una lunghezza di circa 400 cm ed una altezza di circa 235 cm, del tipo di quella dell'immagine che segue.



*Esempio di trattrice da impiegarsi nelle operazioni colturali per il mirteto negli anni successivi all'impianto*



*Decespugliatore a scoppio tipo da utilizzarsi, nei primi anni dell'impianto, per il contenimento delle specie erbacee infestanti lungo i filari di mirto*

Per quanto riguarda le altre operazioni colturali, dall'inizio del mese di dicembre sino alla fine del mese di febbraio si provvederà alla raccolta del prodotto che dovrà essere fatta manualmente.

Nel complesso si tratta di una coltura che non necessita di interventi con presidi fitosanitari in quanto abbastanza resistente alle malattie batteriche e/o fungine. L'unica operazione che viene fatta, di norma, è il diserbo, ma, come detto sopra, si ricorrerà a quello meccanico e non all'impiego di erbicidi di sintesi.

L'obiettivo che si vuole perseguire è quello di adottare i crismi dell'agricoltura sostenibile con pratiche e lavorazioni che riducano il ricorso a pesticidi e diserbanti ed infatti, anche per le concimazioni si privilegerà il ricorso a concimi organici.

Il mirteto resterà in produzione anche dopo la dismissione dell'impianto fotovoltaico, inoltre, le strisce di terreno che in fase di esercizio dell'impianto agrivoltaico saranno occupate dalla presenza dei pannelli fotovoltaici saranno utilizzate, una volta dismessi, per l'impianto di nuovi filari di mirto i quali saranno gestiti anch'essi secondo le stesse modalità della coltura prevista in progetto. Il sesto

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>46</b> |

di impianto per i nuovi filari sarà sempre di 2,50 metri tra una fila e di 1,00 metri tra le file andandosi così ad integrare in modo armonico ed omogeneo con quelli presenti durante il periodo di vita e di esercizio dell'impianto agrivoltaico. Anche i nuovi filari di mirto verranno gestiti in irriguo con l'ausilio di un impianto di irrigazione a goccia.

Come su specificato, la produttività della coltura non sarà costante nel tempo, ma variabile in funzione dello sviluppo e del grado di maturità della coltura.

Per quanto concerne la stima della redditività dell'impianto si rimanda agli elaborati specifici:

- A.AGR:1 – Relazione agronomica
- SIA.A5 – Analisi costi/benefici

#### 4.6.2 Colture foraggere

Per quanto riguarda le colture foraggere, considerate le caratteristiche tecniche dell'impianto agrivoltaico (ampi spazi tra le file, ma maggiore ombreggiamento in prossimità delle strutture di sostegno, con limitazione per gli spazi di manovra), si opterà per un tipo di inerbimento pressoché totale: il cotico erboso occuperà quasi tutta la fascia di terreno tra un tracker e l'altro.

La superficie del corpo fondiario dedicato alla coltivazione delle colture foraggere sarà pari a circa 10 ettari. L'inerbimento tra le file sarà di tipo artificiale, ottenuto dalla semina di miscugli di 4 specie autunno-vernine ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione e specificatamente:

- *Trifolium subterraneum* (comunemente detto trifoglio) o *Vicia sativa* (veccia) per quanto riguarda le leguminose;
- *Lolium multiflorum* var. *italicum* (loietto italico) o *Avena sativa* L. (avena) per quanto riguarda le graminacee.

L'impianto degli erbai avverrà all'inizio dell'autunno. A seguito delle lavorazioni preparatorie del terreno (aratura, erpicatura, rullatura ecc.), la semina verrà effettuata mediante l'impiego di seminatrici di precisione, dotate di serbatoi distinti per le varie specie foraggere da impiegarsi.

Per l'esecuzione delle lavorazioni di preparazione del terreno e per la semina si ricorrerà all'utilizzo di una trattrice gommata convenzionale.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>47</b> |

La produzione foraggera sarà destinata al pascolamento da parte di ovini da latte, provenienti da un allevamento zootecnico condotto da un imprenditore agricolo che opera nella zona. La scelta delle specie su richiamate deriva anche dal fatto che esse rientrano tra le essenze foraggere coltivate più appetibili per gli ovini da latte ed in grado di garantire una produzione di latte soddisfacente sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo.

La superficie foraggera sarà suddivisa in più settori in modo che, a rotazione, venga garantita la "messa a riposo" per un periodo non inferiore all'anno; questo per evitare fenomeni di "stanchezza" del terreno e garantire il mantenimento della fertilità del suolo secondo la buona pratica agronomica.

Le colture foraggere verranno gestite in asciutto.

Per quanto riguarda la tecnica di pascolamento, si ricorrerà a quella a rotazione, in modo tale che gli animali non insistano troppo sullo stesso appezzamento (sovrapascolamento), per garantire il giusto sviluppo vegetativo delle essenze pabulari, allungando la vita effettiva del pascolo stesso.

Per una corretta gestione della superficie foraggera, la stessa verrà suddivisa in più settori; delimitati da delle recinzioni elettriche a basso voltaggio al fine di impedire lo sconfinamento in altri settori. La banda di elettrificazione avrà un'altezza di 1,05 metri e sarà sorretta da picchetti per bande da posizionarsi ogni 5 metri. La banda di elettrificazione verrà alimentata da elettrificatori a batteria con basso voltaggio aventi una autonomia di 10.000 ore. Lo scopo di realizzare una recinzione elettrificata, a basso voltaggio, è quello di creare una barriera psicologica per evitare lo sconfinamento da parte degli ovini.

Per quanto concerne la stima della redditività dell'impianto si rimanda agli elaborati specifici:

- A.AGR:1 – Relazione agronomica;
- SIA.A5 – Analisi costi/benefici.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>48</b> |

#### 4.7 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio che verrà adottato per l'impianto in disamina riguarderà in modo particolare, ma non solo, la coltura di mirto. Verrà installato, in particolare, un sistema integrato che permetta di raccogliere i dati sulle colture previste in progetto e sulle condizioni ambientali che influiscono sulla resa delle colture stesse.

Questo sistema di monitoraggio servirà sia per operazioni automatiche (es. azionare l'impianto di microirrigazione previsto per il mirto) sia per fornire dati sulla base dei quali decidere eventuali azioni sulla coltura quali, ad esempio, un intervento di fertilizzazione.

Il sistema di monitoraggio sarà composto da sensori che misureranno fattori ambientali quali umidità/temperatura del terreno. Questi sensori saranno integrati all'interno di colonnine meteo (stazioni meteo) che verranno disposte in più punti del corpo fondiario destinato ad accogliere l'impianto agrivoltaico; ogni stazione sarà dotata di anemometro (in grado di misurare intensità media/raffica, direzione del vento), pluviometro (in grado di misurare pioggia cumulata e intensità di precipitazione) e sensori in grado di misurare la bagnatura fogliare (bagnatura su faccia superiore e inferiore), la radiazione solare (globale, UV, PAR), l'umidità, la temperatura del terreno e la pressione atmosferica. Queste stazioni meteo saranno alimentate con pannelli solari. I dati provenienti dai sensori verranno poi trasmessi a un sistema di raccolta dati, collegato tramite sistema wi-fi ad una stazione principale.

I dati inviati verranno poi raccolti su dei server dedicati o su piattaforma cloud. La visualizzazione dei dati avverrà tramite browser, con l'utente finale che accede via web alla propria area riservata e visualizza i dati provenienti dai sensori installati negli appezzamenti occupati dalle coltivazioni.

Una volta raccolti i dati forniti dai vari sensori installati, questi verranno scaricati su PC al fine di essere elaborati e analizzati. Il sistema di monitoraggio in progetto prevederà inoltre l'attivazione di alert via mail o notifiche tramite app se i valori misurati supereranno soglie predefinite. In alcuni casi al superamento delle soglie sarà possibile far partire delle operazioni automatiche (es. azionamento dell'impianto di irrigazione).

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>49</b> |

#### 4.8 PROGETTO DI RICERCA

La società Green Energy Sardegna 2 S.r.l. è in procinto di attivare una collaborazione con un ente di ricerca pubblico per lo sviluppo di progetti di ricerca di base e sperimentali, che verteranno sulle seguenti tematiche:

- valutare la produttività di un pascolo/seminativo sotto pannelli fotovoltaici orientabili. La linea di ricerca si propone di valutare come le particolari condizioni microambientali in cui vengono esposte le colture in un sistema agrivoltaico (ad es. luminosità, arieggiamento, prolungato ombreggiamento, variazione delle precipitazioni dirette sulla chioma, densità di semina per ettaro, etc.) possano influenzarne la qualità del pascolo per ovini da latte in termini di biomassa prodotta e composizione chimica della stessa rispetto ai parametri utilizzati nel razionamento animale (contenuto in proteina, frazioni fibrose e altri carboidrati, digeribilità della fibra in vitro, grado di lignificazione della fibra, ecc.) e sulla risposta animale (produzione e qualità del latte ecc.) e di come l'ombreggiamento del pascolo possa influenzare i parametri di benessere animale di risposta allo stress termico nel periodo primaverile ed estivo;
- aspetti critici e indirizzi per un corretto inserimento paesaggistico e ambientale di un sistema fotovoltaico in ambiente agricolo per limitare il degrado ambientale, territoriale e paesaggistico in termini di consumo di suolo, frammentazione degli habitat e perdita di biodiversità, nonché innescare -o esacerbare- il fenomeno delle isole di calore;
- efficienza economica e sociale di impianti agrivoltaici: ampliare le conoscenze sull'efficienza economica e sociale di impianti agrivoltaici rispetto ad altri sistemi di produzione di energia legati all'uso di superficie agricola. L'analisi punterà l'attenzione ai costi e benefici di natura privata come pure sui costi e benefici sociali legati a queste tipologie di impianto;
- automazione di impianti di irrigazione da input di sensori termici colturali: la ricerca si propone di individuare modalità di interazione tra una sensoristica dell'infrarosso termico e le centraline di controllo degli impianti idrici dell'impianto agrivoltaico;
- valutazione delle caratteristiche chimico-fisiche e tecnologiche delle produzioni vegetali ottenute all'interno di agroecosistemi agrivoltaici: individuare l'impatto dei sistemi agrivoltaici sulle caratteristiche nutrizionali e tecnologiche delle produzioni primarie ottenute in tali agroecosistemi rispetto a quelle convenzionali.

Infine, in adiacenza all'area di impianto, è stata individuata una specifica parcella di terreno, della superficie di circa 5.000 mq, attualmente non interessata da alcuna coltura arborea, dove verrà

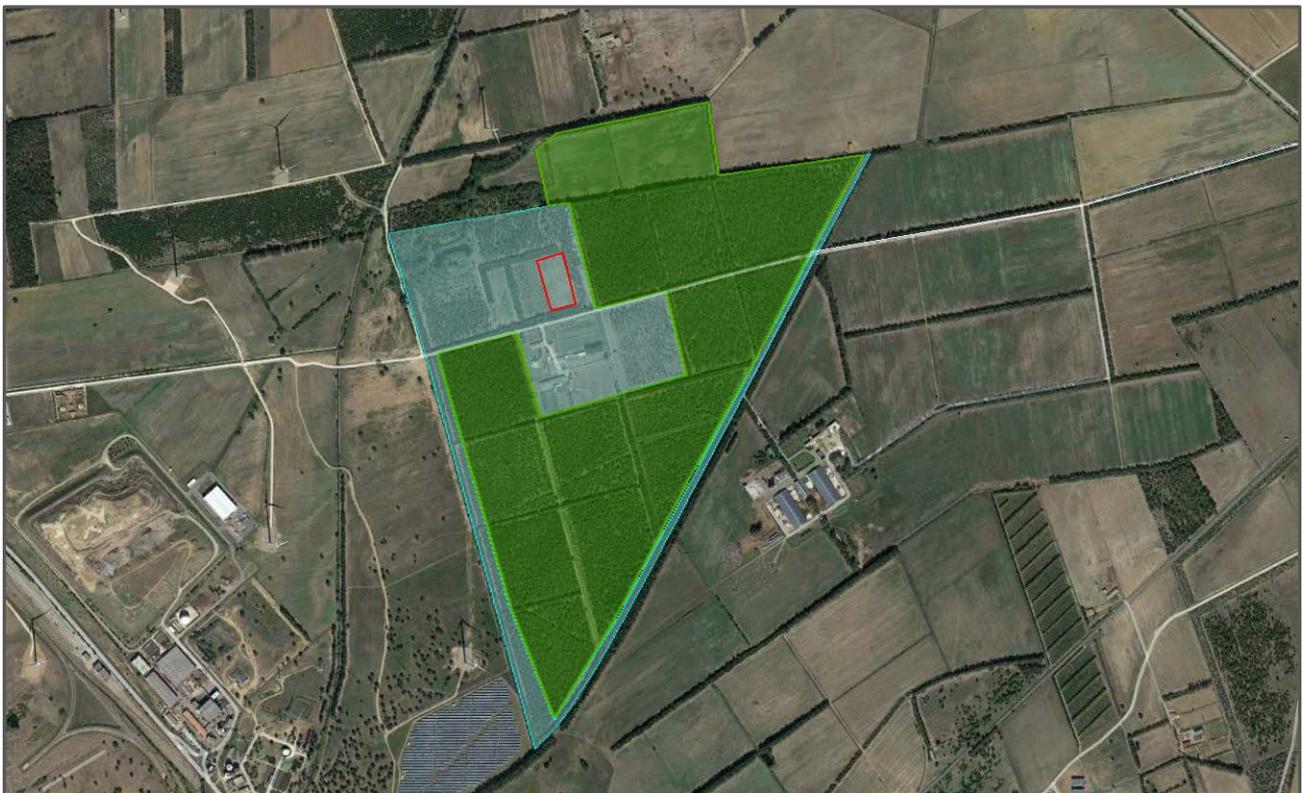
|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>50</b> |

realizzata una coltivazione di mirto allo scopo di ottenere un raccolto da confrontare con quello ottenuto nell'area impianto, al pari delle condizioni climatiche di contorno.

I parametri da monitorare saranno:

- le caratteristiche di crescita e di sviluppo
- la qualità delle bacche e foglie;
- la produttività di bacche e foglie.

Di seguito si riporta l'ortofoto dell'area impianto (in verde) e dell'area a disposizione di Green Energy Sardegna 2 (in ciano), con perimetrazione in rosso della parcella di terreno da 5000mq.



*In verde: area impianto - In ciano: area nella disponibilità di Green Energy Sardegna 2 – Perimetro rosso: parcella di terreno da destinare a coltivazione sperimentale (5.000 mq).*

|                             |  |                           |        |
|-----------------------------|--|---------------------------|--------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |        |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag.51 |

## **5 DIMISSIONE DELL'IMPIANTO A FINE VITA E OPERE DI RIPRISTINO, RINSERIMENTO E RECUPERO**

L'Autorizzazione Unica, ex D.Lgs. 387/03, è un titolo per la costruzione ed esercizio dell'impianto agrivoltaico. La Regione Sardegna prevede che l'autorizzazione all'esercizio abbia validità di 30 anni.

I costi di dismissione e delle opere di rimessa in pristino dello stato dei luoghi saranno coperti da una fideiussione bancaria indicata nell'atto di convenzione definitivo fra società proponente e Comuni interessati dall'intervento.

Il Piano di Dismissione e Ripristino dei luoghi è il documento che ha lo scopo di fornire una descrizione di tutte le attività e relativi costi, da svolgersi a "fine vita impianto", per riportare lo stato dei luoghi alla condizione ante-operam.

### **5.1 DESCRIZIONE DELLE FASI DI DIMISSIONE**

Di seguito si elencano le fasi principali della dismissione dell'Impianto.

Come detto, l'impianto sarà dismesso dopo 30 anni (periodo di autorizzazione all'esercizio) dalla entrata in regime seguendo le prescrizioni normative in vigore a quella data

Di seguito si indica l'elenco delle fasi principali del piano di dismissione, suddiviso tra agrivoltaico+cavidotto e stazione elettrica utente.

#### **IMPIANTO AGRIVOLTAICO E CAVIDOTTO**

- Sezionamento impianto lato DC e lato AC (Dispositivo di generatore), sezionamento in BT e MT (locale cabina di trasformazione);
- Scollegamento serie moduli fotovoltaici mediante connettori tipo multicontact;
- Scollegamento cavi lato c.c. e lato c.a.;
- Smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno;
- Impacchettamento moduli mediante appositi contenitori;
- Smontaggio sistema di illuminazione;
- Smontaggio sistema di videosorveglianza;

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>52</b> |

- Sfilaggio cavi BT e MT da canali / trincee interrati;
- Rimozione tubazioni interrate;
- Rimozione pozzetti di ispezione;
- Rimozione parti elettriche;
- Smontaggio struttura metallica (inseguitori monoassiali).

#### STAZIONE ELETTRICA UTENTE

- Smontaggio di tutte le apparecchiature elettromeccaniche (AT, MT; BT);
- Rimozione delle tubazioni interrate (vie cavi) e dei cavi elettrici (AT, MT, BT e di segnale) in esse contenuti;
- Rimozione plinti di fondazione delle apparecchiature AT;
- Rimozione del fabbricato locali tecnici, ivi comprese le fondazioni;
- Rimozione del piazzale con finitura in asfalto;
- Rimozione della recinzione, ivi compreso il cordolo di fondazione e i cancelli;
- Consegna materiali a ditte specializzate allo smaltimento;
- Riempimento dei volumi occupati dalle fondazioni con materiale inerte proveniente da cave di prestito;
- Apporto di terreno vegetale sugli strati superficiali per uno spessore di 30-40 cm.

Per la trattazione specifica si rimanda alla relazione "FR.02 - Piano di dismissione e ripristino" e relativo computo metrico.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>53</b> |

## 6 Cronoprogramma dei lavori

I tempi previsti per la realizzazione dell'impianto sono pari a 24 mesi. Le fasi di lavorazione prevedono che una volta ottenuta l'Autorizzazione Unica, si proceda con i seguenti passi:

- progettazione esecutiva dell'impianto agrivoltaico;
- approvazione del progetto esecutivo presso le autorità competenti;
- negoziazione e sottoscrizione dei contratti di fornitura;
- preparazione del sito
- opere civili sistemazione del sito (recinzione, scavi, viabilità);
- opere meccaniche strutture e module mounting;
- opere elettriche di posa cavi e collegamenti;
- installazione inverter e cabine;
- collaudo dell'impianto impianto agrivoltaico;
- messa in funzione dell'impianto agrivoltaico;
- entrata in esercizio dell'impianto agrivoltaico.

La fase di progettazione esecutiva durerà circa 3 mesi.

Quindi si passerà alla procedura di autorizzazione da parte delle Autorità competenti del suddetto progetto esecutivo per la quale si prevedono 2 mesi.

Successivamente inizierà la fase delicata di discussione e negoziazione del contratto di fornitura e manutenzione delle forniture per fare ciò, si stimano 3 mesi.

In parallelo con la fase di negoziazione, a seguito dell'ottenimento delle autorizzazioni definitive, potranno essere avviate le opere civili suddivise in tre lotti, che dureranno circa 5 mesi a lotto per un tempo complessivo di 15 mesi.

A conclusione delle opere civili di ciascun lotto comincerà il montaggio delle strutture e dei moduli per ciascun lotto, durata stimata 3 mesi. Durata totale per le opere meccaniche 9 mesi.

|                             |  |                           |                |
|-----------------------------|--|---------------------------|----------------|
| <b>GREENENERGYSARDEGNA2</b> | <b>STUDIO DI IMPATTO<br/>AMBIENTALE<br/>QUADRO PROGETTUALE</b> | Codifica<br><b>TOMO.2</b> |                |
|                             |  | Rev. 01<br>del 25/02/2022 | Pag. <b>54</b> |

A seguire le opere elettriche per ogni lotto durata stimata in 4 mesi. Durata totale per le opere elettriche di 12 mesi.

Le cabine prefabbricate richiederanno 6 mesi complessivamente.

Per il collaudo a freddo, la messa in funzione dell'impianto e l'entrata in esercizio si stimano complessivamente una durata di 3 mesi.

La durata complessiva del cantiere è pertanto stimata in 24 mesi.

| CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITA' |                                      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------|--------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ID                             | Nome attività                        | MESE |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                |                                      | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1                              | <b>VILLACIDRO 3</b>                  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2                              | <b>Ingegneria</b>                    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3                              | Progettazione esecutiva              |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4                              | Approvazione progetto esecutivo      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5                              | <b>Approvvigionamenti</b>            |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6                              | Negoziante e sottoscrizione          |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7                              | <b>Costruzione</b>                   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8                              | <b>Opere civili</b>                  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9                              | Sistemazione del sito                |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10                             | Recinzione                           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11                             | Scavi                                |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12                             | Viabilità                            |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13                             | Fondazioni                           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14                             | <b>Opere meccaniche</b>              |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15                             | Installazione strutture di supporto  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16                             | Installazione moduli fotovoltaici    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 17                             | <b>Opere elettriche</b>              |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 18                             | Posa cavi BT                         |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 19                             | Posa cavi MT                         |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 20                             | Posa cavi di terra                   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 21                             | Posa cavi di comunicazione           |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 22                             | Posa cavi di sistema                 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 23                             | Installazione inverter               |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 24                             | Installazione cabine                 |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 25                             | <b>Opere agricole</b>                |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 26                             | Sistemazione superficiale            |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 27                             | Ripperatura                          |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 28                             | Aratura e frangizollatura            |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 29                             | Messa a dimora delle piantine        |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 30                             | Predisposizione sistema irrigazione  |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 31                             | Predisposizione sistema monitoraggio |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 32                             | <b>Opere di interconnessione</b>     |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 33                             | Elettrodotto                         |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 34                             | Sottostazione                        |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 35                             | <b>Collaudo</b>                      |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 36                             | <b>Messa in funzione</b>             |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 37                             | <b>Entrata in esercizio</b>          |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

QUADRO PROGETTUALE

IL TEAM DI LAVORO NCARICATO PER LA V.I.A.

Dott. Ing. Giulia BETTIOL - Bettiol Ing. Lino S.r.l.

Responsabile del SIA e coordinatore del gruppo di lavoro.  
Redazione generale dello SIA e dei suoi allegati

Ing. Marco LASEN – ASI Ingegneria S.r.l.

Dott.ssa Annalisa CAPOLUPI

Dott. Geol. Giovanni MANDIS

Dott.ssa Frida OCCELLI

Redazione generale dello SIA e dei suoi allegati

**GREENENERGYSARDEGNA2**

GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 39100 Bolzano (BZ)



|  |           |
|--|-----------|
| <b>PREMESSA .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE .....</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>2.1 RUOLO DELL'OPERA E MOTIVAZIONI .....</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>2.2 PRINCIPALI BENEFICI DELLE OPERE.....</b>                                  | <b>7</b>  |
| <b>2.3 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI.....</b>                            | <b>8</b>  |
| 2.3.1 <i>L'"OPZIONE ZERO"</i> .....  | 8         |
| 2.3.2 <i>ALTERNATIVE PROGETTUALI</i> .....                                       | 8         |
| 2.3.2.1 <i>ELETTRODOTTO</i> .....  | 9         |
| 2.3.2.2 <i>CABINA DI TRASFORMAZIONE UTENTE</i> .....                             | 9         |
| <b>2.4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>  | <b>11</b> |
| 2.4.1 <i>UBICAZIONE E OPERE ATTRAVERSATE</i> .....                               | 11        |
| 2.4.2 <i>DESCRIZIONE DELL'OPERA DI PROGETTO</i> .....                            | 15        |
| 2.4.3 <i>CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI</i> .....                   | 15        |
| 2.4.3.1 <i>CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEGLI ELETTRODOTTI</i> .....               | 16        |
| 2.4.3.2 <i>CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA</i> .....                               | 16        |
| 2.4.3.3 <i>STATO DI TENSIONE MECCANICA</i> .....                                 | 17        |
| 2.4.3.4 <i>CAPACITA' DI TRASPORTO</i> .....                                      | 18        |
| 2.4.3.5 <i>SOSTEGNI</i> .....  | 18        |
| 2.4.3.5.1 <i>DISTANZA TRA I SOSTEGNI</i> .....                                   | 19        |
| 2.4.3.6 <i>FONDAZIONI</i> .....  | 20        |
| 2.4.3.7 <i>MESSA A TERRA DEI SOSTEGNI</i> .....                                  | 21        |
| 2.4.3.8 <i>ISOLAMENTO</i> .....  | 21        |
| 2.4.3.8.1 <i>Caratteristiche geometriche</i> .....                               | 21        |
| 2.4.3.8.2 <i>Caratteristiche elettriche</i> .....                                | 21        |
| 2.4.3.9 <i>MORSETTERIA ED ARMAMENTI</i> .....                                    | 23        |
| 2.4.3.10 <i>ALTRI ELEMENTI TECNICI DI IMPIANTO</i> .....                         | 25        |
| 2.4.3.11 <i>CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI</i> .....                             | 25        |
| 2.4.3.12 <i>RUMORE</i> .....   | 26        |
| 2.4.3.13 <i>CAMPI ELETTROMAGNETICI</i> .....                                     | 26        |
| 2.4.3.14 <i>AREE IMPEGNATE</i> .....   | 27        |
| 2.4.4 <i>MOVIMENTI DI TERRA E SMALTIMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO</i> ..... | 28        |
| 2.4.4.1 <i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i> .....                                    | 28        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 2.4.4.2    | INQUADRAMENTO AMBIENTALE .....  | 28        |
| 2.4.4.3    | DEFINIZIONE DEL NUMERO DI CAMPIONI PREVISTI .....                                       | 31        |
| 2.4.4.4    | MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERAZIONI DI SCAVO E SITI DI POSSIBILE CONFERIMENTO ..... | 36        |
| 2.4.5      | CRONOPROGRAMMA .....  | 37        |
| <b>2.5</b> | <b>ANALISI DELLE AZIONI DI PROGETTO IN FASE DI COSTRUZIONE .....</b>                    | <b>38</b> |
| 2.5.1      | FASI REALIZZATIVE .....   | 38        |
| 2.5.2      | ARTICOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE E FASI DI LAVORO .....                         | 38        |
| 2.5.3      | AREA CENTRALE DI CANTIERE O CAMPO-BASE .....  | 40        |
| 2.5.4      | AREE DI INTERVENTO – MICRO CANTIERI .....   | 42        |
| 2.5.5      | PISTE DI ACCESSO .....  | 44        |
| 2.5.6      | MODALITÀ DI INTERVENTO .....  | 44        |
| <b>2.6</b> | <b>FASE DI ESERCIZIO .....</b>  | <b>46</b> |
| 2.6.1      | MODALITÀ DI GESTIONE E MONITORAGGIO DELL'OPERA .....                                    | 46        |
| 2.6.2      | INTERFERENZE CON I FATTORI AMBIENTALI .....   | 46        |
| 2.6.3      | INTERFERENZE IN FASE DI ESERCIZIO .....   | 47        |
| <b>2.7</b> | <b>FASE DI FINE ESERCIZIO .....</b>   | <b>49</b> |
| <b>2.8</b> | <b>LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO .....</b>                            | <b>50</b> |
| 2.8.1      | LEGISLAZIONE NAZIONALE .....  | 50        |
| 2.8.2      | NORME TECNICHE .....  | 51        |

## PREMESSA

Il presente Studio di Impatto Ambientale si riferisce al progetto di rifacimento della linea elettrica con tensione nominale di 150 kV collegante la Cabina Primaria (CP) di Villasor (CA) a quella di Serramanna (VS), ed alla progettazione di una nuova cabina di trasformazione utente per il collegamento in AT e MT del nuovo impianto a produzione di energia solare di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. alla Sottostazione Elettrica (SSE) di Serramanna (VS). Gli interventi sono funzionali alla connessione in rete di più impianti di produzione da fonte rinnovabile.

Lo studio sarà sviluppato secondo l'articolazione di tre quadri di riferimento: programmatico, progettuale e ambientale. Il presente elaborato si riferisce al **quadro di riferimento progettuale** che la descrizione delle soluzioni progettuali, degli aspetti morfologici e delle geometrie di progetto da considerare per le relative valutazioni di impatto. Compresi gli aspetti logistici, le fasi di cantierizzazione e le fasi operative di esercizio. Le opere di seguito descritte costituiscono ai sensi dell'art. 12 D.Lgs. 387/2003 e delle linee guida nazionale D.M. 10/09/2010 infrastruttura indispensabile alla costruzione e all'esercizio dell'impianto a fonte rinnovabile e pertanto vengono autorizzate nell'ambito del procedimento di autorizzazione unica.

Per tali opere il progetto sarà presentato al Ministero della Transizione Ecologica, Direzione Generale per la Crescita sostenibile e la qualità dello Sviluppo, Divisione V Sistemi di Valutazione Ambientale. In quanto, Ai sensi dell'allegato II-bis della parte seconda del D.lgs. 152/2006, il presente progetto rientra tra quelli da sottoporre ad assoggettabilità di competenza statale, perché trattasi di: "Elettrodotti aerei per il trasporto di energia elettrica, con tensione nominale superiore a 100 kV e con tracciato di lunghezza superiore a 3 Km" (punto 1 lettera d) dell'allegato II-bis). Pertanto l'amministrazione competente alla verifica di assoggettabilità alla valutazione d'impatto ambientale del seguente progetto è il Ministero della Transizione Ecologica.

Per quanto concerne le opere di utenza per la connessione, trattandosi di opere di competenza del richiedente che interessano una specifica area e non essendo infrastrutture di tipo lineare come le opere di Rete in capo a Terna S.p.a., è stato ritenuto opportuno suddividere alcuni elaborati quali: Piano di Gestione Terre e Rocce da Scavo e screening di Valutazione di Incidenza Ambientale, per permettere una futura gestione progettuale ed esecutiva indipendente. Le opere infatti risultano disgiunte da un punto di vista tecnico e, in fase di esercizio, verranno gestite da due soggetti distinti. Il primo (opere di utenza) resterà di proprietà ed in gestione al Richiedente, Green Energy Sardegna 2. Il secondo (opere di rete) invece, entrando a far parte della RTN, verrà gestito da Terna S.p.a., l'attuale Gestore della RTN. Infatti, gli interventi sulla RTN dovranno essere coordinati direttamente col Gestore della rete.

Tuttavia, nel presente documento è stata riassunta la valutazione complessiva dell'impatto ambientale delle opere anche se, sotto un aspetto costruttivo, funzionale ed operativo/gestionale possono essere considerate funzionalmente indipendenti.

## 2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Il quadro di riferimento progettuale comprende la descrizione delle soluzioni progettuali, degli aspetti morfologici e delle geometrie da considerare per le relative valutazioni di impatto. Sono compresi gli aspetti logistici, funzionali e di bilancio delle risorse inerenti sia la cantierizzazione che le fasi operative di esercizio. La descrizione del progetto e delle soluzioni adottate per la sua realizzazione vengono esposte con particolare riferimento a:

- Ruolo dell'opera e motivazioni
- Principali benefici delle opere
- Analisi delle alternative progettuali
- Descrizione del progetto
- Analisi delle azioni di progetto in fase di costruzione
- Fase di esercizio
- Fase di fine esercizio
- Legislazione e normativa tecnica di riferimento

## 2.1 RUOLO DELL'OPERA E MOTIVAZIONI

Green Energy Sardegna 2 S.r.l. ha ottenuto da TERNA spa preventivo di connessione con numero di protocollo 20200080099-10/12/2020 in data 10/12/2020.

Di tale preventivo fa parte integrante la Soluzione Tecnica Minima Generale (S.T.M.G.) per connettere il nuovo impianto da fonte rinnovabile di Green Energy Sardegna 2 e la previsione che lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di smistamento (SE) della RTN 150 kV di Serramanna, previo potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV "Serramanna – Villasor".

Il codice pratica assegnato da Terna è il seguente: **201900605**.

Gli interventi sono funzionali alla connessione in rete del nuovo impianto di produzione da fonte rinnovabile di tipo solare-fotovoltaico di Green Energy Sardegna 2 S.r.l.. Tali opere potranno essere funzionali anche agli impianti di produzione ad altri produttori connessi in AT e MT.

La proprietà e la gestione delle aree ed impianti ad uso comune rimarrà in capo alla società Green Energy Sardegna S.r.l., mentre ogni produttore rimarrà responsabile e gestore del proprio impianto.

La realizzazione del sopracitato campo fotovoltaico consente di aumentare la produzione di energia da fonti rinnovabili che non comportano nessun tipo di emissione di anidride carbonica e di altri agenti inquinanti. Tali opere consentono quindi di rispondere alla sempre maggior richiesta di energia eliminando però l'emissione di quelle sostanze (combustibili fossili) che sono le principali responsabili dell'aumento dell'inquinamento che sta subendo il pianeta. Per quanto riguarda la descrizione del nuovo impianto fotovoltaico non ci si dilungherà ulteriormente, perché le specifiche analisi di Impatto Ambientale saranno descritte su separata documentazione.

Le opere di seguito descritte costituiscono pertanto, ai sensi dell'art. 12 D.Lgs. 387/2003 e delle linee guida nazionale D.M. 10/09/2010, infrastruttura indispensabile alla costruzione e all'esercizio dell'impianto a fonte rinnovabile e pertanto vengono autorizzate nell'ambito del procedimento di autorizzazione unica.

Gli interventi previsti oggetto del progetto definitivo sono dunque i seguenti:

- Il completo rifacimento (con demolizione dell'esistente) della linea aerea a 150 kV "Serramanna - Villasor" nel tratto compreso tra la CP di Serramanna e la CP di Villasor.
- La realizzazione di una nuova cabina di trasformazione utente per il collegamento in AT e MT del nuovo impianto a produzione di energia solare di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. alla Sottostazione Elettrica (SSE) di Serramanna (VS).

Tali opere di rete, oggetto del presente progetto, sono indispensabili per poter trasportare l'energia pulita prodotta dal campo fotovoltaico a cui sono connesse. Senza tali opere infatti si creerebbe un esubero di

energia che non potrebbe essere trasportata e di conseguenza distribuita alle utenze creando problematiche al sistema elettrico locale.

## 2.2 PRINCIPALI BENEFICI DELLE OPERE

La realizzazione delle opere consentirà, in primis, di ottenere la connessione in rete di un impianto di produzione da fonte rinnovabile di tipo solare-fotovoltaico.

A seguire, il potenziamento e l'interconnessione degli elettrodotti in progetto, permetteranno anche ad altri produttori di poter connettere impianti di generazione a fonte rinnovabile.

L'intervento permetterà altresì di incrementare la capacità produttiva liberata dagli impianti fotovoltaici ed eolici presenti nell'area, consentendo nel contempo di rispondere alla sempre maggior richiesta di energia "pulita" ed eliminando l'emissione di quelle sostanze (combustibili fossili) che sono le principali responsabili dell'aumento dell'inquinamento che sta subendo il pianeta.

Altri benefici diretti o indiretti che si possono riscontrare sono i seguenti:

- riduzione delle perdite di rete;
- eliminazione delle congestioni che limitano lo sfruttamento di produzioni più efficienti;
- riduzione di emissione di CO<sub>2</sub>.

L'intervento sopra descritto di fatto contribuisce ad aumentare la ridondanza di rete dell'attuale infrastruttura elettrica, garantendo una più uniforme distribuzione dei flussi di potenza, un aumento dei margini di sicurezza e flessibilità nell'esercizio, anche in condizioni di sistema non integro (per manutenzione o per guasto).

## 2.3 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

### 2.3.1 L'OPZIONE ZERO

La mancata realizzazione delle opere comporterà il permanere delle principali criticità riscontrate nell'area Sud della Sardegna, con un rischio non trascurabile per l'esercizio in sicurezza della rete in esame e la copertura del carico sotteso dalle cabine primarie, specie nei periodi di alta richiesta.

Tali rischi risulteranno particolarmente evidenti in condizioni di rete non integra, limitando fortemente le finestre temporali su cui si potrà intervenire nell'area per le consuete attività di manutenzione e rinnovo che tali infrastrutture richiedono.

In particolare la non realizzazione delle opere qui descritte comporterà:

- L'impossibilità di connettere l'impianto di generazione fotovoltaica in progetto e gli impianti di produzione degli altri produttori connessi in AT e MT che hanno accettato i preventivi di connessione e condividono le stesse opere di rete
- La riduzione dei margini di sicurezza relativi alla copertura del fabbisogno locale;
- L'aumento della probabilità che si verifichino episodi di energia non fornita;
- La possibile congestione di produzione da FER in particolari situazioni di esercizio

### 2.3.2 ALTERNATIVE PROGETTUALI

In fase di analisi di prefattibilità delle opere sono state analizzate più opzioni progettuali al fine di valutare quella più favorevole dal punto di vista degli impatti sul territorio e con meno implicazioni dal punto di vista delle fasi di realizzazione e di esercizio.

Lo studio delle possibili soluzioni e dei siti più idonei per realizzare le opere è stato condotto tenendo in considerazione i seguenti fattori e aspetti:

- vincoli territoriali (infrastrutture interferite presenti sul territorio, livello di antropizzazione);
- presenza di recettori sensibili al campo elettrico e all'induzione magnetica;
- vincoli ambientali e paesaggistici;
- vincoli idraulici e geologici;
- vincoli urbanistici;
- vincoli archeologici;
- morfologia dei territori;
- accessibilità e viabilità delle aree;
- facilità di connessione per futuri produttori.

### 2.3.2.1 ELETTRODOTTO

Le ipotesi di tracciato dell'elettrodotto sono state studiate comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza dei tracciati per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- evitare l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- contenere l'impatto visivo, nella misura concessa dalle condizioni geomorfologiche territoriali;
- evitare l'interessamento di aree soggette a dissesto geomorfologico;
- evitare l'interferenza diretta con i numerosi generatori eolici diffusi nel territorio;
- mitigare le interferenze e la coesistenza con preesistenti opere di pubblico interesse, preferendo, ove possibile, gli stessi siti utilizzati da linee elettriche esistenti e/o i territori già interessati da altre infrastrutture (es. parchi eolici);
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della RTN;
- contenere la lunghezza dei raccordi aerei alla nuova SE anche nell'ottica di una minor occupazione del suolo
- permettere il regolare esercizio e la manutenzione dell'elettrodotto.

Nello specifico sono stati analizzati vari possibili tracciati alternativi alla linea esistente. Soppesando tutti i parametri in gioco, si è subito potuto verificare che la linea esistente presenta già un tracciato pressoché lineare tra le due CP interessate dal potenziamento. Qualsiasi scostamento importante da tale tracciato comporterebbe un aggravio nell'estensione del territorio interessato dalle opere. Si è perciò optato per il rifacimento della linea lungo il tracciato dell'elettrodotto esistente.

Tale soluzione ha il vantaggio di poter limitare al minimo il numero dei tralici e mantenere la lunghezza della linea nel valore minimo. Il mantenimento del tracciato linea permette anche di migliorare globalmente l'impatto visivo dell'infrastruttura.

### 2.3.2.2 CABINA DI TRASFORMAZIONE UTENTE

Le ipotesi di localizzazione della nuova cabina utente sono state studiate comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

- realizzare la struttura su di un'area agricola e quindi di non importante valore ecologico utilizzando la minor porzione possibile di territorio;

- costruire la cabina a lato della SSE di Serramanna, per non frammentare nuove porzioni di territorio, costituendo così una sorta di allargamento della SSE.
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- evitare l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- contenere l'impatto visivo, nella misura concessa dalle condizioni geomorfologiche territoriali;
- evitare l'interessamento di aree soggette a dissesto geomorfologico;
- mitigare le interferenze e la coesistenza con preesistenti opere di pubblico interesse;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della RTN;
- contenere l'ampiezza dell'area della nuova cabina anche nell'ottica di una minor occupazione del suolo
- permettere il regolare esercizio e la manutenzione della cabina.

Nello specifico sono stati analizzati vari possibili collocamenti alternativi per la cabina di trasformazione utente. Soppesando tutti i parametri in gioco, si è potuto verificare che l'area designata presenta la soluzione migliore. Qualsiasi scostamento importante da tale posizione comporterebbe un aggravio nell'estensione del territorio interessato dalle opere. Si è perciò optato per ubicare la nuova cabina di trasformazione utente sul lato Sud-Est della SSE di Serramanna. Tale soluzione ha il vantaggio di poter limitare al minimo la lunghezza dei cavidotti interrati. Il fatto di posizionare la cabina a lato della già esistente SSE di Serramanna, si inserisce in un contesto che già presenta una struttura tecnologica, modificando lievemente la percezione paesaggistica attuale e rappresentando di fatto un allargamento della SSE.

## 2.4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Di seguito sono riassunti sinteticamente gli interventi previsti, mentre per la descrizione puntuale si rimanda all'elaborato "*Relazione tecnico illustrativa*" e agli elaborati di progetto.

La progettazione di tutti gli elementi è stata svolta avendo sempre come priorità gli obiettivi di tutela dell'ambiente, della salute umana e 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.

Come esposto nei capitoli precedenti sono state svolte più simulazioni al fine di individuare le soluzioni progettuali più funzionali in relazione alle possibili ripercussioni sull'ambiente e nel rispetto della legislazione regionale e nazionale in materia.

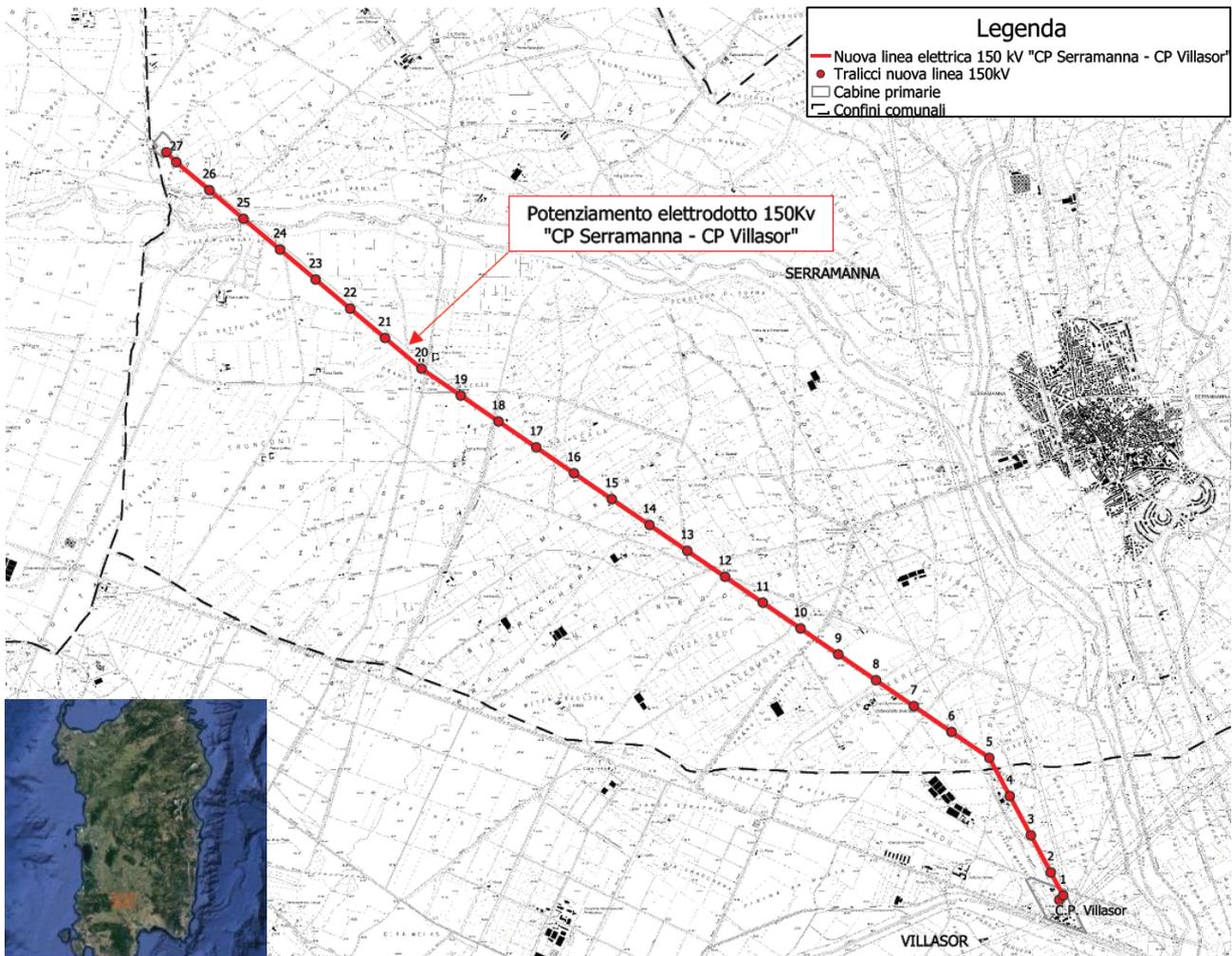
### 2.4.1 UBICAZIONE E OPERE ATTRAVERSATE

I comuni coinvolti dagli interventi sopra descritti sono Villasor e Serramanna, il primo facente parte della Provincia della Città Metropolitana di Cagliari, il secondo facente parte della Provincia del Medio Campidano (VS).

Lo sviluppo generale delle opere è evidenziato nell'elaborato "*SIA.B6 - Corografia di inquadramento*".

Le aree coinvolte dal rifacimento linea "Villasor - Serramanna" sono le medesime di quelle occupate dall'esistente elettrodotto, in particolare sarà utilizzato un tracciato parallelo. Il progetto di rifacimento 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.

L'elettrodotto "Villasor - Serramanna" parte dalla CP di Villasor, posta nel comune di Villasor, a nord di esso, lungo la SS196 e ad ovest del centro abitato di Villasor. L'elettrodotto continua poi verso nord-ovest, in modo rettilineo, senza deviazioni, per circa 1,4 km fino ad entrare nel comune di Serramanna. Dopo questo tratto rettilineo iniziale, l'elettrodotto devia verso sinistra in direzione Sud-Est/Nord-Ovest e con un tratto rettilineo di circa 8,4 km, con qualche piccola deviazione, termina nella CP di Serramanna dopo aver attraversato anche la SS293.



**Figura 1 – Estratto dalla tavola “SIA.B6 - Corografia di inquadramento”.**

Nella sottostante tabella viene riportato l’elenco dei comuni attraversati ed interessati dall’opera:

**Tabella 1 - Comuni attraversati dall'opera in progetto.**

| <b>Comune</b> | <b>Provincia</b>                | <b>Regione</b> |
|---------------|---------------------------------|----------------|
| Villazor      | Città Metropolitana di Cagliari | Sardegna       |
| Serramanna    | Medio Campidano                 | Sardegna       |

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 “*Corografia con attraversamenti*”. Per quanto riguarda le opere di utenza (cabina di trasformazione), essendo l’area di progetto molto più ristretta, non vi sono attraversamenti da segnalare.

**Tabella 2 - Principali interferenze con l'opera in progetto.**

| NUM Attrav. | Campata     | Tipologia di attraversamento | Comune     | Ente proprietario o gestore |
|-------------|-------------|------------------------------|------------|-----------------------------|
| 1           | CP Villasor | Linea AT                     | Villasor   | E-distribuzione             |
| 2           | CP Villasor | Linea AT                     | Villasor   | E-distribuzione             |
| 3           | 1-2         | Linea AT                     | Villasor   | E-distribuzione             |
| 4           | 2-3         | Linea AT                     | Villasor   | E-distribuzione             |
| 5           | 2-3         | Strada vicinale              | Villasor   |                             |
| 6           | 3-4         | Strada vicinale              | Villasor   |                             |
| 7           | 4-5         | Strada vicinale              | Villasor   |                             |
| 8           | 4-5         | Strada vicinale              | Villasor   |                             |
| 9           | 4-5         | Strada vicinale              | Villasor   |                             |
| 10          | 5-6         | Linea MT                     | Serramanna | E-distribuzione             |
| 11          | 5-6         | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 12          | 5-6         | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 13          | 6-7         | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 14          | 7-8         | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 15          | 8-9         | Linea MT                     | Serramanna | E-distribuzione             |
| 16          | 9-10        | Linea telefonica             | Serramanna |                             |
| 17          | 9-10        | Strada comunale              | Serramanna | Comune                      |
| 18          | 10-11       | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 19          | 10-11       | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 20          | 11-12       | Linea MT                     | Serramanna | E-distribuzione             |
| 21          | 11-12       | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 22          | 12-13       | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 23          | 12-13       | Linea BT                     | Serramanna | E-distribuzione             |
| 24          | 12-13       | Strada comunale              | Serramanna | Comune                      |
| 25          | 12-13       | Linea BT                     | Serramanna | E-distribuzione             |
| 26          | 12-13       | Strada comunale              | Serramanna | Comune                      |
| 27          | 12-13       | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 28          | 13-14       | Strada vicinale              | Serramanna |                             |
| 29          | 13-14       | Linea MT                     | Serramanna | E-distribuzione             |
| 30          | 14-15       | Strada vicinale              | Serramanna |                             |

|    |       |                    |            |                 |
|----|-------|--------------------|------------|-----------------|
| 31 | 14-15 | Strada vicinale    | Serramanna |                 |
| 32 | 15-16 | Strada vicinale    | Serramanna | Comune          |
| 33 | 15-16 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 34 | 16-17 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 35 | 16-17 | Strada vicinale    | Serramanna | Comune          |
| 36 | 16-17 | Strada vicinale    | Serramanna |                 |
| 37 | 17-18 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 38 | 18-19 | Linea telefonica   | Serramanna |                 |
| 39 | 18-19 | Strada comunale    | Serramanna | Comune          |
| 40 | 18-19 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 41 | 19-20 | Strada comunale    | Serramanna | Comune          |
| 42 | 19-20 | Linea telefonica   | Serramanna |                 |
| 43 | 19-20 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 44 | 19-20 | Strada comunale    | Serramanna | Comune          |
| 45 | 20-21 | Strada vicinale    | Serramanna |                 |
| 46 | 20-21 | Strada vicinale    | Serramanna |                 |
| 47 | 21-22 | Strada vicinale    | Serramanna |                 |
| 48 | 22-23 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 49 | 23-24 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 50 | 24-25 | Strada vicinale    | Serramanna |                 |
| 51 | 24-25 | Torrente Leni      | Serramanna |                 |
| 52 | 25-26 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 53 | 25-26 | Strada statale 293 | Serramanna | Anas            |
| 54 | 25-26 | Strada comunale    | Serramanna | Comune          |
| 55 | 25-26 | Linea MT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 56 | 26-27 | Linea BT           | Serramanna | E-distribuzione |
| 57 | 26-27 | Strada vicinale    | Serramanna |                 |
| 58 | 26-27 | Linea MT           | Serramanna | E-distribuzione |

#### **2.4.2 DESCRIZIONE DELL'OPERA DI PROGETTO**

L'intervento in progetto è dunque il rifacimento del tratto di linea aerea a 150 kV "Villasor - Serramanna" nel tratto compreso tra la CP di Villasor e la CP di Serramanna. Di seguito si riporta una descrizione dettagliata dell'intervento.

Il ripotenziamento dell'elettrodotto prevede la sostituzione dell'esistente conduttore di diametro 22,8 mm con nuovo conduttore ACSR di diametro 31,5 mm in grado di trasportare una maggiore intensità di corrente rispetto a quello esistente. Poiché il nuovo conduttore pesa di più, aumentando quindi la freccia e diminuendo quindi la conseguente distanza di sicurezza (franco) dal terreno o dalle altre opere attraversate, e considerando che i tiri più elevati comportano sollecitazioni maggiori sui sostegni esistenti, si rende necessaria la sostituzione di tutti i sostegni. I nuovi sostegni che saranno installati su un nuovo tracciato, parallelo a quello esistente, 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.

La progettazione dell'intero intervento è stata eseguita pensando di ridurre al minimo la lunghezza dei tratti di nuovi elettrodotti da realizzare. Per l'elettrodotto "Villasor - Serramanna" da rinforzare l'impatto sul territorio è ridotto in quanto i sostegni andranno a sostituire quelli esistenti e sono posti su un tracciato parallelo.

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. Si va dai 25 m.s.l.m. per la CP di Villasor ai circa 78 m.s.l.m. per la CP di Serramanna.

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

#### **2.4.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI**

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 e alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991, con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del regolamento annesso al Decreto del 21/03/1988 suddetto.

Per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003. L'intervento è conforme al progetto unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della direzione delle costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DPCM 21/10/2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri - Dipartimento Protezione Civile). Nel progetto unificato ENEL sono inseriti tutti i componenti (sostegni, fondazioni, conduttori, morsettiere, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego. Le caratteristiche dei componenti impiegati sono comprese negli elaborati allegati.

#### 2.4.3.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEGLI ELETTRODOTTI

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.

**Tabella 3 - Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto Villasor-Serramanna.**

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| <b>Frequenza nominale</b>      | 50 Hz  |
| <b>Tensione nominale</b>       | 150 kV |
| <b>Corrente periodo freddo</b> | 1037A  |
| <b>Corrente periodo caldo</b>  | 739 A  |
| <b>Potenza periodo freddo</b>  | 270 MW |
| <b>Potenza periodo caldo</b>   | 192 MW |

#### 2.4.3.2 CONDUTTORI E CORDE DI GUARDIA

Nel rifacimento della linea elettrica 150 kV "CP Villasor – CP Serramanna" i conduttori esistenti di diametro 22,8 mm verranno sostituiti con nuovi conduttori ACSR di diametro 31,5mm. 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.

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<sup>2</sup> 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.

I franchi minimi da terra sono riferiti al conduttore più basso in massima freccia a 55°C; in ogni caso i conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a 6,4 m, 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.

#### 2.4.3.3 STATO DI TENSIONE MECCANICA

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio della linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (condizione EDS – "Every Day Stress"); ciò assicura uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone (A e B) in relazione alla quota e alla posizione geografica.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nel prospetto seguente:

- **EDS** – Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h;
- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h;
- **MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **MPB** – Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **MFA** – Condizione di massima freccia secondo CEI 11-4 (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **MFB** – Condizione di massima freccia secondo CEI 11-4 (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio;
- **CVS1** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C, vento a 26 km/h;
- **CVS2** – Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h;
- **CVS3** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h;
- **CVS4** – Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h;

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

- **ZONA A** EDS=21% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio  $\Phi$  31,5 mm
- **ZONA B** EDS=18% per il conduttore tipo RQ UT 0000C2 conduttore alluminio-acciaio  $\Phi$  31,5 mm

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore in condizione EDS.

Sono stati ottenuti i seguenti valori:

|               |           |                                 |
|---------------|-----------|---------------------------------|
| <b>ZONA A</b> | EDS=10.6% | per corda di guardia tipo LC 51 |
| <b>ZONA B</b> | EDS=9.1%  | per corda di guardia tipo LC 51 |

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori si rende necessario maggiorare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura  $\Delta\theta$  nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- di 16°C in zona A
- di 22°C in zona B

La linea in oggetto è situata in "zona A".

#### 2.4.3.4 CAPACITA' DI TRASPORTO

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al "conduttore standard" preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, considerando una portata in corrente indicata nella Norma CEI 11-60 incrementata del 19% grazie all'extra franco al fine di ottemperare alla richiesta del TSO (Transmission System Operator) che gestisce l'elettrodotto, ovvero Terna Rete Italia s.p.a.

#### 2.4.3.5 SOSTEGNI

I sostegni previsti per il rifacimento della linea in oggetto saranno 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.

Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature dei nuovi sostegni è stato eseguito 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 saranno realizzati utilizzando quelli della serie unificata con conduttore da 31,5mm a tiro pieno.

Per ogni tipo di sostegno standard sono definite delle prestazioni nominali (riferiti sia alla zona A che alla zona B), con riferimento al conduttore utilizzato alluminio – acciaio  $\varnothing 31.5$  mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione ( $\delta$ ) e costante altimetrica (K): per ogni tipo di sostegno, così, viene definito un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campata media Cm), trasversali (angolo di deviazione  $\delta$ ) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio: partendo dai valori di Cm,  $\delta$  e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.

Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media si vanno a determinare i valori di  $\delta$  e K che determinano azioni di pari intensità. In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media, diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di Cm,  $\delta$  e K, ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

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.

#### **2.4.3.5.1 DISTANZA TRA I SOSTEGNI**

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati.

#### 2.4.3.6 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.

Per il calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato, ovvero il D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni", oltre alle prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988. L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

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 pertanto limitare le aree di occupazione al suolo.

#### 2.4.3.7 MESSA A TERRA DEI SOSTEGNI

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.

Il Progetto Unificato ne prevede di sei tipi, adatti ad ogni tipo di terreno.

Nel caso vengano realizzate fondazioni di tipo profondo, le stesse verranno utilizzate anche come dispersore di fatto connettendo elettricamente i ferri di armatura con i monconi del sostegno.

In casi particolari potranno essere scelti altri tipi di impianto opportunamente documentati.

#### 2.4.3.8 ISOLAMENTO

L'isolamento dell'elettrodotto, previsto per una tensione massima di esercizio di 150 kV, 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 amari e 13 nelle sospensioni, per i sostegni a 150 kV. Le catene saranno del tipo a I singole o doppie per i sostegni in sospensioni in relazione al picchetto in cui verranno installate. Saranno invece doppie su ogni amarro.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

##### 2.4.3.8.1 **Caratteristiche geometriche**

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.

##### 2.4.3.8.2 **Caratteristiche elettriche**

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.

Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle inserite di seguito sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nelle tabelle che seguono è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in oggetto sono di inquinamento eccezionale pertanto verrà adottata la soluzione dei 13 isolatori antisale (passo 146 mm) tipo J2/2.

**Tabella 4 – Individuazione del tipo di isolatore e del numero di elementi.**

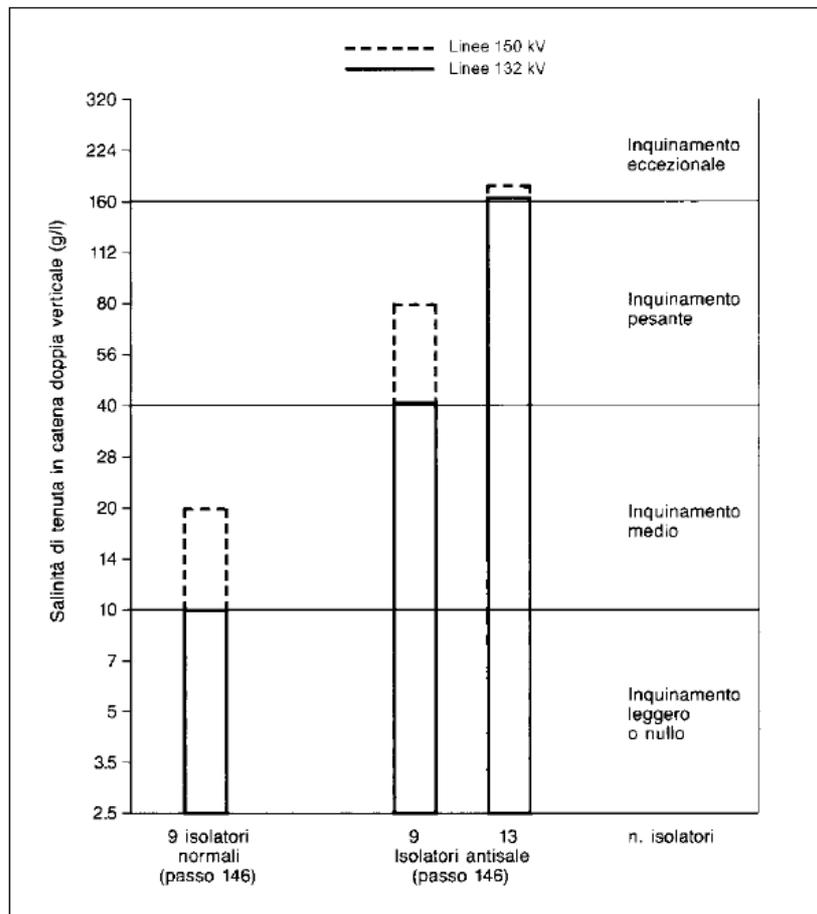
| LIVELLO DI INQUINAMENTO | DEFINIZIONE  | MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|--|---|
| I – Nullo o leggero (1) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone agricole (2)</li> <li>• Zone montagnose</li> </ul> <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>  | 10  |
| II – Medio              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento</li> <li>• Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti.</li> <li>• Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3)</li> </ul>   | 40  |
| III - Pesante           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti</li> <li>• Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte</li> </ul>   | 160   |
| IV – Eccezionale        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi</li> <li>• Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti</li> <li>• Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione</li> </ul> | (*)   |

(1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.

(2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.

(3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.

(4) (\*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.



#### 2.4.3.9 MORSETTERIA ED ARMAMENTI

Gli elementi di morsetteria che saranno utilizzati nell'elettrodotto in progetto saranno del tipo unificato per elettrodotti con livello di tensione pari a 132-150 kV. 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.

Per ciascun armamento si distinguono i tipi seguenti tipi di catene di isolatori:

| <b>Catene di isolatori</b> |          | <b>Carico di rottura (kN)</b> |
|----------------------------|----------|-------------------------------|
| Isolatori antisale         | Semplice | 120                           |
|                            | Doppia   | 2x120                         |

I seguenti tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente:

| <b>Equipaggiamento</b>                  | <b>Carico di rottura (kN)</b> | <b>Sigla</b> |
|---|-------------------------------|--------------|
| Semplice per sospensione                | 120                           | SS           |
| Doppio per sospensione con morsa unica  | 120                           | DS           |
| Doppio per sospensione con morsa doppia | 210                           | M            |
| Semplice per amarro                     | 120                           | SA           |
| Doppio per amarro                       | 210                           | DA           |

I seguenti tipi di morsa riportati nella tabella seguente:

| <b>Morsa</b>   | <b>Carico di rottura (kN)</b> | <b>Sigla</b> |
|----------------|-------------------------------|--------------|
| Di sospensione | 70                            | S            |

|   |     |   |
|---|-----|---|
| Di sospensione con<br>attacco per contrappeso | 70  | C |
| Di amarro                                     | 100 | A |

I seguenti tipi di contrappesi riportati nella tabella seguente:

| <b>Contrappeso</b> | <b>Sigla</b> |
|--------------------|--------------|
| 25 kg              | 1 x 25       |
| 50 kg              | 2 x 25       |
| .....              | .....        |
| 300 kg             | 12 x 25      |

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.

#### 2.4.3.10 ALTRI ELEMENTI TECNICI DI IMPIANTO

In fase esecutiva verrà valutata la possibilità di mantenere o eliminare gli smorzatori di vibrazione.

In relazione ad eventuali prescrizioni degli enti autorizzanti potranno essere installati sulla fune di guardia dispositivi di segnalazione per l'avifauna o dispositivi di segnalazione per la navigazione aeree.

Quest'ultimi verranno comunque installati su tutte le funi di guardia ove il franco sul terreno risulta superiore a 61 m.

#### 2.4.3.11 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Per le caratteristiche dei componenti si rimanda alla consultazione dell'elaborato "B.14 – Relazione elementi tecnici dell'impianto".

#### 2.4.3.12 RUMORE

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona. Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria.

Per quanto riguarda l'emissione acustica delle linee a 150 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori inferiori a 40 dB(A).

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. del 01/03/1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).

Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 132 kV. Considerazioni analoghe valgono per il rumore di origine eolica.

Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente) alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni). Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

#### 2.4.3.13 CAMPI ELETTROMAGNETICI

Una linea elettrica, durante il suo normale funzionamento, genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Il calcolo del campo elettrico è stato realizzato in conformità alla norma CEI 211-4, in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a quella in condizioni di massima freccia. Tale ipotesi è conservativa in quanto, tra due sostegni consecutivi, i

conduttori si disporranno secondo una catenaria, per cui la loro altezza dal suolo sarà sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa.

Per il calcolo del campo magnetico si è considerata la distribuzione spaziale dei conduttori e l'intensità di corrente in servizio normale al fine di determinare le "fasce di rispetto".

Per fascia di rispetto si intendono quelle definite dalla Legge Quadro 22 febbraio 2001, n° 36 all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a quattro ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale D.P.C.M. prevedeva (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisse la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 il Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Sulla scorta del quest'ultimo decreto sono stati eseguiti i calcoli utilizzando modelli bidimensionali e tridimensionali.

I risultati del calcolo sono riportati nella specifica relazione specialistica: "SIA.B2 - *Relazione sui campi elettromagnetici*" alla quale si rimanda per considerazioni più approfondite.

#### 2.4.3.14 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte dell'elettrodotto, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e della manutenzione dell'elettrodotto che sono usualmente pari a

- circa 15 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132-150 kV in semplice e doppia terna
- Nel corso della realizzazione, il vincolo preordinato all'esproprio viene apposto sulle "aree potenzialmente impegnate" (D.lgs 387/03).

L'estensione dell'area potenzialmente impegnata è usualmente di circa

- 30 m dall'asse linea per parte per elettrodotti aerei a 132-150 kV

L'estensione delle aree impegnate e delle aree potenzialmente impegnate è apprezzabile dai seguenti elaborato: "B.24 – Planimetria con aree impegnate e aree potenzialmente impegnate"

L'elaborato: "B.12 – Piano Particellare" riporta l'elenco delle particelle catastali e i nominativi dei proprietari soggetti a tale vincolo.

#### 2.4.4 MOVIMENTI DI TERRA E SMALTIMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

In relazione alla movimentazione di terreno e al suo smaltimento è stato predisposto il “Piano di Gestione Terre e Rocce da Scavo”, elaborato B.S 10.

Nel seguito si riporta uno stralcio di quanto previsto, rimandando al Piano di Gestione predisposto per i dovuti approfondimenti.

##### 2.4.4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le normative di riferimento attinenti al progetto in esame sono le seguenti:

- D.P.R. del 13.06.17 n.120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164";
- D.Lgs.152/2006 e s.m.i. norme in materia ambientale;
- Circolare del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare “Disciplina delle matrici materiali di riporto - chiarimenti interpretativi” prot. n.00015786 del 10 novembre 2017;
- “Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee” (Doc. n.20/2017) emesso da ISPRA a febbraio 2018 ed approvato da delibera SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente), seduta del 14/11/2017.

##### 2.4.4.2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Nel complesso i tracciati di progetto attraverseranno un paesaggio prevalentemente pianeggiante, con densità abitativa ridotta, ad alto grado di naturalità, ad utilizzo prevalentemente agricolo e agropastorale; per approfondimenti in merito alla descrizione del paesaggio ed all’uso del suolo si rimanda agli elaborati progettuali del SIA.

L’analisi degli aspetti geologico-strutturali e litostratigrafici eseguita per l’ambito territoriale interessato dalle opere di progetto è contenuto nella relazione geologica generale, che comprende l’analisi di fattibilità attinente al rifacimento della linea elettrica “CP Villasor – CP Serramanna”, in territorio di Villasor e Serramanna; la relazione ha evidenziato che verranno interessati i territori di una piana alluvionale sub-pianeggiante, debolmente digradante verso nord-est, geneticamente da ricondursi al riempimento della fossa tettonica del Campidano avvenuto dall’Oligocene al Quaternario ed in particolare al deposito Pleistocenico di conoidi alluvionali di raccordo con la piana stessa.

Dal punto di vista idrogeologico l’area interessata dall’elettrodotto evidenzia un’idrografia superficiale non intensa, impostata su direttici tettoniche che caratterizzano varie incisioni la più importante delle quali è rappresentata dal “Torrente Leni”, attraversato al confine tra i territori di Villacidro e di Serramanna. Più a

Sud-Ovest, la linea elettrica si avvicina anche all'asta fluviale del "Flumini Mannu", rimanendo a Ovest del medesimo ad una distanza di circa 1 Km. Come accennato sopra, l'area è anche caratterizzata da numerose piccole incisioni ("is Goras") che completano il reticolo idrografico ("Sa Gora de is Monnitzis", "Sa Gora de Turriga" ecc. ...) le quali, come i torrenti principali, presentano un regime di tipo torrentizio con piene anche improvvise nei periodi coincidenti ad eventi meteorici di particolare intensità ed in generale nella stagione invernale. Si registrano quindi periodi di magra assoluti nel periodo estivo.

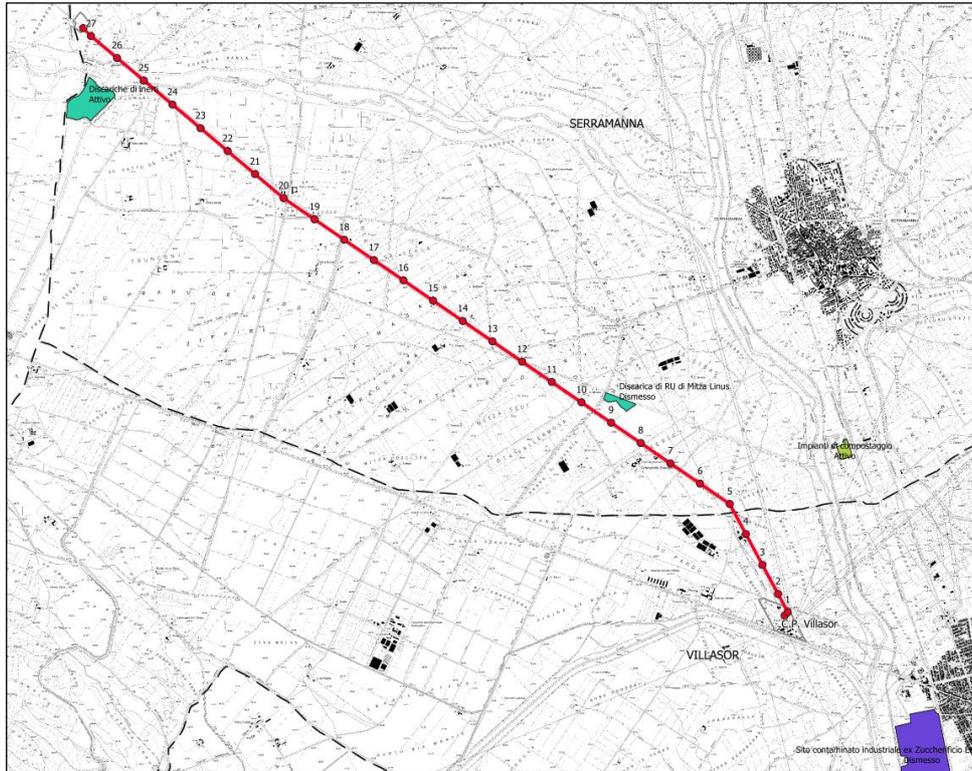
Tutta la zona notoriamente risulta caratterizzata da strati acquiferi sotterranei in falde di tipo freatico, nonché da falde acquifere semi-profonde e piuttosto profonde multistrato.

In altre occasioni di lavoro, nelle zone dell'area oggetto d'interesse, attraversata dall'elettrodotto, sono state fatte varie perforazioni per ricerca di strati acquiferi sotterranei, interessanti le formazioni geologiche locali. Tali ricerche, hanno reso nota in questa parte della piana alluvionale del Campidano, l'esistenza di strati acquiferi su tre livelli fondamentali: il primo superficiale e compreso nell'intervallo stratigrafico delle alluvioni ubicato fra i -5/-7 m fino a -12/-15 m ; il secondo compreso fra i -35 m fino a -60/-75 m ; il terzo intercettabile dopo i -90 /-120 m, fino a -150/-200 m di profondità.

Non si andranno pertanto ad interessare con le operazioni di scavo i substrati di terreno contenenti acque di falda.

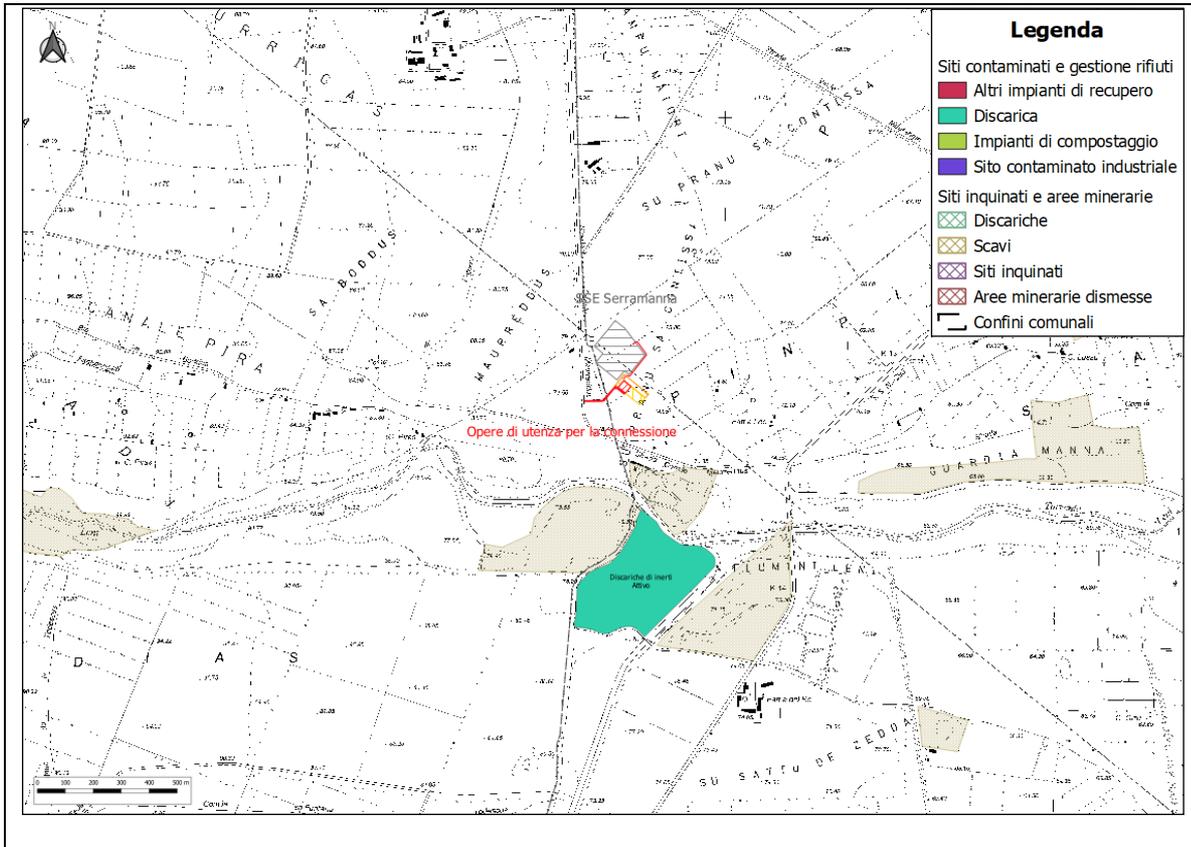
Per quanto riguarda l'elettrodotto dall'analisi cartografica è emerso che le aree dove verranno realizzati i nuovi sostegni risultano prive di impianti minerari, siti potenzialmente inquinati o altri elementi che possano far presumere particolari contaminazioni del suolo.

Si nota solo che a 350 m dalla linea (traliccio 26), a ridosso della sponda idrografica destra del Torrente Leni, è presente una discarica attiva di rifiuti inerti in stato operativo attivo (coordinate X 1485705.69494588; Y 4365324.88880011 EPSG: 3003), mentre a 150 m dalla linea (Tralici 9 e 10) è presente una discarica dismessa di RU denominata "Dimitza Linus" (coordinate X 1491221.25024925; Y 4362185.16055618 EPSG: 3003). Per precauzione verranno concentrati i campionamenti nei siti in vicinanza di queste due aree.



**Figura 2 - Estratto planimetrico con individuazione potenziali contaminazioni.**

Invece, per quanto riguarda la nuova cabina di trasformazione utente, è emerso che l'area di lavoro risulta priva di impianti minerari, siti potenzialmente inquinati o altri elementi che possano far presumere particolari contaminazioni del suolo. Nella figura in basso si può notare la presenza di alcune aree classificate come zone di scavo e di una discarica attiva di rifiuti inerti in stato operativo attivo, a ridosso della sponda idrografica destra del Torrente Leni. Tali aree sono però più che sufficientemente distanti dall'area di lavoro e pertanto non forniscono motivi di maggior indagine sulle analisi delle terre e rocce da scavo.



**Figura 3 - Estratto planimetrico dell'elaborato di progetto con individuazione di potenziali contaminazioni.**

**2.4.4.3 DEFINIZIONE DEL NUMERO DI CAMPIONI PREVISTI**

Il numero minimo di punti di prelievo da localizzare è stato individuato tenendo conto della correlazione di due elementi: l'estensione della superficie di scavo e il volume di terre e rocce oggetto di scavo.

La tabella che segue riporta il numero minimo di campioni da analizzare, incrementabile in relazione all'eventuale presenza di elementi sito specifici quali singolarità geolitologiche o evidenze organolettiche. Nel caso di scavi lineari (per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc.

**Tabella 5 - Numero di campioni in funzione di superficie e volume di scavo.**

|   | <b>AREA DI SCAVO</b> | <b>VOLUME DI SCAVO</b> | <b>NUMERO MINIMO DI CAMPIONI</b>   |
|---|----------------------|------------------------|------------------------------------|
| a | ≤ 1000 mq            | ≤ 3000 mc              | <b>1</b>                           |
| b | ≤ 1000 mq            | 3000 mc ÷ 6000 mc      | <b>2</b>                           |
| c | 1000 mq ÷ 2500 mq    | ≤ 3000 mc              | <b>2</b>                           |
| d | 1000 mq ÷ 2500 mq    | 3000 mc ÷ 6000 mc      | <b>4</b>                           |
| e | > 2500 mq            | <6000 mc               | <b>DPR 120/17 (All.2 tab. 2.1)</b> |

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio, oltre ai campioni sopra elencati, è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di sostanze volatili si procede con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

Qualora si preveda, in funzione della profondità da raggiungere, una considerevole diversificazione delle terre e rocce da scavo da campionare e si renda necessario tenere separati i vari strati al fine del loro riutilizzo, può essere adottata la metodologia di campionamento casuale stratificato, in grado di garantire una rappresentatività della variazione della qualità del suolo sia in senso orizzontale che verticale.

I campioni volti all'individuazione di eventuali contaminazioni ambientali (come nel caso di evidenze organolettiche) sono prelevati con il criterio puntuale.

Qualora si riscontri la presenza di materiale di riporto, non essendo nota l'origine dei materiali inerti che lo costituiscono, la caratterizzazione ambientale, prevede:

- l'ubicazione dei campionamenti in modo tale da poter caratterizzare ogni porzione di suolo interessata dai materiali di riporto, data la possibile eterogeneità verticale ed orizzontale degli stessi;
- la valutazione della percentuale in peso degli elementi di origine antropica.

Per le operazioni di scavo in sezione ristretta per la realizzazione delle fondazioni dei tralicci si cercherà di preservare la vegetazione ripariale e le colture arboree per limitare al minimo il taglio delle piante che comunque dovrà essere eseguito al piede dell'albero secondo la corretta applicazione delle tecniche selvicolturali e la rimozione delle ceppaie.

Nelle aree agricole sarà garantita la continuità funzionale di eventuali opere di irrigazione e drenaggio ed in presenza di colture arboree si provvederà, ove necessario, all'ancoraggio provvisorio delle strutture poste a sostegno delle stesse.

Prima dell'apertura degli scavi sarà eseguito, ove necessario, l'accantonamento dello strato humico superficiale a margine dell'area per riutilizzarlo in fase di ripristino ed in questa fase saranno realizzate le opere provvisorie, come tombini, guadi o quanto altro serve per garantire il deflusso naturale delle acque. I mezzi utilizzati saranno in prevalenza cingolati, quali ruspe, escavatori e pale cariatrici.

Nel progetto in esame, i volumi di scavo previsti sono sintetizzati nelle tabelle di seguito esposte.

**Tabella 6 - Stima dei volumi di movimento terreni previsto per la realizzazione delle fondazioni per i nuovi piloni di sostegno della linea elettrica aerea.**

| <b>SOSTEGNI 150 kV - Conduttore 31,5 tiro pieno</b> |             |            |                      |                        |                     |
|---|-------------|------------|----------------------|------------------------|---------------------|
| <b>SERRAMANNA - VILLASOR</b>                        |             |            |                      |                        |                     |
| <b>Volumi scavo</b>                                 |             |            |                      |                        |                     |
| Sostegno tipo                                       | N° sostegni | Fondazione | Volume scavo piedino | Volume scavo 4 piedini | Volume scavo totale |
| M   | 23          | LF 104/315 | 20,313               | 81,252                 | 1868,796            |
| C   | 3           | LF106/365  | 40,838               | 163,352                | 490,056             |
|   |             |            |                      | <b>TOTALE</b>          | <b>2358,852</b>     |

**Tabella 7 - Stima dei volumi di scavo previsti per la realizzazione delle opere di utenza.**

| Intervento                      | Elemento  | Area (m <sup>2</sup> ) | Profondità di scavo (m) | V di scavo (m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------------|---|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Cabina di trasformazione utente | Stazione elettrica utente, area comune a più produttori | 2.373                  | 0,3                     | 711,9                        |
|                                 | Cabina di trasformazione utente                         | 1.047                  | 0,3                     | 314,1                        |
|                                 | Strada di accesso                                       | 1.127                  | 0,3                     | 338,1                        |
|                                 | Fondazione cabina piccola                               | 44                     | 0,5                     | 22                           |
|                                 | Fondazione cabina grande                                | 85                     | 0,5                     | 42,5                         |
|                                 | Fondazione totem telecomunicazioni                      | 20                     | 2                       | 40                           |
|                                 | Apparecchiature elettriche x 2                          | 300                    | 0,5                     | 150                          |
|                                 | Trasformatore   | 50                     | 0,5                     | 25                           |
|                                 | Fosso   | 222,2                  | 1                       | 222,2                        |
|                                 |   | <b>TOTALE</b>          | <b>4.769,2</b>          |                              |
| Elettrodotto con cavo interrato | Elettrodotto con cavo interrato                         | 140,7                  | 1,7                     | 239,19                       |
| <b>TOTALE</b>                   |   | <b>5.408,9</b>         |                         | <b>2.104,99</b>              |

Considerando che il totale dei volumi di scavo previsti per la realizzazione delle opere di rete è pari a: **2.358,852 m<sup>3</sup>** e che la somma totale dei volumi di scavo con le opere di rete sarà complessivamente di: **4.463,842 m<sup>3</sup>**, inferiore a 6.000 m<sup>3</sup>. Si rientra pertanto nella categoria "d" di Tabella 5, ovvero nella categoria dei "cantieri di piccola dimensione" (art. 2 c.1 lettera t DPR 120/2017).

Le aree dei singoli impianti saranno delimitate da una recinzione realizzata mediante pannelli metallici o rete plastificata su pali infissi nel terreno. L'ingresso alle suddette aree verrà garantito da strade di accesso predisposte a partire dalla viabilità esistente. Per la nuova cabina utente l'ingresso verrà garantito da una nuova strada di accesso ampia 6 m, che verrà realizzata per connettere la nuova cabina con la SP4.

In generale la movimentazione delle TRS sarà associata allo scotico superficiale dell'area per la posa delle fondazioni dei tralicci delle linee aeree, allo scotico superficiale dell'area per la realizzazione della nuova cabina di trasformazione utente e per la realizzazione delle fondazioni di una cabina piccola (44 m<sup>2</sup>), una cabina grande (85 m<sup>2</sup>) e del totem di telecomunicazione. Inoltre la movimentazione delle TRS sarà associata anche allo scavo per la posa dell'elettrodotto in cavo interrato che collegherà la cabina di trasformazione utente alla SSE di Serramanna.

Il materiale accantonato derivante dallo scotico superficiale e dagli scavi, se idoneo ai requisiti ambientali previsti dalla normativa vigente, verrà riutilizzato in sito nella fase di rinterro e ripristino, non sono quindi previsti surplus di materiale.

Dall'analisi dei volumi sopra esposti si può ipotizzare un equo compenso tra materiale scavato e riposto in opera.

Eventuali esuberanti di materiale di scavo verranno gestiti come rifiuto e come tali conferiti ad impianti di recupero/smaltimento.

Partendo dai dati volumetrici e dalle superfici interessate dal movimento terra previsti, sono stati verificati i campionamenti da eseguire per le indagini Terre e Rocce da scavo preventiva da attuare in fase di progettazione esecutiva dell'opera.

Gli interventi sulle linee elettriche non sono da considerarsi lineari, ma puntuali in quanto sono previsti scavi per la sola esecuzione di opere di fondazione dei tralicci.

Si prevede comunque una raccolta di aliquote di terreno per avere campioni specifici su unità geologiche diverse.

Al fine di definire i criteri proposti per la caratterizzazione delle TRS che saranno movimentate per la realizzazione delle opere di rete, è possibile suddividere i tracciati di progetto nelle seguenti 4 casistiche che sono riassunti nella seguente tabella:

**Tabella 8 - Sintesi dei campionamenti previsti.**

| Opera o zona di intervento              | Unità geologiche interessate<br>[n.] | Superficie interessata dal movimento terra<br>[mq] | Profondità di scavo<br>[m] | Profondità di indagine<br>[m] | Volume stimato<br>[mc] | Campioni<br>[n.] | Intervallo di campionamento<br>0-1 | note   |
|---|--------------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------|--|
| Ri-potenziamento<br>VILLASOR-SERRAMANNA | 3                                    | ininfluente  | 2                          | 2                             | 2360                   | 4+4              | 0-1 e 1-2                          | 1- campione specifico per unità geologica - Tralicci da 1 a 6;<br>1- campione specifico per unità geologica - Tralicci da 6 a 9;<br>1- campione specifico tralicci 9 e 10 in vicinanza a Discarica RU dismessa;<br>1- campione specifico tralicci da 24 a 27 |

Per quanto riguarda le opere di utenza, se si confrontano i risultati della Tabella 5 coi parametri indicati in Tabella 7, si può notare che l'area di scavo per l'intervento riguardante la cabina di trasformazione utente è superiore ai 2.500 m<sup>2</sup> (tipologia "e" della Tabella 5), precisamente 4.769,2 m<sup>2</sup>, pertanto per la determinazione del n. di campioni si applica quanto previsto dalla tabella del DPR 120/2017, riportata di seguito.

**Tabella 9 – Tabella 2.1 dell'Allegato 2 del DPR 120/2017.**

| Dimensione dell'area            | Punti di prelievo             |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Inferiore a 2.500 metri quadri  | 3                             |
| Tra 2.500 e 10.000 metri quadri | 3 + 1 ogni 2.500 metri quadri |
| Oltre i 10.000 metri quadri     | 7 + 1 ogni 5.000 metri quadri |

Perciò si prevedono 5 campioni (3 + 2) per l'intervento riguardante la realizzazione della cabina di trasformazione utente.

Mentre si prevedono 2 campioni per la realizzazione dell'elettrodotto con cavo interrato (un campione nell'intervallo tra 0 e 1 m di profondità e l'altro nell'intervallo tra 1 e 2 m di profondità), in quanto ricade all'interno della tipologia "a" della Tabella 5.

Al fine di definire i criteri proposti per la caratterizzazione delle TRS che saranno movimentate per la realizzazione delle opere in oggetto, sono state definite le modalità di campionamento previste (vedere tabella sotto):

**Tabella 10 - Sintesi dei campionamenti previsti.**

| Opera o zona di intervento      | Unità geologiche interessate (n) | Superficie interessata dal movimento terra (m <sup>2</sup> ) | Profondità di scavo (m) | Profondità di indagine (m) | Volume stimato (m <sup>3</sup> ) | Campioni (n) | Intervallo di campionamento |
|---------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------|-----------------------------|
| Cabina di trasformazione utente | 1                                | 4.547  | 1                       | 1                          | 1.866                            | 3+2          | 0-1                         |
| Elettrodotto con cavo interrato | 1                                | ininfluente  | 2                       | 2                          | 239                              | 2            | 0-1 e 1-2                   |

Per quanto concerne le analisi da condurre per le campionature in aree potenzialmente non contaminate si procederà con l'analisi su un set di parametri "Ridotto".

#### 2.4.4.4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERAZIONI DI SCAVO E SITI DI POSSIBILE CONFERIMENTO

La realizzazione delle opere previste dal progetto prevede la movimentazione di terre e rocce da scavo (TRS) essenzialmente associate alle seguenti operazioni:

- Movimenti terra per la realizzazione delle fondazioni dei tralicci a servizio della nuova linea elettrica. Movimenti terra per la realizzazione della nuova cabina di trasformazione utente, della area di stazione condivisa da più produttori e dell'elettrodotto in cavo interrato. Complessivamente tutto il materiale prodotto in cantiere si prevede sia, previa verifica di non contaminazione, riutilizzato come sottoprodotto per le operazioni di rinterro.
- Nelle aree occupate in cui sono presenti vegetazione ripariale e colture arboree, sarà necessario provvedere al taglio delle piante, da eseguirsi al piede dell'albero secondo la corretta applicazione delle tecniche selvicolturali, e la rimozione delle ceppaie. Dovrà essere garantita la continuità funzionale di eventuali opere di irrigazione e di drenaggio dell'area prevedendo il corretto spostamento e rizezionamento dei collettori di recapito delle acque.
- Prima dell'esecuzione dei lavori di scavo saranno realizzate le opere provvisorie, come tombini, guadi o quanto altro serve per garantire il deflusso naturale delle acque verso valle.

I mezzi utilizzati saranno in prevalenza cingolati, quali ruspe, escavatori e pale cariatrici.

Per il conferimento di eventuale materiale di esubero proveniente dalle operazioni di scavo si indica la presenza dell'impianto di stoccaggio e di recupero di macerie edilizie appartenenti alla Tipologia 7) del D.M. 5/2/98 (Speciali non pericolosi) di proprietà di Edil Riciclati S.r.l. con sede in Località Pimpisu, Serramanna (VS).

Il sito di possibile conferimento si trova a circa 3 km a Nord dalla CP di Serramanna, permettendo perciò di limitare al minimo l'eventuale trasporto di materiale di esubero.

#### 2.4.5 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma viene redatto compatibilmente con i tempi di realizzazione indicati nella STMG forniti da Terna. In ogni caso, in considerazione dell'urgenza e dell'importanza dell'opera, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento delle opere e la conseguente messa in servizio.

Attualmente si prevede la realizzazione delle opere nel corso del 2022.

Si riporta di seguito il cronoprogramma per la realizzazione delle opere in progetto.

|   |   | Settimane | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>Apertura cantiere</b>                  | Allestimento aree di servizio al cantiere |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>Lavori linea "Serramanna Villasor"</b> | Realizzazione fondazioni                  |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | Montaggio sostegni                        |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | Demolizione sostegni esistenti            |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | Sostituzione conduttori                   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>Ripristino e chiusura cantiere</b>     | Ripristino aree di lavoro e cantiere      |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

**Figura 4 - Cronoprogramma dei lavori.**

Le prime lavorazioni in progetto sono la realizzazione della nuova viabilità di accesso ai siti interessati dai nuovi tralicci. In una seconda fase è prevista la realizzazione del nuovo elettrodotto e la successiva dismissione dell'esistente.

La realizzazione completa dell'opera è prevista in 22 settimane.

## 2.5 ANALISI DELLE AZIONI DI PROGETTO IN FASE DI COSTRUZIONE

### 2.5.1 FASI REALIZZATIVE

Le opere in progetto prevedono il potenziamento di un elettrodotto esistente con la realizzazione di una nuova linea a lato di una pre-esistente.

La realizzazione dell'elettrodotto aereo può essere suddivisa nelle seguenti fasi che verranno descritte nel dettaglio nel presente capitolo.

**Tabella 11 - Fasi realizzative micro-cantieri.**

| 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 o dell'elicottero si tesserà 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 |

### 2.5.2 ARTICOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE E FASI DI LAVORO

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

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. La posizione del cantiere base non è ancora stata definita, ma sono riportate nella documentazione allegata tre possibili aree.

**AREE DI INTERVENTO:** sono i luoghi ove vengono realizzati i lavori veri e propri (opere di fondazione, montaggio, tesatura, smontaggi e demolizioni), nonché i lavori complementari; sono ubicati in corrispondenza del tracciato e si suddividono in:

area sostegno o micro cantiere - è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno o attività su di esso svolte. Di conseguenza la costruzione di ogni singolo sostegno è paragonabile ad un "micro-cantiere" le cui attività comprendono le operazioni di scavo, montaggio base, getto delle fondazioni, rinterro, e montaggio sostegno. Tali attività generalmente hanno una breve durata come si evince dalla tabella che segue.

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

Tutte le fasi lavorative previste per le diverse aree di intervento osservano una sequenza in serie.

Le tabelle che seguono riepilogano, in linea di massima, la struttura del cantiere, le attività svolte presso ogni area, le relative durate ed i macchinari utilizzati con l'indicazione della loro contemporaneità di funzionamento presso la stessa area di lavoro. Si specifica che sono indicati i macchinari utilizzati direttamente nel ciclo produttivo, mentre non vengono segnalati gli automezzi in dotazione per il trasporto del personale che, durante le ore di lavoro, restano inutilizzati.

**Tabella 12 - Organizzazione dei cantieri.**

| <b>AREA CENTRALE O CAMPO BASE</b>   |   |                            |   |
|---|---|----------------------------|---|
| Attività svolta   | Macchinari/ Automezzi   | Durata                     | Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione  |
| carico/scarico materiali ed attrezzature movimentazione materiali e attrezzature formazione colli e premontaggio di parti | autocarro con gru autogru carrello elevatore compressore/generatore | tutta la durata dei lavori | i macchinari/ automezzi sono utilizzati singolarmente, mentre la contemporaneità massima di funzionamento è prevista in circa 2 ore al giorno |
| montaggio apparati e prefabbricati  | autocarro con gru   | 8 gg – 2 hh                | nessuna   |
| movimentazione conduttori   | autocarro con gru o similari Argano di manovra                      | 4 gg – 4 hh                | nessuna   |

| <b>AREE DI INTERVENTO – MICRO-CANTIERI (cadauno)</b>                 |  |             |  |
|--|--|-------------|--|
| Attività svolta  | Macchinari/ Automezzi  | Durata      | Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione |
| attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, pulizia, spianamento |  |             | nessuna  |
| movimento terra, scavo di fondazione                                 | escavatore, generatore (eventuale)                                       |             | nessuna  |
| montaggio tronco base del sostegno                                   | Autocarro con gru (oppure autogru o similare), Autobetoniera, Generatore | 3 gg – 4 hh | nessuna  |
| casseratura ed armatura fondazione                                   |  | 2 gg – 2 hh |  |
| getto calcestruzzo di fondazione                                     |  | 1 gg – 5 hh |  |
| (ove necessario) opera di fondazione speciali, micropali             | mezzi d'opera per trivellazioni e micropali                              | 2 gg – 5 hh | nessuna  |

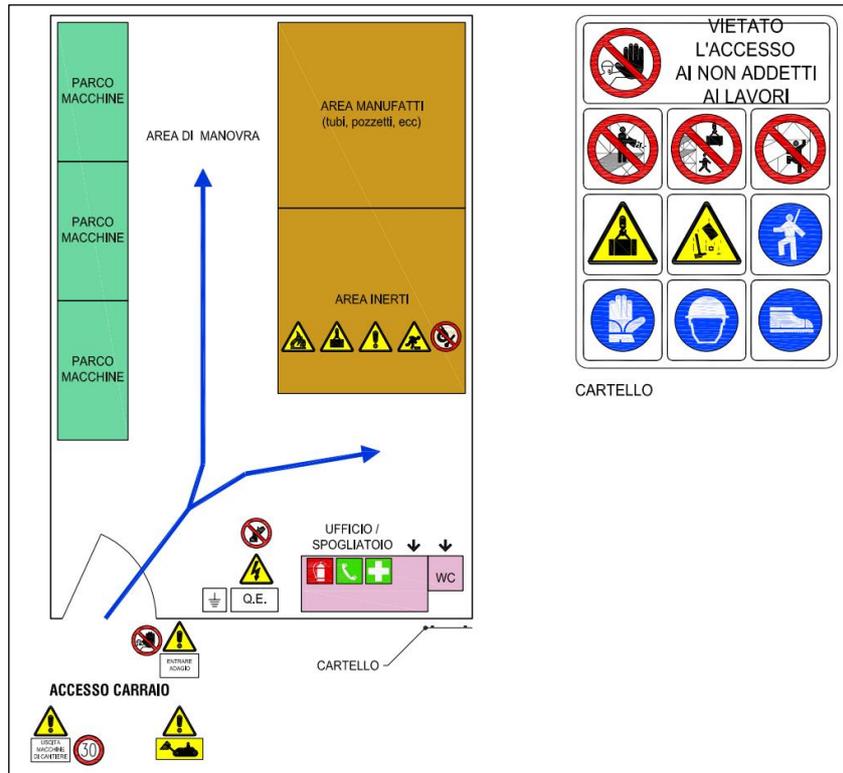
|  |   |                        |         |
|--|---|------------------------|---------|
| disarmo                                      |   | 1 gg                   | nessuna |
| ritiro scavi, posa impianto di messa a terra | escavatore  | 1 gg –<br>continuativa | nessuna |
| montaggio a piè d'opera del sostegno         | autocarro con gru (oppure autogrù o similare)     | 4 gg – 6 hh            | nessuna |
| montaggio in opera sostegno                  | autocarro con gru                                 | 4 gg – 2 hh            | nessuna |
|  | autogrù: argano di sollevamento (in alternativa)  | 3 gg – 4 hh            |         |
| movimentazione conduttori                    | autocarro con gru o similari<br>Argano di manovra | 2 gg – 2 hh            | nessuna |

| <b>AREE DI LINEA</b>  |   |             |   |
|---|---|-------------|---|
| Attività svolta   | Macchinari/ Automezzi                         | Durata      | Contemporaneità macchinari/automezzi in funzione                  |
| stendimento conduttori/recupero conduttori esistenti                              | argano/freno                                  | 8 gg – 4 hh | contemporaneità massima di funzionamento prevista in 2 ore/giorno |
|   | autocarro con grù (oppure autogrù o similare) | 8 gg – 2 hh |   |
|   | argano di manovra                             | 8 gg – 1 hh |   |
| lavori afferenti la tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazioni conduttori varie | autocarro con grù (oppure autogrù o similare) | 2 gg – 2 hh | nessuna   |
|   | argano di manovra                             | 2 gg – 1 hh |   |
| Realizzazione opere provvisorie di protezione e loro ripiegamento                 | autocarro con grù (oppure autogrù o similare) | 1 gg – 4 hh | nessuna   |
| sistemazione/spianamento aree di lavoro /realizzazione vie di accesso             | escavatore                                    | 1 gg – 4 hh | nessuna   |

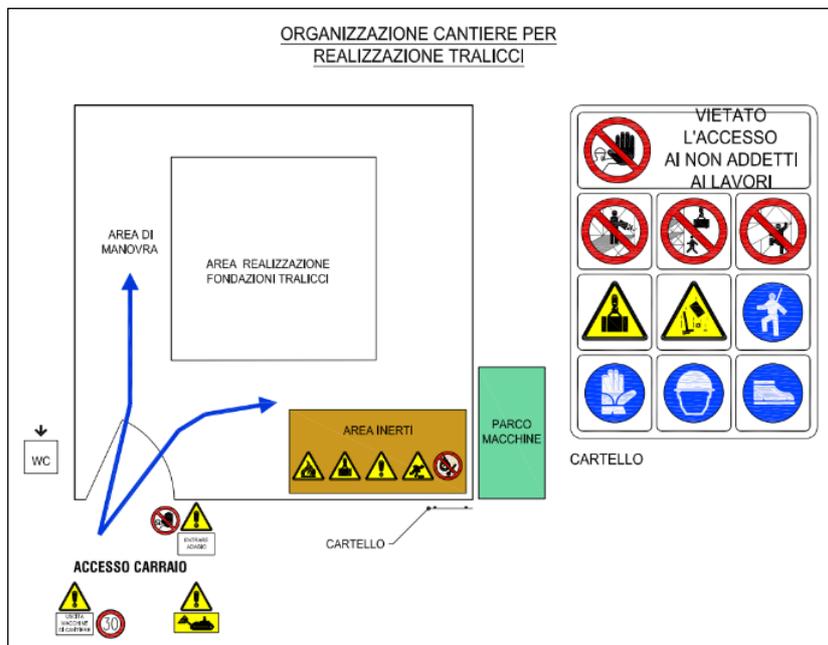
In ogni piazzola è prevedibile una attività continuativa di circa 11 giorni. Considerando però anche i tempi di stagionatura di un calcestruzzo standard la durata del cantiere sale a 45 giorni. È possibile l'uso di calcestruzzo a maturazione accelerata con una economia nella durata del cantiere, previa definizione della classe di maturazione UNI EN 13670.

### **2.5.3 AREA CENTRALE DI CANTIERE O CAMPO-BASE**

L'area dovrà avere forma regolare e alla chiusura del cantiere l'area verrà ripristinata allo stato attuale. Per completezza si riporta, di seguito un esempio della struttura dell'area centrale di cantiere centrale e di struttura dei micro cantieri.



**Figura 5 - Tipologici dell'area centrale di cantiere.**



**Figura 6 - Tipologici dell'area centrale micro-cantieri.**



**Figura 7 - Esempio di area centrale di cantiere tipo**

#### **2.5.4 AREE DI INTERVENTO – MICRO CANTIERI**

La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti micro cantieri relativi alle zone limitrofe alla localizzazione del sostegno stesso. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in calcestruzzo armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente, per le linee di tensione 150 kV, interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 20x20 m (400 m<sup>2</sup>) e sono immuni da ogni emissione dannosa.



**Figura 8 - Installazione di un sostegno all'interno dei micro cantieri.**



**Figura 9 - Area di micro-cantiere tipo per l'installazione di un sostegno.**

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun micro cantiere e successivamente il suo utilizzo per il rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell' idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente.

Una volta realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione dei micro cantieri, previo sgombero da ogni materiale di risulta, ripristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione e ripristino del manto erboso.

In ciascun cantiere "traliccio" si prevede che saranno impiegati i seguenti mezzi:

- 2 autocarri da trasporto con gru (per 5 giorni);
- 1 escavatore (per 6 giorni);
- 2 autobetoniere (per 1 giorno);
- 2 mezzi promiscui per trasporto (per 15 giorni);
- 1 gru per il montaggio carpenteria (per 4 giorni)
- 1 macchina operatrice per fondazioni speciali (per 3 giorni).

Oltre a limitare il numero dei sostegni a quelli tecnicamente indispensabili, in fase di costruzione verranno adottate le seguenti cautele:

- i pezzi di traliccio premontati avranno dimensione compatibile con i mezzi di trasporto utilizzabili;
- la tesatura dei conduttori non interferirà con il territorio sottostante;

- a lavori ultimati, le aree di cantiere ed i tratti di pista (già di modesta estensione) verranno immediatamente ripristinati e restituiti agli usi originari.

### 2.5.5 PISTE DI ACCESSO

Le piste di accesso ai siti di cantiere saranno realizzate utilizzando preferenzialmente piste esistenti o tratti limitati di nuove piste dislocate esclusivamente su seminativi, incolti o frutteti. Il tracciato del nuovo elettrodotto è parallelo al tracciato di quello esistente, in zone con caratteristiche pianeggianti coltivate a seminativi, a frutteti o utilizzate a pascolo.

Nell'elaborato grafico riportante il "Piano di cantierizzazione" (SIA.B21 - *Carta della cantierizzazione*) sono ipotizzate le piste principali di accesso dalla viabilità esistente.

Per il progetto in questione non è prevista l'apertura/realizzazione di nuove strade. In sintesi, il progetto prevede di utilizzare le piste esistenti di dimensioni contenute, in terra battuta, senza movimenti di terra e senza apprezzabili alterazioni della vegetazione e fauna.

A lavori ultimati, le aree di cantiere ed i tratti di pista utilizzati verranno immediatamente ripristinati e restituiti agli usi originari.

### 2.5.6 MODALITÀ DI INTERVENTO

La realizzazione dell'opera prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Le operazioni di montaggio di una linea aerea si articolano secondo le seguenti fasi operative.

la realizzazione delle aree di cantiere

- l'apertura dell'area di passaggio
- il tracciamento sul campo dell'opera e l'ubicazione dei sostegni alla linea
- la realizzazione delle strutture di fondazione dei sostegni
- il trasporto e montaggio dei sostegni
- messa in opera dei conduttori e delle funi di guardia
- ripristini dei siti di cantiere per la realizzazione dei sostegni e delle piste di accesso

Le prime due fasi di lavoro sono già state in precedenza descritte.

Le operazioni per il recupero dei cavi e lo smontaggio dei tralicci per la parte emergente richiedono le stesse risorse e fasi di lavoro elencati per la fase di realizzazione.

Tracciamento dell'opera ed ubicazione dei sostegni alla linea: sulla base del progetto si provvederà a segnalare opportunamente sul territorio interessato il posizionamento della linea e, in particolare, l'ubicazione esatta dei sostegni.

#### Realizzazione delle strutture di fondazione dei sostegni

Ciascun sostegno a traliccio è dotato di quattro piedini separati e la realizzazione delle loro strutture di fondazione prevede la realizzazione degli scavi (uno per ciascuno dei quattro piedi del sostegno) strettamente necessari alla fondazione stessa, il posizionamento delle armature ed il successivo getto di calcestruzzo. I quattro scavi, mediamente, avranno dimensione pari a 3 m x 3 m x 3 m. Nella realizzazione degli scavi si avrà cura di evitare, ove dovesse essere presente, impatti con la sottostante falda idrica. Scavi di dimensioni più ridotte saranno realizzati attraverso l'utilizzo di fondazioni "speciali".

#### Trasporto e montaggio dei sostegni

Una volta terminata la fase di realizzazione delle strutture di fondazione si procederà all'innalzamento dei sostegni, che avverrà mediante il trasporto e la posa in opera degli stessi con ancoraggio sulle fondazioni. Per evidenti ragioni di ingombro e praticità i sostegni saranno trasportati sui siti per parti, mediante l'impiego di automezzi e di elicotteri. Per il montaggio si provvederà tramite il sollevamento degli stessi con autogrù ed argani. I diversi pezzi saranno collegati fra loro tramite bullonatura.

#### Stendimento e tesatura dei conduttori

Terminata la fase di montaggio dei sostegni e degli armamenti, si passerà alla fase conclusiva, costituita dallo stendimento e dalla tesatura dei conduttori e delle corde di guardia.

Attività propedeutica è la realizzazione delle protezioni provvisoriale lungo tutta la tratta in prossimità della viabilità e dei punti critici. Per garantire una maggiore rapidità delle operazioni ed anche per ridurre gli impatti ambientali, il passaggio delle traenti lungo i sostegni provvisti di carrucole, sarà svolto con l'ausilio di elicotteri, riducendo l'impiego di mezzi a terra e, quindi, evitando la realizzazione di piste di maggiori dimensioni con caratteristiche più impattanti.

Per mezzo della traente collegata al conduttore, azionata ad un estremo con un argano e trattenuta sollevata da terra per mezzo di un freno idraulico, i conduttori saranno fatti transitare per tutta la tratta.

Dopo la regolazione i conduttori saranno agganciati agli armamenti che a loro volta saranno agganciati ai sostegni.

#### Esecuzione dei ripristini

Riguarderanno i micro cantieri per la realizzazione dei sostegni e le piste di accesso. Saranno demolite eventuali opere provvisorie e si provvederà a ripiantumare i siti con essenze autoctone, dopo aver opportunamente riconformato l'andamento del terreno.

Prima della chiusura del cantiere si rimuoveranno baraccamenti, recinzioni, cartelli e ogni altro materiale non utilizzato o di risulta del cantiere e si ripristinerà lo stato dei luoghi originario modificati a seguito dell'installazione dei manufatti.

## 2.6 FASE DI ESERCIZIO

### 2.6.1 MODALITA' DI GESTIONE E MONITORAGGIO DELL'OPERA

In generale le operazioni di conduzione e manutenzione dell'elettrodotto ha 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. I tralicci in progetto sono tutti facilmente accessibili dalla viabilità ordinaria o dalle strade secondarie di campagna e di accesso ai fondi.

Gli interventi di manutenzione ordinaria sono svolti 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 simile a quello dei micro-cantieri descritto pocanzi.

L'elettrodotto sarà governato e monitorato 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).

### 2.6.2 INTERFERENZE CON I FATTORI AMBIENTALI

#### CONDIZIONI METEO

**Venti eccezionali:** la linea elettrica è calcolata (D.M. 21/03/1988) per resistere a venti fino a 130 km/h. In condizioni più avverse (venti superiori a 260 km/h, considerati i coefficienti di sicurezza delle strutture metalliche almeno pari a 2), praticamente sconosciute nell'area d'interesse, potrebbe determinarsi il collasso di uno o più sostegni. In tal caso si avrebbe l'immediata interruzione della linea; rischi conseguenti al collasso sarebbero, quindi, solo quelli dovuti all'ipotetico coinvolgimento di persone o cose in quel momento sotto il sostegno o sotto i conduttori.

**Basse temperature in inverno:** la linea è calcolata per resistere a temperature superiori o uguali a - 20 °C, con particolare riferimento al massimo tiro dei conduttori. In condizioni più avverse, potrebbe determinarsi

l'eccessivo carico dei conduttori o del sostegno per effetto del ghiaccio o della neve, con le conseguenze già evidenziate nel caso del vento. È tuttavia da considerare che la temperatura dei conduttori, a causa dell'effetto Joule, è sensibilmente superiore alla temperatura atmosferica.

**Alte temperature in estate:** conduttori, cavi ed altri accessori dei sostegni sono calcolati per resistere fino a temperature di 75 °C, con particolare riferimento alla massima freccia dei conduttori. Il coefficiente di sicurezza pari a 2, garantisce la sicurezza della linea anche in presenza di elevata temperatura atmosferica e di corrente al limite termico nei conduttori.

#### EVENTI FISICI

**Terremoti:** in casi di eventi di particolare gravità è possibile il crollo di uno o più sostegni, con danni alle persone e cose situate sotto i sostegni o i conduttori.

**Incendi:** l'incendio ipotizzabile è quello di sterpaglie o di arbusti, avente breve durata. A temperature elevate, potrebbe determinarsi il deterioramento delle parti non metalliche dei sostegni, con conseguente interruzione del flusso di energia.

#### EVENTI DI ORIGINE ANTROPICA

**Impatto di aerei o elicotteri:** per evitare impatti con aerei o elicotteri, a norma di legge, i sostegni posti ad altezza superiore a m 61 dal piano di campagna devono essere muniti di appositi segnalatori ottici (pittura a bande bianche e rosse) ed i conduttori devono portare apposite sfere di segnalazione. L'evento possibile a seguito di impatto è ancora il crollo di uno o più sostegni, con danni a persone o cose in quel momento nell'area del disastro.

**Sabotaggi/terrorismo:** il possibile danno è causato dalle conseguenze del crollo di uno o più sostegni su persone o cose al di sotto. Appositi cartelli ne segnalano il pericolo di sosta al di sotto dei tralicci.

### 2.6.3 INTERFERENZE IN FASE DI ESERCIZIO

Le interferenze in fase di esercizio per l'elettrodotto possono essere ricondotte a:

- Spazio occupato dai sostegni e dai conduttori
- Attività di manutenzione
- Interferenze dovute all'energia elettrica ed ai campi elettromagnetici indotti.

Le sopra citate interferenze determinano dei fattori di impatto sulle componenti ambientali che si possono di seguito riassumere:

- la presenza fisica dei sostegni produce un'occupazione puntuale di suolo che coincide con l'area alla base del traliccio oltre all'eventuale fascia rispetto;
- la presenza dei sostegni e dei conduttori produce un'alterazione percettiva del paesaggio;

- il passaggio di energia elettrica nella linea induce campi elettrici e magnetici, la cui intensità al suolo è però al di sotto dei valori massimi prescritti dalle normative vigenti;
- data l'elevata distanza tra i conduttori si può sostanzialmente escludere il rischio di fulminazione per l'avifauna;
- da un punto di vista dell'impatto acustico, la tensione dei conduttori determina il fenomeno chiamato effetto corona, che si manifesta con un ronzio avvertibile soltanto nelle immediate vicinanze della linea;
- le periodiche attività di manutenzione della linea per la conservazione delle condizioni di esercizio, potrebbero comportare il taglio della vegetazione per il mantenimento delle distanze di sicurezza dei conduttori.

## 2.7 FASE DI FINE ESERCIZIO

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 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.

L'elettrodotto interessa solo lo strato superficiale del suolo e la sua 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 recuperati potrà essere altresì riciclata ed utilizzata per la realizzazione di altre opere. Si pensi ad esempio ai conduttori, all'acciaio dei tralicci metallici o agli inerti prodotti dalla frantumazione del calcestruzzo delle fondazioni.

## 2.8 LEGISLAZIONE E NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

### 2.8.1 LEGISLAZIONE NAZIONALE

- **Regio Decreto 11 dicembre 1933 n. 1775**, "*Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici*";
- **Legge 28 giugno 1986 n. 339**, "*Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne*";
- **Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449**, "*Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne*";
- **Legge 24 luglio 1990 n. 241**, "*Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi*" come modificata dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- **Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260**, "*Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne*";
- **DPCM 1 marzo 1991**, "*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*";
- **Legge 26 ottobre 1995, n. 447**, "*Legge quadro sull'inquinamento acustico*";
- **Decreto Interministeriale 05 maggio 1998**, "*Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne*";
- **Legge 21 novembre 2000, n. 353**, "*Legge-quadro in materia di incendi boschivi*";
- **Legge 22 febbraio 2001, n. 36**, "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*";
- **DPR 8 giugno 2001 n. 327**, "*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità*" e smi;
- **DPCM 8 luglio 2003**, "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti*";
- **DPCM 21 ottobre 2003**, "*Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*";
- **Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42**, "*Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137*";

- **Legge 23 agosto 2004, n. 239**, *“Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia”*;
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152**, *“Norme in materia ambientale”* e smi;
- **Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81**, *“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”*;
- **Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 29 maggio 2008**, *“Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”*;
- **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**, *“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”*;

#### 2.8.2 **NORME TECNICHE**

- **CEI 11-4**, *“Esecuzione delle linee elettriche esterne”*, quinta edizione, 1998:09
- **CEI 11-60**, *“Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne”*, seconda edizione,
- **CEI 211-4**, *“Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”*, seconda edizione, 2008-09
- **CEI 211-6**, *“Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana”*, prima edizione, 2001-01
- **CEI 304-1**, *“Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza”*;
- **CEI 7-9**, *Morsettiera per linee elettriche aeree per trasporto d'energia con conduttori nudi.*