



# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA PROVINCE DI NUORO E SASSARI



COMUNE DI BITTI



COMUNE DI OSIDDA



COMUNE DI BUDDUSO



## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO "BITTI - AREA PIP"

Potenza complessiva 56 MW

### PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

*SIA - R.2*

*QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE*

COMMITTENTE

**GREEN  
ENERGY  
SARDEGNA 2  
S.r.l.**

**Piazza del Grano 3  
39100 Bolzano, Italia**

### GRUPPO DI LAVORO

Progettazione e coordinamento:  
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.  
Dott. Ing. Giuseppe Frongia

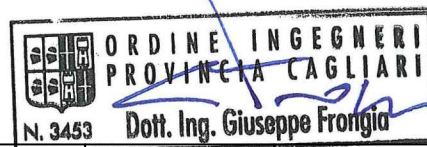


Gruppo di progettazione:  
Ing. Giuseppe Frongia  
Ing. Marianna Barbarino  
Ing. Enrica Batzella  
Dott. Andrea Cappai  
Ing. Gianfranco Corda  
Ing. Antonio Dedoni  
Ing. Gianluca Melis  
Ing. Emanuela Spiga



Consulenze specialistiche:  
Dott. Mauro Casti (Flora e vegetazione)  
Dott. Marco Cocco (Pedologia)  
Ing. Antonio Dedoni (Acustica)  
Dott. Maurizio Medda (Fauna)  
Dott. Matteo Tatti (Archeologia)  
Dott. Geol. Mauro Pompei (Geologia e geotecnica)  
Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia e geotecnica)

SCALA:

FIRME





Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Prima emissione	IAT	GF	GES2	Agosto 2020



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  2 di 77

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORME TECNICHE CHE REGOLANO LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA ...</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO PRODUTTIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>Premessa.....</b>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	<b>La scelta localizzativa.....</b>	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>Alternative di layout e caratteristiche degli aerogeneratori.....</b>	<b>11</b>
<b>4.4</b>	<b>“Opzione zero” e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell'intervento .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO E RAPPORTI CON I PROPRIETARI</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA E MOTIVAZIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI.....</b>	<b>17</b>
<b>6.1</b>	<b>Analisi delle potenzialità anemologiche ed energetiche.....</b>	<b>17</b>
6.1.1	<i>Produzione attesa .....</i>	<i>17</i>
6.1.2	<i>Metodica e strumenti di misura (pulizia dati, estensione, estrapolazione verticale e orizzontale) .....</i>	<i>17</i>
<b>6.2</b>	<b>Gli interventi in progetto.....</b>	<b>19</b>
<b>6.3</b>	<b>Infrastrutture elettriche.....</b>	<b>20</b>
6.3.1	<i>Premessa.....</i>	<i>20</i>
6.3.2	<i>Aerogeneratori .....</i>	<i>21</i>
6.3.2.1	<i>Aspetti generali .....</i>	<i>21</i>
6.3.2.2	<i>Dati caratteristici .....</i>	<i>22</i>
6.3.3	<i>Distribuzione dell'energia e collegamento tra gli aerogeneratori .....</i>	<i>26</i>
6.3.3.1	<i>Schema elettrico dell'impianto.....</i>	<i>26</i>
6.3.3.2	<i>Scavi e cavidotti.....</i>	<i>28</i>
6.3.3.3	<i>Caratteristiche dei cavi MT .....</i>	<i>31</i>
6.3.3.4	<i>Caratteristiche Cavo AT connessione SSE Utente – SSE Budduso' .....</i>	<i>34</i>
6.3.4	<i>Sottostazione di trasformazione (Progetto impianto utente) .....</i>	<i>36</i>
6.3.4.1	<i>Premessa generale .....</i>	<i>36</i>
6.3.4.2	<i>Descrizione generale della stazione del produttore .....</i>	<i>37</i>
6.3.4.3	<i>Edifici, Opere Civili e Viabilità Interna .....</i>	<i>38</i>
6.3.4.4	<i>Stallo Utente/Produttore a 150kV .....</i>	<i>39</i>
6.3.4.5	<i>Trasformatore AT/MT .....</i>	<i>40</i>
6.3.4.6	<i>Correnti di corto circuito e correnti termiche nominali .....</i>	<i>40</i>
6.3.4.7	<i>Impianto di terra della stazione .....</i>	<i>41</i>
6.3.4.8	<i>Sicurezza e ambiente .....</i>	<i>41</i>
6.3.5	<i>Progetto impianto gestore di rete .....</i>	<i>42</i>
6.3.6	<i>Opere di rete .....</i>	<i>42</i>

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  3 di 77

<b>7</b>	<b>OPERE STRADALI.....</b>	<b>44</b>
7.1	<b>Viabilità di accesso al sito.....</b>	<b>44</b>
7.2	<b>Viabilità di servizio e piazzole .....</b>	<b>44</b>
7.2.1	<i>Premessa.....</i>	<i>44</i>
7.2.2	<i>Criteri di scelta del tracciato e caratteristiche costruttive generali della viabilità di servizio .....</i>	<i>45</i>
7.3	<b>Piazzole di macchina: principali caratteristiche costruttive e funzionali.....</b>	<b>48</b>
7.4	<b>Fondazione aerogeneratore .....</b>	<b>49</b>
7.5	<b>Opere di regolazione dei deflussi .....</b>	<b>53</b>
7.6	<b>Interventi di ripristino, mitigazione e compensazione ambientale .....</b>	<b>54</b>
7.6.1	<i>Interventi di mitigazione generali di buona conduzione del cantiere .....</i>	<i>54</i>
7.6.2	<i>Interventi di ripristino ambientale: criteri esecutivi.....</i>	<i>55</i>
7.7	<b>Superfici occupate.....</b>	<b>57</b>
7.8	<b>Aree di cantiere di base.....</b>	<b>58</b>
7.9	<b>Movimenti di terra .....</b>	<b>60</b>
7.10	<b>Rischio di incidenti .....</b>	<b>63</b>
7.10.1	<i>Principali rischi per la sicurezza individuabili .....</i>	<i>63</i>
7.10.2	<i>Rischio di distacco della pala di un aerogeneratore.....</i>	<i>64</i>
7.10.2.1	<i>Geometria del problema.....</i>	<i>65</i>
7.10.2.2	<i>Dati di base per il calcolo.....</i>	<i>67</i>
7.10.2.3	<i>Calcolo della gittata .....</i>	<i>67</i>
7.10.2.4	<i>Considerazioni aggiuntive e valutazione conclusiva .....</i>	<i>69</i>
<b>8</b>	<b>DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI .....</b>	<b>70</b>
<b>9</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE E MESSA A REGIME.....</b>	<b>71</b>
9.1	<b>Premessa.....</b>	<b>71</b>
9.2	<b>Caratteristiche delle lavorazioni .....</b>	<b>71</b>
9.2.1	<i>Opere civili dell'impianto eolico .....</i>	<i>71</i>
9.2.2	<i>Fornitura e montaggio dell'aerogeneratore.....</i>	<i>72</i>
9.2.3	<i>Opere per la realizzazione delle linee elettriche MT e AT.....</i>	<i>72</i>
9.2.4	<i>Opere civili per l'allestimento della stazione di utenza MT/AT .....</i>	<i>73</i>
9.2.5	<i>Montaggi elettromeccanici della sezione 30/150 kV della stazione di utenza .....</i>	<i>73</i>
9.2.6	<i>Realizzazione opere di rete all'interno della SSE RTN 150 kV Buddusò .....</i>	<i>74</i>
9.2.7	<i>Gestione delle terre e delle rocce da scavo.....</i>	<i>74</i>
<b>10</b>	<b>CRONOPROGRAMMA PRELIMINARE DEI LAVORI.....</b>	<b>76</b>



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 4 di 77	

## 1 INTRODUZIONE

La presente sezione dello Studio descrive il progetto e le soluzioni adottate nel rispetto dei vincoli imposti dalla normativa tecnica, da quella ambientale e dalla pianificazione territoriale.

Verranno di seguito richiamate le motivazioni all’origine della decisione di procedere alla realizzazione dell’intervento proposto e saranno illustrate ragioni tecniche delle scelte progettuali operate. Particolare attenzione è stata rivolta, inoltre, alla descrizione delle misure ed accorgimenti che si è ritenuto opportuno adottare al fine di assicurare un accettabile inserimento dell’opera nell’ambiente.

Per ogni maggiore dettaglio circa le caratteristiche costruttive e gestionali del proposto impianto eolico denominato “Bitti – Area PIP” da realizzarsi nei comuni di Bitti, Osidda e Buddusò, proposto dalla Green Energy Sardegna 2 S.r.l. – Gruppo FRI-EL, si rimanda all’esame relazioni componenti il progetto definitivo delle opere civili e delle infrastrutture elettriche.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  5 di 77

## 2 NORME TECNICHE CHE REGOLANO LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

L'impianto dovrà essere realizzato "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali sia per quel che concerne l'installazione. A tal fine dovranno essere rispettate norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali richiamate nella presente relazione.



Le principali leggi, norme e regolamenti cui il presente progetto si uniforma sono nel seguito richiamate.

### Norme tecniche

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.
- CEI 99-3 (CEI EN 50522): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT.
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.



### Riferimenti legislativi

- Decreto FER1. Decreto 4 luglio 2019 Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici *on shore*, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione. (19A05099) (GU Serie Generale n.186 del 09-08-2019)
- L.R. N°43/89 del 20 Giugno 1989 "Norme in materia di opere concernenti linee ed impianti elettrici".
- Decreto 22 Gennaio 2008, n. 37 – (sostituisce Legge 46/90) – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (G.U. n. 61 del 12-3-2008).
- Decreto Legislativo 09/04/2008 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 (Suppl. Ordinario n.108) – (sostituisce e abroga tra gli altri D. Lgs. 494/96, D.Lgs. n. 626/94, D.P.R. n. 547/55).

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  6 di 77

## Opere in cemento armato



- Legge n. 1086 del 5/11/1971. “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge n. 64 del 2/2/1974. “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- Circ. M. LL.PP. 14 febbraio 1974, n. 11951, “Applicazione delle norme sul cemento armato”.
- Circ. M. LL.PP. 9 gennaio 1980, n. 20049. “Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato”.
- D. M. 11/3/1988. “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Circolare Ministero LL.PP. 24/9/1988 n. 30483: “Legge n.64/1974 art. 1 - D.M. 11/3/1988. Norme tecniche su terreni e rocce, stabilità di pendii e scarpate, progettazione, esecuzione, collaudo di opere di sostegno e fondazione”.
- D.M. del 14/2/1992. “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. del 9/1/1996. “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. del 16/1/1996. “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.
- D.M. 16/1/1996. “Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi””.
- Circolare M.LL.PP. 04/07/1996 n. 156 AA.GG./STC. “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi” di cui al D.M. 16/1/1996”.
- Circolare M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252. “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato ordinario e precompresso e per strutture metalliche” di cui al D.M. 9/1/1996”.
- Circolare 10/4/1997 n. 65 AA.GG. “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20/03/2003. “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 7 di 77	

- Norma Italiana CEI ENV 61400-1. “Sistemi di generazione a turbina eolica. Parte 1: Prescrizioni di sicurezza”. Data di pubblicazione 06-1996.
- Norma internazionale IEC 61400-1 “*Wind Turbine Safety and Design*” del 1999.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3431 del 03/05/2005 – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- UNI-EN 1992-1-1 2005: Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI-ENV 1994-1-1 1995: Progettazione delle strutture composte acciaio calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- D.M. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 23/02/2019 “Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni””.

### **Sicurezza e salute sui luoghi di lavoro**

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (81/08) Titolo IV D.Lgs 81/08 (cantieri temporanei o mobili)
- Decreto - 22 gennaio 2008, n. 37 - Regolamento installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- L. 3 agosto 2007 n. 123 - Salute e sicurezza sul lavoro
- Circ. 3 novembre 2006 n. 1733 - Lavoro nero
- Determinazione 26 luglio 2006 n. 4/2006 - Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili
- Art. 36 bis Decr. Legge 4 luglio 2006 n. 223
- Art. 131 D. Lgs 12 aprile 2006 n. 163
- D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE
- Circ. ISPESL 28 dicembre 2004, n. 13 - Impianti di terra e scariche atmosferiche
- D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262 - Emissione acustica macchine all'aperto
- Circ. ISPESL 2 aprile 2002, n. 17 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- D.Lgs. 2 gennaio 1997, n. 10 - Dispositivi protezione individuale
- Circ. 6 marzo 1995, n. 3476 - Impianti da terra e scariche atmosferiche



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  8 di 77	

- Circ. ISPESL 2 novembre 1993, n. 16089 - Reti di sicurezza
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Prodotti da costruzione
- D.Lgs. 4 dicembre 1992, n. 475 - Dispositivi protezione individuale
- D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 - Igiene del lavoro

Come accennato in precedenza, l'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, andranno comunque applicate.

Infine, qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si dovranno applicare le norme più recenti.



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	 <b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  9 di 77

### 3 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

L'impianto eolico in progetto sarà composto da n. 11 aerogeneratori, in grado di funzionare autonomamente e di produrre energia elettrica da immettere in rete dopo le necessarie fasi di trasformazione della tensione.

L'aerogeneratore proposto presenta una torre in acciaio dell'altezza al mozzo massima di 119 m alla cui sommità è fissata una "navicella", che supporta un "rotore" di tipo tripala avente diametro massimo pari a 170 m. L'altezza massima dell'aerogeneratore al *tip*, ossia in corrispondenza del punto più alto raggiunto dall'estremità delle pale in movimento, sarà pari a 200 m.

All'interno della navicella della turbina eolica è alloggiato un generatore elettrico che è collegato al rotore mediante opportuni sistemi meccanici di riduzione/moltiplicazione dei giri, di frenatura e di regolazione della velocità.

La macchina eolica, per azione del vento sulle pale, converte l'energia cinetica del flusso d'aria (vento) in energia meccanica all'asse mettendo in movimento il rotore del generatore asincrono e determinando, in tal modo, la produzione di energia elettrica.

La navicella è posizionata su un supporto-cuscinetto e si orienta, attraverso un sistema di controllo automatico, in funzione della direzione del vento in modo da assicurare costantemente la massima esposizione al vento del rotore.



Il sistema di controllo automatizzato, oltre a vigilare sull'integrità della macchina, impedendo il raggiungimento di situazioni di esercizio pericolose, esegue anche il controllo della potenza, effettuato mediante rotazione delle pale intorno al loro asse principale (regolazione del passo - *pitch regulation*), in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento della singola pala.

Concettualmente, assunta la curva tipica di indisponibilità di un generatore, l'energia elettrica annua producibile dalla macchina eolica [We] è esprimibile come sommatoria dei prodotti della potenza [P(v)] erogata in corrispondenza di una generica velocità del vento [v], per il numero di ore annue alle quali il vento spira a quella data velocità [T(v)]:

$$We = \sum [P(v) \cdot T(v)]$$

L'energia prodotta dalle turbine eoliche sarà vettoriata, a mezzo di elettrodotto interrato a 30 kV presso la prevista stazione elettrica di utenza 30kV/150kV, in località *Comide Tanca* – Comune di Buddusò. Da qui la potenza prodotta dalle macchine sarà vettoriata presso la Stazione elettrica di Utenza, prevista in comune di Buddusò (loc. *Comide Tanca*), e da qui trasferita in AT alla futura Stazione elettrica RTN a 150 kV "Buddusò" di Terna.

In base ai dati anemologici disponibili ed alle caratteristiche di funzionamento dell'aerogeneratore prescelto la Green Energy Sardegna 2 ha stimato una produzione energetica pari a circa 183.800 MWh/anno.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	 <b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  10 di 77

## 4 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

### 4.1 Premessa

Come evidenziato in sede di progetto, la società Green Energy Sardegna 2 S.r.l. ha come obiettivo lo sviluppo, la realizzazione e la gestione di impianti di produzione energetica a fonte rinnovabile.

Sulla base della lunga esperienza maturata nello specifico settore, dell'approfondita conoscenza del territorio regionale e delle sue potenzialità anemologiche, Green Energy Sardegna 2 ha da tempo individuato, nel territorio della Regione Sardegna, alcuni siti idonei per la realizzazione di impianti eolici.

Tra i siti eolici individuati, il sito di Bitti, prossimo all'area PIP, è apparso di particolare interesse in virtù delle favorevoli condizioni anemologiche, di accessibilità e insediative.

In fase di studio preliminare e di progetto sono state attentamente esaminate le possibili soluzioni alternative relativamente alla configurazione di layout nonché alla scelta della tipologia di aerogeneratore da installare.



Nel seguito saranno illustrati i criteri che hanno orientato le scelte progettuali e si procederà a ricostruire un ipotetico scenario conseguente alla cosiddetta "opzione zero", ossia di non realizzazione degli interventi.

### 4.2 La scelta localizzativa

Come ampiamente evidenziato negli elaborati del Progetto e del SIA, la scelta del sito di Bitti per la realizzazione di una centrale eolica presenta numerosi elementi favorevoli, di seguito sinteticamente riassunti, che investono questioni di carattere economico-gestionale nonché aspetti di rilevanza paesaggistico-ambientale. La concomitanza di tali favorevoli fattori rende il sito in esame certamente peculiare nel panorama regionale delle aree destinabili allo sfruttamento dell'energia eolica.

In primo luogo, è di interesse richiamare la circostanza che l'area individuata per il proposto impianto fosse ricompresa tra le aree potenzialmente idonee all'installazione di impianti eolici individuate nello Studio approvato con DGR 28/56 del 2007 e s.m.i. Detta DGR, infatti, per effetto dell'art. 112 delle Norme Tecniche di Attuazione del PPR, riconosceva a tali aree il requisito di "aree di basso valore paesaggistico" e quindi di siti preferenziali per l'installazione di impianti eolici. Successivamente, a seguito dell'emanazione della DGR 45/34 del 2012 e del recepimento delle Linee Guida Nazionali di cui al D.M. 10/09/2010, con D.G.R. 40/11 del 2015, sono state abrogate le parti della citata delibera G.R. del 2007 nonché della successiva D.G.R. 3/17 del 2009 in contrasto con l'ordinamento nazionale.

Sotto il profilo tecnico si evidenzia come la localizzazione prescelta assicuri condizioni

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	 <b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  11 di 77

anemologiche particolarmente vantaggiose per la produzione di energia elettrica dal vento, delineando prospettive di producibilità energetica di sicura rilevanza, a livello regionale e nazionale.

La distanza delle installazioni eoliche alla prevista stazione elettrica utente 30kV/150kV, da realizzarsi in territorio di Buddusò in contiguità alla futura stazione di rete 150 kV di Terna, inoltre, prefigura adeguate condizioni di allaccio degli aerogeneratori alla RTN e, conseguentemente, un accettabile contenimento delle lunghezze dei cavidotti MT di trasporto dell'energia elettrica.

Sotto il profilo dell'accessibilità, l'ipotesi di progetto relativa al trasporto degli aerogeneratori dallo scalo portuale di Oristano, o da quello di Olbia, delinea favorevoli condizioni di trasferimento della componentistica delle macchine eoliche, assicurate dalla preesistenza di un'efficiente rete viaria di livello statale e provinciale di collegamento.



Vanno, infine, evidenziate le favorevoli condizioni ambientali generali del territorio montano a ovest dell'abitato di Bitti per lo sviluppo dell'iniziativa, riferibili alla presenza di estesi altopiani contraddistinti da bassa densità insediativa e presenza di una buona infrastrutturazione viaria locale; il che ha contribuito a mitigare le potenziali ripercussioni negative dell'intervento a carico delle principali componenti ambientali potenzialmente interessate dal funzionamento del parco eolico (vegetazione, flora e fauna ed assetto demografico-insediativo in particolare).

### 4.3 *Alternative di layout*

La fase ingegneristica di definizione del layout di impianto è stata accompagnata dallo sviluppo di studi ambientali specialistici finalizzati ad ottimizzare il posizionamento locale delle macchine eoliche sul terreno; ciò nell'ottica di contenere al minimo le interazioni degli interventi con le principali componenti ambientali "bersaglio" riconducibili alle emergenze paesaggistiche, agli aspetti vegetazionali, floristici e faunistici, a quelli geologici, idrologici e geomorfologici nonché alle permanenze di interesse storico-archeologico. Tale percorso iterativo ha inteso perseguire, tra l'altro, la più ampia aderenza del progetto, per quanto tecnicamente fattibile e laddove ciò sia stato ritenuto motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica, ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati nelle Deliberazioni G.R. Sardegna n. 3/17 del 2009 e 40/11 del 2015.

Più specificamente la posizione sul terreno delle turbine eoliche, definita e verificata sotto il profilo delle interferenze aerodinamiche da Green Energy Sardegna 2 S.r.l., è stata studiata sulla base di numerosi fattori di carattere tecnico-realizzativo e ambientale con particolare riferimento ai seguenti:

- Preservare, per quanto tecnicamente possibile, gli ambiti caratterizzati da maggiore integrità dei valori paesaggistici e identitari del territorio, rappresentati, nel caso specifico, dalle aree

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  12 di 77

boscate;



- esigenza di assicurare una opportuna salvaguardia delle emergenze archeologiche censite, attraverso l'adozione di adeguate distanze di rispetto;
- minimizzare la realizzazione di nuovi percorsi viari, impostando la viabilità di impianto, per quanto tecnicamente fattibile, su strade o percorsi rurali esistenti;
- contenimento delle mutue interferenze aerodinamiche delle turbine per minimizzare le perdite energetiche per effetto scia nonché gli effetti di turbolenza;
- privilegiare aree stabili dal punto di vista geomorfologico e geologico-tecnico ottimizzando la distanza delle macchine eoliche dai pendii più acclivi per scongiurare potenziali rischi di instabilità delle strutture;
- privilegiare l'installazione delle macchine entro contesti a conformazione piana o regolare per contenere opportunamente le operazioni di movimento terra conseguenti all'approntamento di strade e piazzole;
- assicurare una appropriata distanza delle proposte installazioni eoliche da edifici riconducibili all'accezione di "ambiente abitativo", sempre superiore ai 500 metri.

Questo sopra, prescinde evidentemente da constatazioni e stime attinenti alle interazioni con la componente immateriale, o percettiva, del paesaggio, rispetto alla quale la valutazione soggettiva, in termini di maggiore o minore propensione individuale alla diffusione di tali tecnologie, riveste un ruolo determinante nel giudizio di merito sull'accettabilità dell'intervento, come più diffusamente analizzato nella allegata Relazione paesaggistica (Elaborato RP-R.1).

Più specificamente, la configurazione di impianto che è scaturita dalla fase di analisi progettuale ha escluso il manifestarsi di problematiche tecnico-ambientali riferibili ai seguenti aspetti:

- sottrazioni significative di aree a spiccata naturalità o di preminente valore paesaggistico ed ecologico;
- interferenza con resti di interesse archeologico;
- incremento del rischio geologico-geotecnico in corrispondenza delle piazzole di cantiere funzionali al montaggio degli aerogeneratori;
- introduzione o accentuazione dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

Come evidenziato nelle altre sezioni dello SIA, l'area individuata per la realizzazione la realizzazione dell'impianto eolico non ricade all'interno di nessun Sito di Importanza Comunitaria (SIC). Il SIC più vicino, denominato "Monte Albo", è significativamente distante dall'aerogeneratore

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 13 di 77

più vicino (circa 14,5 km).

Allo stesso modo, i siti di intervento non ricadono all'interno di nessuna Zona di Protezione Speciale (ZPS), la più vicina delle quali è denominata "*Monte Ortobene*" dista circa 15,0 km dall'aerogeneratore più vicino. L'IBA più prossima, infine, si riferisce a: "*Golfo di Orosei, Supramonte e Gennargentu*" i cui confini distano oltre 22,5 km dall'aerogeneratore più prossimo.



Ad ogni buon conto, nella consapevolezza dell'opportunità di assicurare una adeguata tutela dell'avifauna e della chiroterofauna, nel luglio 2020 è stata avviata l'esecuzione di un monitoraggio avifaunistico di lungo termine sulle aree di intervento (durata 12 mesi), finalizzato ad evidenziare la presenza di specie sensibili, eventualmente esposte al rischio di impatto per effetto della realizzazione del parco eolico.

In definitiva, il quadro complessivo di informazioni e di riscontri che è ad oggi scaturito dall'analisi di fattibilità del progetto, ha condotto a ritenere che la scelta localizzativa di Bitti, nei pressi dell'Area PIP, presenti condizioni favorevoli, sotto il profilo tecnico-gestionale, alla realizzazione di una moderna centrale eolica e derivanti principalmente da:

- le ottime condizioni di ventosità del sito, conseguenti alle particolari condizioni di esposizione ed altitudine;
- le favorevoli condizioni di infrastrutturazione elettrica e di accessibilità generali;
- la possibilità di sfruttare utilmente, per le finalità progettuali, un sistema articolato di strade locali, in accettabili condizioni di manutenzione e con caratteristiche geometriche sostanzialmente idonee al transito dei mezzi di trasporto della componentistica degli aerogeneratori, a meno di limitati adeguamenti;
- la disponibilità di adeguati spazi potenzialmente idonei all'installazione di aerogeneratori, in rapporto alla bassissima densità abitativa dell'altopiano di Bitti.

#### **4.4 "Opzione zero" e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell'intervento**

Come più volte evidenziato all'interno del presente SIA, l'intervento proposto si inserisce in un quadro programmatico internazionale e nazionale di deciso impulso all'utilizzo delle fonti rinnovabili. Sotto questo profilo lo scenario di riferimento ha subito, nell'ultimo decennio, importanti mutamenti; ciò nella misura in cui l'Unione Europea ha posto in capo all'Italia obiettivi di ricorso alle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) progressivamente più ambiziosi ed è, nel contempo, cresciuta sensibilmente la consapevolezza collettiva circa l'opportunità di perseguire, sotto il profilo della gestione delle politiche energetiche, una più incisiva inversione di rotta al fine di ridurre l'emissione di gas climalteranti. Tale evoluzione del pensiero comune rispetto alle tecnologie proposte, favorita

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  14 di 77

anche dalla crescente diffusione degli impianti eolici nel paesaggio italiano, rappresenta certamente un aspetto significativo del progresso culturale in atto e riveste un ruolo determinante nella prospettiva di integrazione paesaggistica di queste installazioni.

La decisione di dar seguito alla realizzazione del parco eolico di Bitti – Area PIP è dunque maturata in tale quadro generale ed è scaturita da approfondite valutazioni tecnico-economiche e ambientali, formanti oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.



In questo senso, sebbene l'analisi ambientale abbia ragionevolmente escluso rilevanti interferenze dirette delle opere con gli elementi più sensibili del sistema ambientale (emergenze geomorfologiche, resti archeologici censiti, aree naturaliformi, habitat e specie di importanza comunitaria, solo per citarne alcuni), o interferenze che non possano essere adeguatamente controllate con un opportuno approfondimento delle conoscenze e mirati accorgimenti (avifauna), è evidente come la nascita di un parco eolico, soprattutto in relazione all'installazione di imponenti strutture in elevazione, sia intrinsecamente suscettibile di determinare importanti modifiche al paesaggio, siano esse di carattere simbolico o solo di tipo percettivo. Modifiche, vale peraltro la pena di sottolineare, totalmente reversibili e la cui entità sfuma progressivamente allontanandosi dalle aree di intervento.

È questo il tema centrale dell'acceso dibattito fra coloro che, maggiormente sensibili all'importanza delle questioni energetiche, sostengono con forza l'opportunità di assicurare un'ampia diffusione a tali tecnologie e quanti, per formazione culturale e sensibilità individuale, avversano la realizzazione di tali infrastrutture in quanto ritenute eccessivamente impattanti sotto il profilo visivo.

Sotto questo aspetto, dunque, se si riconosce che la riduzione dei gas climalternati e l'uso sostenibile delle risorse rappresentano obiettivi strategici di tutela ambientale complessiva, da perseguirsi decisamente e senza esitazioni soprattutto dalle nazioni più progredite, il conflitto tra le aspirazioni di rigorosa conservazione del paesaggio rurale e il perseguimento di tali *target* strategici, correlati all'auspicata diffusione delle fonti energetiche rinnovabili (eolico e fotovoltaico) in particolare, appare purtroppo inevitabile. Tale circostanza, in particolar modo, si evidenzia con regolare ripetitività nel contesto italiano, estremamente ricco di testimonianze storico-culturali, identitarie nonché di bellezze naturali.



Con particolare riferimento al sito di Bitti, come più diffusamente argomentato nel Quadro di riferimento ambientale e nella Relazione paesaggistica, lo stesso risulta profondamente segnato dalla storica vocazione agricola e zootecnica, che rappresenta la principale risorsa economica ed identitaria del territorio. Peraltro, nel contesto di intervento, immediatamente a Est dell'area di progetto, un elemento caratterizzante è rappresentato dalla presenza dell'area PIP, connotata per la presenza di impianti esistenti alimentati da fonte rinnovabile e di trattamento di sottoprodotti di origine animale (SOA).

In questo quadro, nel segnalare i perduranti segni di crisi dell'economia agricola, particolarmente

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 15 di 77	

avvertita nei centri dell'interno della Sardegna, rispetto ai quali Bitti non fa eccezione, non si può disconoscere come la stessa costruzione del parco eolico, attraverso le numerose opportunità che la stessa sottende (cfr. Quadro di riferimento ambientale), possa contribuire all'individuazione di modelli di sviluppo territoriale e socio-economico complementari e sinergici, incentrati sulla gestione integrata e valorizzazione delle risorse naturali e storico-culturali e sul razionale uso dell'energia, come auspicato dal D.M. 10/09/2010.

Al riguardo, devono necessariamente segnalarsi le rilevanti difficoltà di numerosi comuni dell'interno rispetto alla definizione di programmi organici di gestione integrata delle valenze ambientali espresse dai propri territori, rispetto alla cui definizione, attuazione e monitoraggio il reperimento di adeguate risorse economiche diventa un problema centrale, acuitosi negli ultimi anni a seguito della contrazione dei trasferimenti statali agli enti locali.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 16 di 77	

## 5 AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO E RAPPORTI CON I PROPRIETARI

Il parco eolico in progetto si sviluppa nell'area dell'agro di Bitti (NU) e prevede la realizzazione di n° 11 aerogeneratori di nuova costruzione; le opere connesse e le infrastrutture indispensabili di connessione interesseranno anche il territorio dei comuni di Osidda e Buddusò (SS).

Per quanto riguarda gli interventi funzionali al trasporto della componentistica degli aerogeneratori al sito di progetto saranno interessati anche i seguenti comuni: il comune di Pattada (SS), laddove il porto di sbarco dei componenti fosse Oristano e le pale fossero trasportate con mezzo di trasporto eccezionale standard; il comune di Osidda (NU) se le pale dovessero essere trasportate sin dal porto con il mezzo di trasporto eccezionale speciale "blade lifter"; il comune di Lula (NU), laddove il porto di sbarco fosse Olbia. In questi comuni verrà realizzata un'area temporanea per lo stoccaggio ed il trasbordo dei tronchi di torre e, a seconda del caso, delle pale da mezzi di trasporto eccezionali standard a mezzi di trasporto eccezionali speciali.



Le aree contrattualizzate mediante accordo preliminare con i privati comprendono la totalità delle postazioni assunte per gli aerogeneratori.

Gli elaborati grafici PA-Tav.4, PA-Tav.5 e PE-Tav.2 riportano l'inquadramento catastale relativo al posizionamento delle turbine, del tracciato delle strade e dei cavidotti, degli allargamenti stradali e della sottostazione.

In ogni caso, per tutte le opere previste in progetto, è stato elaborato il piano particellare d'esproprio, rispettivamente tabellare e grafico (si vedano gli elaborati PA-R.12, PE-R.5, PA-Tav.8, PE-Tav.9).

Al riguardo, prima di attivare l'eventuale procedura di esproprio, si chiarisce che per la società proponente è assolutamente di carattere prioritario produrre ogni sforzo affinché si giunga ad un accordo bonario con tutti i proprietari coinvolti, sia per le occupazioni permanenti dovute agli aerogeneratori e relative piazzole, alla sottostazione, ai cavidotti e viabilità finale, sia per quelle temporanee dovute a viabilità ed allargamenti in fase di cantiere.



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 17 di 77	

## 6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA E MOTIVAZIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI

Saranno di seguito sinteticamente descritti gli interventi che formano oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale. Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni tecniche ed agli elaborati grafici componenti il progetto delle infrastrutture civili e quello delle infrastrutture elettriche, allegati all'istanza di VIA.

### 6.1 *Analisi delle potenzialità anemologiche ed energetiche*


#### 6.1.1 *Produzione attesa*

La produzione annuale P50 del parco eolico al netto delle perdite è stimata in 183,8 GWh, ovvero 3282 ore equivalenti considerando la potenza di immissione di 56 MW.

Tale produzione è stata calcolata per l'aerogeneratore di progetto avente diametro rotore pari a 170 m e altezza hub pari a 115 m.

#### 6.1.2 *Metodica e strumenti di misura (pulizia dati, estensione, estrapolazione verticale e orizzontale)*

La campagna anemologica è stata effettuata in sito utilizzando un anemometro da 50m (50, 40, 30m). I dati registrati dal *logger* sono stati estratti e processati manualmente in modo da identificare i dati affetti da possibili malfunzionamenti o anomalie. Sono stati consultati i report di manutenzione, che rappresentano lo storico della torre anemometrica, in modo da individuare tutti i malfunzionamenti poiché diverse cause possono determinare una misura non corretta. Alcuni fattori esterni, come il gelamento dei sensori e la presenza di sabbia o sporcizia nel sensore, determinano una misura sottostimata. Altre cause come eventi estremi, fulmini in particolare, possono compromettere in maniera irrimediabilmente il funzionamento del sensore. Altri dati anomali sono causati da malfunzionamenti del *logger* e possono essere identificati solo analizzando la serie temporale dei dati di vento. Inoltre, a causa di un malfunzionamento del *logger* oppure a causa delle batterie scariche, diversi dati non vengono registrati e dunque vengono persi. Tutti questi dati sono stati esclusi e non considerati nell'analisi.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 18 di 77

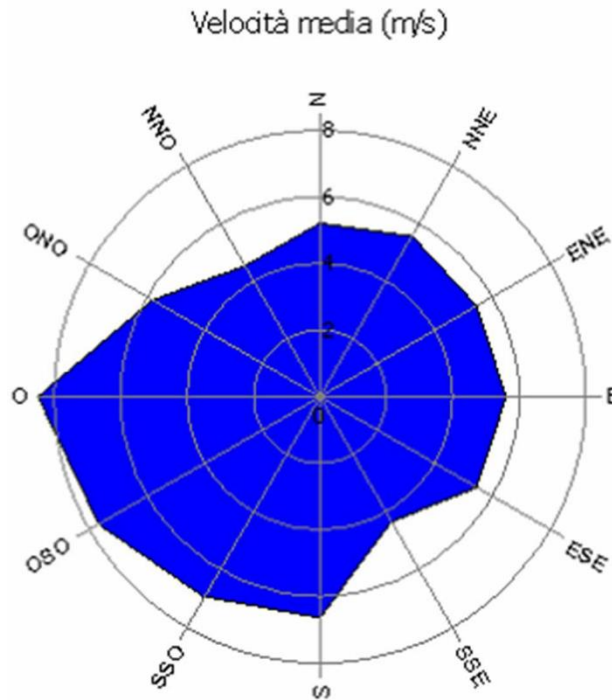




Figura 6.1 – Rosa dei venti del sito di Bitti – Area PIP

Per stimare la statistica media annuale a lungo termine tramite serie dati a lungo termine di 15/20 anni, si estende la serie di dati misurati tramite serie temporali a lungo termine reperibili da vari fornitori specializzati (es. ERA5, Merra2 etc). Per fare ciò e per colmare i periodi temporali di dati mancanti è stato utilizzato il metodo di estensione/sintetizzazione. Questo metodo permette di sintetizzare i dati di vento di un anemometro (locale) a partire dai dati di vento a lungo termine (riferimento), i quali possono provenire da un altro mast nelle vicinanze del primo oppure, come accennato in precedenza, tramite fornitori di dati a lungo termine, purché i dati siano altamente correlati.

La correlazione è stata effettuata ai dati concorrenti degli anemometri B341 e ERA5, ottenendo un coefficiente di correlazione del 87%, attestante un'ottima correlazione. Successivamente sono stati calcolati gli *speed up* e questi sono stati applicati ai dati ERA5 per sintetizzare i dati dell'anemometro B341.

Per estrapolare il vento medio a quota hub viene applicata la legge di potenza del profilo del vento:

$$V_{hub} = V_m * (H_{hub} / H_m)^\alpha$$

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  19 di 77

dove  $V_m$  è la velocità del vento medio alla quota dell'anemometro,  $V_{hub}$  è la velocità del vento medio alla quota hub,  $H_m$  è la quota dell'anemometro,  $H_{hub}$  è la quota hub e  $\alpha$  è il coefficiente di wind shear. Il wind shear viene calcolato a partire dalle misure di vento effettuate sulle diverse quote della torre anemometrica.



La variazione della velocità del vento su tutto il parco eolico viene predetta utilizzando il programma Wasp sviluppato dall'istituto di ricerca danese Risoe. Wasp è un modello di computazione di flusso che a partire dalla statistica del vento in un punto calcola la statistica del vento nell'area circostante considerando l'influenza dell'orografia del terreno, della rugosità e degli ostacoli presenti.

Partendo dalla statistica calcolata e applicando Wasp è stato possibile calcolare il vento medio a quota mozzo (*hub*) per ogni aerogeneratore del parco e successivamente calcolare la produzione di ogni singola turbina e, conseguentemente, la produzione annuale P50 del parco eolico.

## 6.2 Gli interventi in progetto

Al fine di garantire l'installazione e la piena operatività delle macchine eoliche saranno da prevedersi le seguenti opere:

- puntuali interventi di adeguamento della viabilità principale di accesso al sito del parco eolico, consistenti nella temporanea eliminazione di ostacoli e barriere o in limitati spianamenti/allargamenti stradali, al fine di renderla transitabile dai mezzi di trasporto della componentistica delle turbine (Elaborato PA-R.5);
- allestimento della viabilità di cantiere dell'impianto da realizzarsi attraverso il locale adeguamento della viabilità esistente o, laddove indispensabile, prevedendo la creazione di nuovi tratti di viabilità; ciò per assicurare adeguate condizioni di accesso alle postazioni degli aerogeneratori, in accordo con le specifiche indicate dalla casa costruttrice delle turbine eoliche (Elaborati PA-Tav.1÷PA-Tav.13);
- approntamento delle piazzole di cantiere funzionali all'assemblaggio ed all'installazione degli aerogeneratori (Elaborati PA-Tav.1÷PA-Tav.13);
- realizzazione delle opere in cemento armato di fondazione delle torri di sostegno (Elaborato PA-Tav.28);
- realizzazione delle opere di regimazione delle acque superficiali, attraverso l'approntamento di canali di scolo e tombinamenti stradali funzionali al convogliamento delle acque di ruscellamento diffuso e incanalato verso i compluvi naturali (Elaborato PA-Tav.25);
- installazione degli aerogeneratori;
- approntamento/ripristino di recinzioni, muri a secco e cancelli laddove richiesto;

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 20 di 77

- al termine dei lavori di installazione e collaudo funzionale degli aerogeneratori:
  - esecuzione di interventi di sistemazione morfologico-ambientale in corrispondenza delle piazzole e dei tracciati stradali di cantiere; ciò al fine di ridurre l’occupazione permanente delle infrastrutture connesse all’esercizio del parco eolico, non indispensabili nella fase di ordinaria gestione e manutenzione dell’impianto, contenere opportunamente il verificarsi di fenomeni erosivi e dissesti e favorire un più equilibrato inserimento delle opere nel contesto paesaggistico;
  - ripristino ambientale delle aree individuate per le operazioni di tars bordo della componentistica degli aerogeneratori e dell’area logistica di cantiere;
  - esecuzione di mirati interventi di mitigazione e recupero ambientale, in particolar modo in corrispondenza dell’escarpate in scavo e/o in rilevato, in accordo con quanto specificato nei disegni di progetto.

Ai predetti interventi, propedeutici all’installazione delle macchine eoliche, si affiancheranno tutte le opere riferibili all’infrastrutturazione elettrica:

- realizzazione delle trincee di scavo e posa dei cavi interrati MT di vettoriamento dell’energia prodotta dagli aerogeneratori;
- realizzazione della sottostazione di utenza in Comune di Buddusò (SS) in cui troveranno posto i quadri MT di impianto ed i sistemi di trasformazione per l’elevazione della tensione da 30 a 150 kV, realizzazione della trincea di scavo e posa del cavo interrato AT, ai fini della successiva immissione dell’energia prodotta nella RTN;
- Realizzazione delle opere di rete in accordo con la soluzione di connessione prospettata da Terna.



### **6.3 Infrastrutture elettriche**

#### **6.3.1 Premessa**

L’intervento proposto ha ottenuto il preventivo di connessione di cui al Codice pratica TERNA n. 2019901176 relativo ad una potenza in immissione di 56 MW; conseguentemente l’impianto verrà limitato alla massima potenza erogabile coincidente con il limite imposto dal Gestore della rete di trasmissione nazionale (RTN).

In accordo con la citata STMG, l’impianto sarà collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra-esce sulla linea 150 kV “Ozieri-Siniscola2”.

Le caratteristiche principali dell’impianto di utente sono di seguito riportate:

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	 <b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  21 di 77

- SE di trasformazione 30/150 kV “Green Energy Sardegna 2”che sarà interconnessa a 150 kV con la SE TERNA di “Buddusò”.
- La Green Energy Sardegna 2 convoglierà l'energia prodotta dagli aerogeneratori attraverso collegamenti a 30 kV ed effettuerà la trasformazione alla tensione nominale di 150 kV con n° 1 montante trasformatore equipaggiato con TR 30/150 kV da 70 MVA.
- La SE sarà equipaggiata con un montante linea 150 kV per l'interconnessione in cavo AT verso la SE della RTN di TERNA.

L'impianto di Rete per la connessione sarà costituito da:

- Uno stallo di arrivo linea a 150 kV all'interno della futura SE RTN 150kV “Buddusò”.

La necessità di razionalizzare gli investimenti, ha portato la Proponente ad ottimizzare la progettazione delle opere finalizzate alla connessione. Il processo di ottimizzazione ha condotto alla condivisione della sottostazione di trasformazione MT/AT con un altro impianto di produzione da fonte eolica riconducibile alla medesima società proponente (codice pratica 201901075). In particolare, i due impianti costituiranno una connessione in condominio di alta tensione, condividendo lo stallo cavo AT, il cavidotto AT e lo stallo produttore nella futura SE GIS 150kV Buddusò, che costituisce l'impianto di rete per la connessione.

La configurazione proposta è concepita per consentire in futuro l'eventuale connessione di ulteriori produttori al condominio di alta tensione, previa realizzazione di prolungamento sbarre e realizzazione di sottostazioni di trasformazione MT/AT.



In caso di connessione di altri produttori, la proprietà e la gestione delle aree ed impianti ad uso comune rimarranno in capo alla società Green Energy Sardegna 2 S.r.l., mentre ogni produttore rimarrà responsabile per il proprio impianto per quanto concerne ordini di dispacciamento, rispetto regolamento di esercizio e codice di rete e per la taratura delle proprie protezioni per guasti interni ed esterni.

Nel rimandare all'esame degli elaborati tecnici del progetto definitivo per maggiori dettagli, nel seguito sarà fornita una descrizione generale delle infrastrutture elettriche previste in progetto.

### 6.3.2 Aerogeneratori

#### 6.3.2.1 Aspetti generali

L'impianto eolico in progetto sarà composto da n. 11 macchine per una potenza complessiva di 56

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  22 di 77	

MW.



Il tipo di aerogeneratore previsto (“aerogeneratore di progetto”) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,2 MW (limitata a 5,09 MW), le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 170 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a massimi 119 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,0 m; diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,7 m;
- area spazzata massima: 22.698 m<sup>2</sup>.

#### 6.3.2.2 Dati caratteristici

Posizione rotore:	sopravvento
Regolazione di potenza:	a passo variabile
Diametro rotore:	max 170 m
Area spazzata:	max 22.698 mq
Direzione di rotazione:	senso orario
Temperatura di esercizio:	-20°C / +40°C
Velocità del vento all'avviamento:	min 3 m/s
Arresto per eccesso di velocità del vento:	25 m/s
Freni aerodinamici:	messa in bandiera totale
Numero di pale:	3

Modalità di trasporto di tutti i componenti da porto navale a sito: mezzi di trasporto eccezionale standard/speciali aventi uno snodo ed il componente fissato al rimorchio in senso orizzontale  
Modalità trasporto singola pala da area di trasbordo al sito di installazione: mezzo speciale “blade lifter” per il sollevamento della pala fino ad un’inclinazione di 60° rispetto al suolo

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 23 di 77	

La Curva di potenza dell'aerogeneratore (alla densità atmosferica del livello del mare) è riportata in Tabella 6.1.



*Tabella 6.1 – Curva di potenza dell'aerogeneratore di progetto*

Wind speed [m/s]	Power [kW]
3	89
4	328
5	758
6	1376
7	2230
8	3351
9	4617
10	5090
11	5090
12	5090
13	5090
14	5090
15	5090
16	5090
17	5090
18	5090
19	5090
20	5090
21	5090
22	5090
23	5090
24	5090
25	4964

Ai fini degli approfondimenti progettuali e dei relativi studi specialistici, si sono individuati alcuni specifici modelli commerciali di aerogeneratore ad oggi esistenti sul mercato, idonei ad essere conformi all'aerogeneratore di progetto.

Le caratteristiche di dettaglio dei modelli commerciali sono state utilizzate, in particolare, ai fini di redigere:

- lo studio di impatto acustico;
- le verifiche strutturali preliminari;

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  24 di 77	

- la progettazione trasportistica (componenti più pesanti e più ingombranti dei differenti modelli) calcolo preliminare per il dimensionamento del plinto di fondazione (modello commerciale peggiorativo).

Per tutti gli altri aspetti progettuali sono state utilizzate le caratteristiche generali sopra riportate, sufficienti in particolare a svolgere la progettazione civile, la progettazione elettrica, lo studio anemologico, lo studio di impatto paesaggistico, la relazione vegetazionale, la relazione faunistica, lo studio di impatto elettro-magnetico, ecc.

Nello specifico i modelli di aerogeneratore considerati, dei quali nell'Elaborato X si è allegata la documentazione tecnica di dettaglio, risultano i seguenti:

1. Vestas V162-119 m HH-5.6 MW
2. Siemens-Gamesa SG170-115 m HH-6.2 MW


Per entrambi i modelli si considera la limitazione della curva di potenza ad una potenza pari a quella massima dell'aerogeneratore di progetto, ossia 5,09 MW.

La scelta di un singolo modello commerciale, infatti, è da considerarsi antieconomica ed inopportuna dal punto di vista progettuale e tecnologico. Infatti, vincolare il progetto ad uno specifico modello commerciale comporterebbe le seguenti conseguenze:

- al momento del rilascio dell'autorizzazione alla costruzione del progetto, il modello commerciale scelto potrebbe essere superato dal punto di vista delle migliori tecnologie disponibili da altri modelli più recenti. Si potrebbero, per esempio, avere modelli analoghi in grado di garantire la stessa performance energetica con minori impatti ambientali. E questo beneficio non sarebbe quindi conseguibile;
- il venditore dello specifico modello commerciale potrebbe avvalersi di una sorta di situazione di monopolio e quindi fissare il prezzo fuori dal mercato, obbligando il proponente a realizzare un progetto non sostenibile economicamente.

A solo scopo illustrativo, si riporta in in Figura 6.2 il modello della Siemens-Gamesa SG 6.0 - 170, avente altezza al mozzo di 115 m e diametro del rotore di 170 m, compatibile con l'aerogeneratore di progetto.




<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  25 di 77	



*Figura 6.2 – Aerogeneratore Siemens-Gamesa tipo SG 6.0-170*

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in Figura 6.3.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 26 di 77	

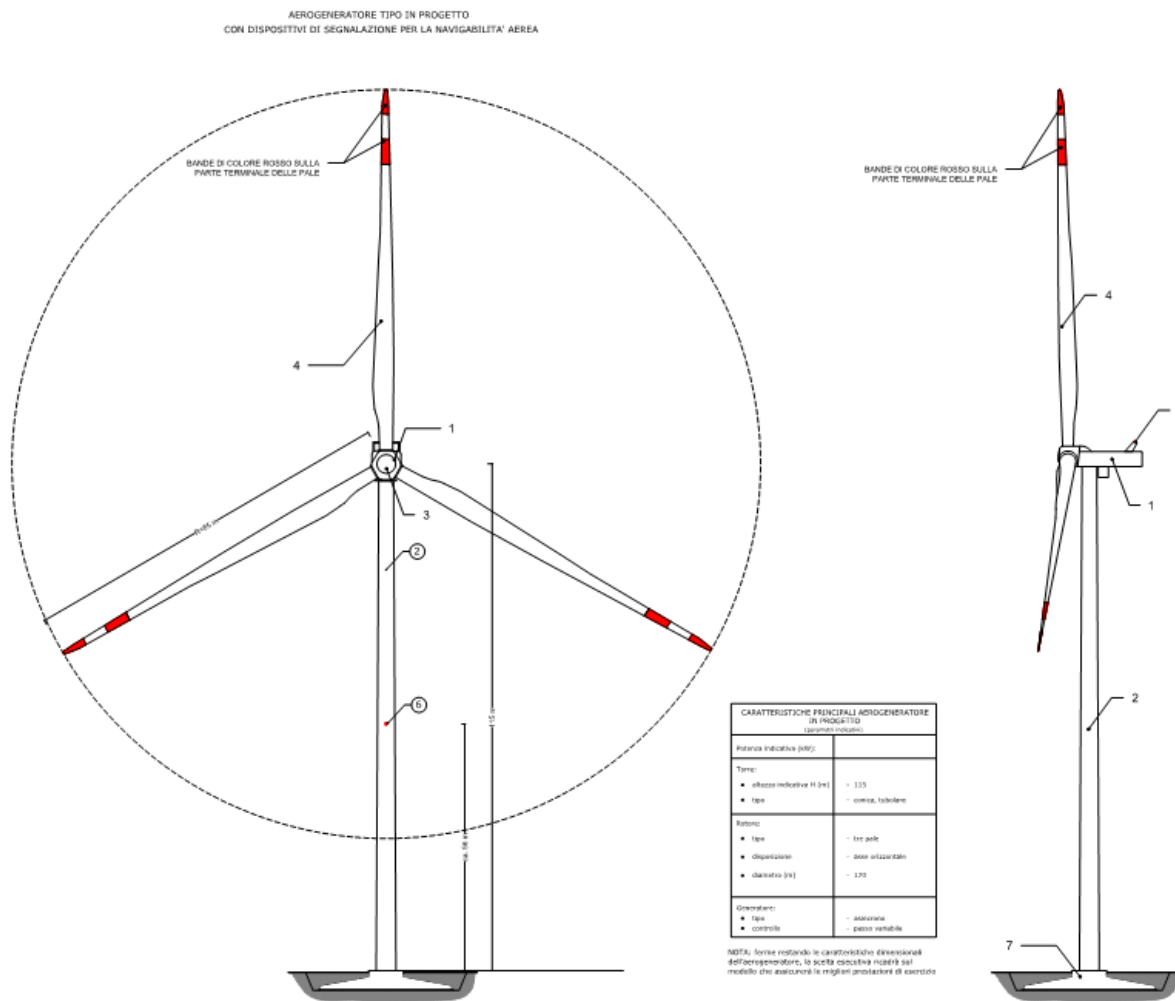




Figura 6.3 – Aerogeneratore tipo SG170 altezza al mozzo (1) 115 m, e diametro rotore (2) di 170 m

### 6.3.3 Distribuzione dell'energia e collegamento tra gli aerogeneratori

#### 6.3.3.1 Schema elettrico dell'impianto

L'energia prodotta dagli aerogeneratori in BT 690V a 50 Hz verrà trasformata in MT (30 kV) in corrispondenza del trasformatore di macchina posto sulla navicella di ogni torre eolica e fatta confluire nel circuito principale, costituito da elettrodotti interrati in MT; attraverso la distribuzione MT l'energia verrà convogliata verso la prevista sottostazione elettrica da realizzarsi in loc. *Comide Tanca* (Comune di Buddusò), dove sarà trasformata in AT (150 kV) per essere immessa nella Rete elettrica di Trasmissione Nazionale.

Il trasporto dell'energia in MT avverrà mediante elettrodotti interrati, costituiti da cavi MT posati

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b>  www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  27 di 77	



secondo quanto descritto dalla modalità M delle norme CEI 11-17.

I cavi che si prevede di utilizzare sono del tipo ARE4H5E 18/30kV con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE) e guaina in PVC.

La sezione dei cavi di ciascun tronco di linea è stata calcolata in modo da essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione delle turbine.

Le sezioni scelte per i cavi sono tali da garantire una caduta di tensione in ciascuna linea ampiamente nei limiti determinati dalle regolazioni di tensione consentite dai trasformatori 30/150 kV ed una perdita complessiva di potenza inferiore al 5%.

Lo schema di distribuzione è del tipo radiale ed è rappresentato in Figura 6.4

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  28 di 77	

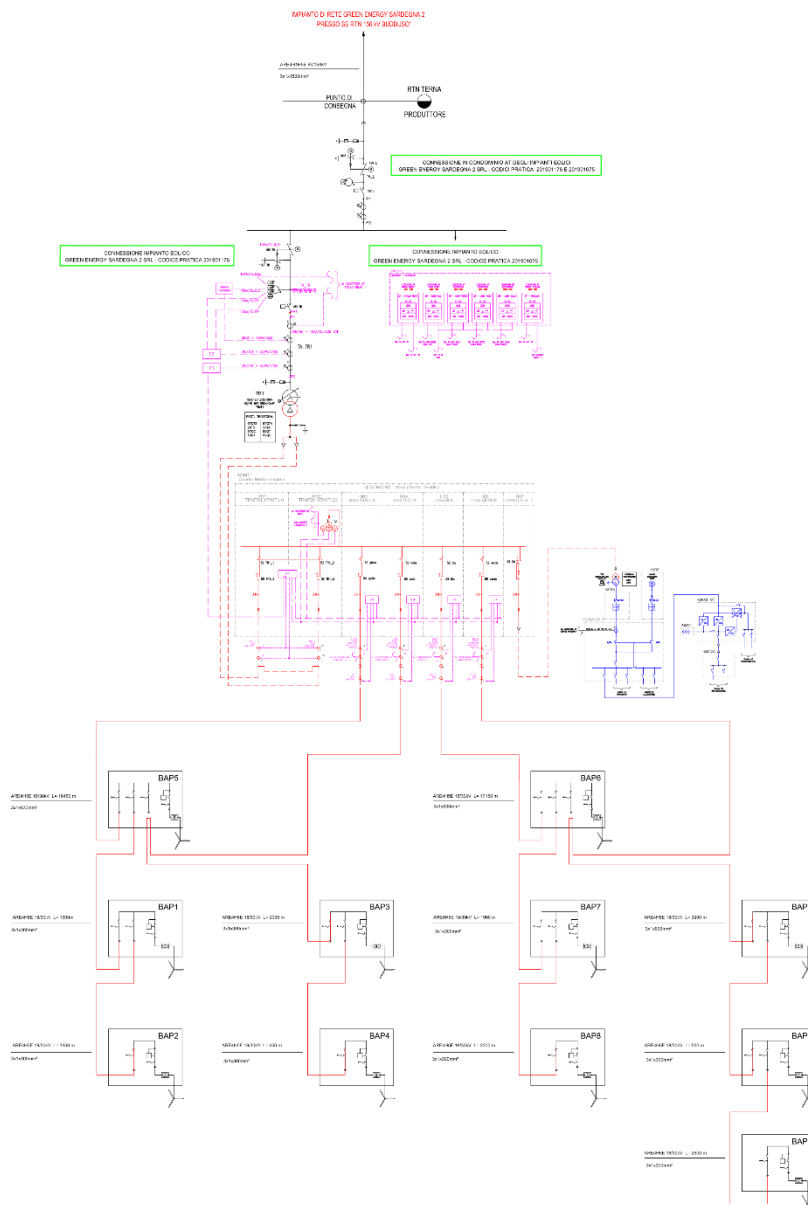



Figura 6.4 – Schema Unifilare Impianto Eolico “Bitti Area PIP”

### 6.3.3.2 Scavi e cavidotti

#### Cavidotto di media tensione a 30 kV

Tutte le linee elettriche di collegamento degli aerogeneratori con la sottostazione di utenza e connessione alla rete sono previste in cavo interrato e saranno in massima parte sviluppati in sovrapposizione alla viabilità esistente o in progetto. Laddove, per brevi tratti, non sia possibile attestare il cavo presso la suddetta rete viaria, i percorsi seguiranno i confini dei poderi privati attraversati, al fine di limitare al minimo il disagio ai proprietari dei fondi.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 29 di 77

Le linee di MT saranno posate in trincea della profondità media di 1.40 m e della larghezza dipendente dal numero di linee transitanti.

La posa della singola terna interrata sarà realizzata principalmente in configurazione a trifoglio, tranne nelle zone di attraversamento e di attestazione ai colonnini passanti, nelle quali la posa sarà in piano.


I materiali di scavo saranno utilizzati per il successivo riempimento degli scavi.

Sulla sommità dei cavi, effettuato il ricoprimento in sabbia, si poserà un elemento di protezione in PVC, mentre a metà scavo è previsto un nastro segnalatore.



*Figura 6.5 - Posa cavidotti MT parco del Guspinese*

A titolo esemplificativo, in Figura 6.6, si riporta una sezione tipo di posa cavidotto su campo/cunetta.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 30 di 77

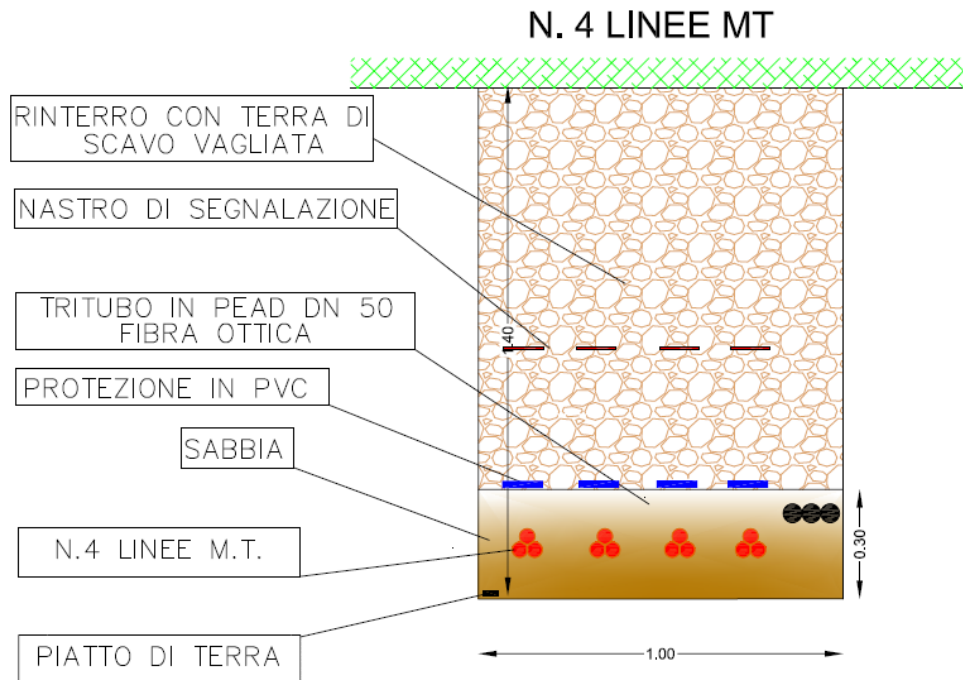



Figura 6.6 - sezione tipo posa cavidotti MT su campo/banchina

Al bivio tra la SP15 e la SP15bis, su terreno privato a lato delle medesime strade comunali, è prevista la realizzazione di una cabina elettrica di smistamento la cui funzione è quella di sezionare il cavidotto interrato proveniente dagli aerogeneratori e garantire in caso di guasto su di una o più linee, mediante l'utilizzo di opportuni quadri elettrici di MT, e grazie anche alla soluzione flessibile progettata di collegamento degli aerogeneratori stessi e di cui allo schema a blocchi riportato nell'elaborato progettuale PA-Tav.18, di massimizzare il convogliamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla RTN. Tale cabina di smistamento avrà le dimensioni esterne delle cabine standard enel: standard DG2061, pertanto le seguenti dimensioni esterne: (LxWxH) 5710x2480x2660 mm.

Per ogni ulteriore dettaglio in merito si rimanda agli elaborati progettuali PA-Tavv.16-18, PA-Tavv.23-24, PA-Tav.31.

### Cavidotto di alta tensione a 150 kV

L'energia prodotta verrà ceduta alla rete di trasmissione nazionale tramite un collegamento, del tipo in antenna, alla futura Stazione Elettrica (SE) 150kV RTN isolata in gas denominata *Buddusò* di proprietà di Terna SpA. Tale collegamento sarà realizzato tramite un cavo AT interrato con tensione di esercizio a 150 kV e lunghezza pari a circa 190 m.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 31 di 77

La tipologia di posa prevalente prevista è quella a trifoglio con cavi direttamente interrati in trincea schematizzata in Figura 6.7.

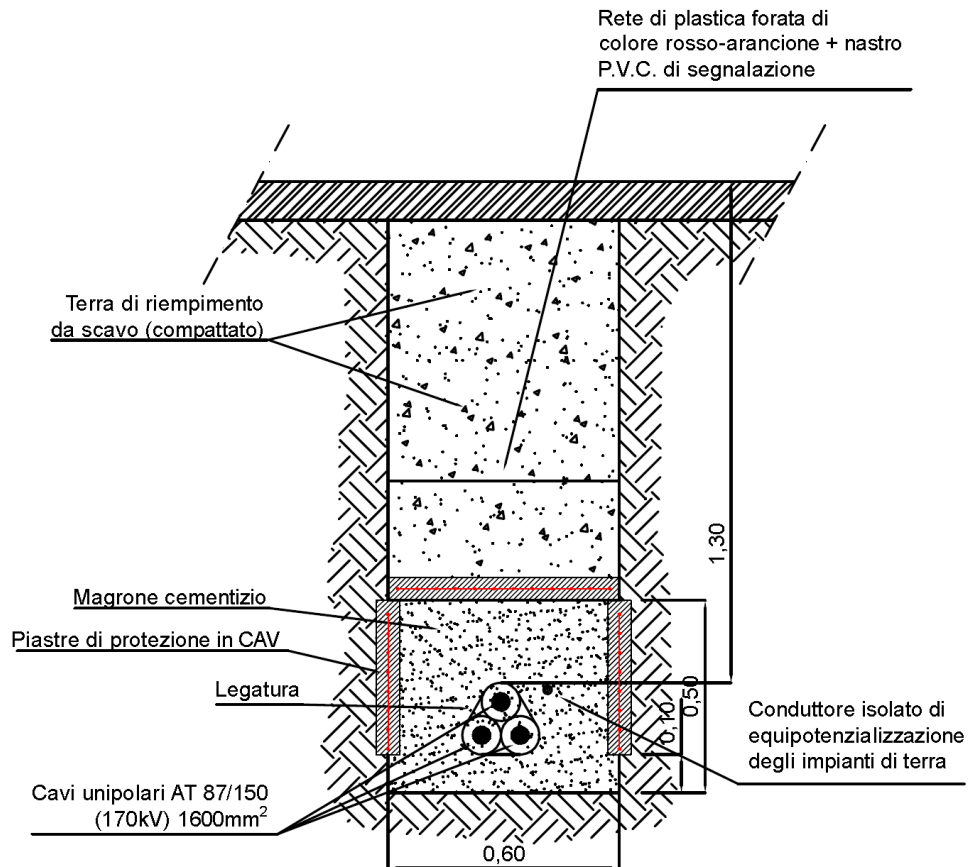


Figura 6.7 - Modalità di posa Cavo AT 150 kV

La profondità media di scavo sarà di circa 1,5 / 1,6 metri mentre la profondità media di interrimento (letto di posa) sarà di 1,3 metri sotto il piano di calpestio; tale profondità potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro 1 metro salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro, saranno altresì utilizzate piastre di protezione del cavo in CAV.

### 6.3.3.3 Caratteristiche dei cavi MT

Per l'interconnessione degli aerogeneratori in progetto e la Stazione Elettrica utente verranno usati cavi di media tensione unipolari a corda rigida con conduttori in alluminio a spessore ridotto, isolati in XLPE, con guaina in polietilene, schermati a nastro di alluminio avvolto a cilindri longitudinali.


<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 32 di 77



Figura 6.8 - Cavi unipolari del tipo ARE4H5E 18/30kV



La tipologia dei cavi è adatta per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze e/o impianti di generazione. Sono adatti per posa interrata diretta o indiretta in ambienti umidi o bagnati. NORME DI RIFERIMENTO: HD 620; IEC 60502/2; EN 60228; ENEL DC 4384; ENEL DC 4385.

sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio	
<i>conductor cross-section</i>	<i>open air installation</i>	$p=1\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$	$p=2\text{ }^{\circ}\text{C m/W}$
(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)
50	190	175	134
70	235	213	164
95	285	255	196
120	328	291	223
150	370	324	249
185	425	368	283
240	503	426	327
300	581	480	369
400	680	549	422
500	789	624	479
630	918	709	545

Figura 6.9 – Caratteristiche elettriche cavi unipolari del tipo ARE4H5E 18/30kV

Le tipologie di posa previste sono quelle con cavi direttamente interrati in trincea schematizzate in Figura 6.10.



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  33 di 77

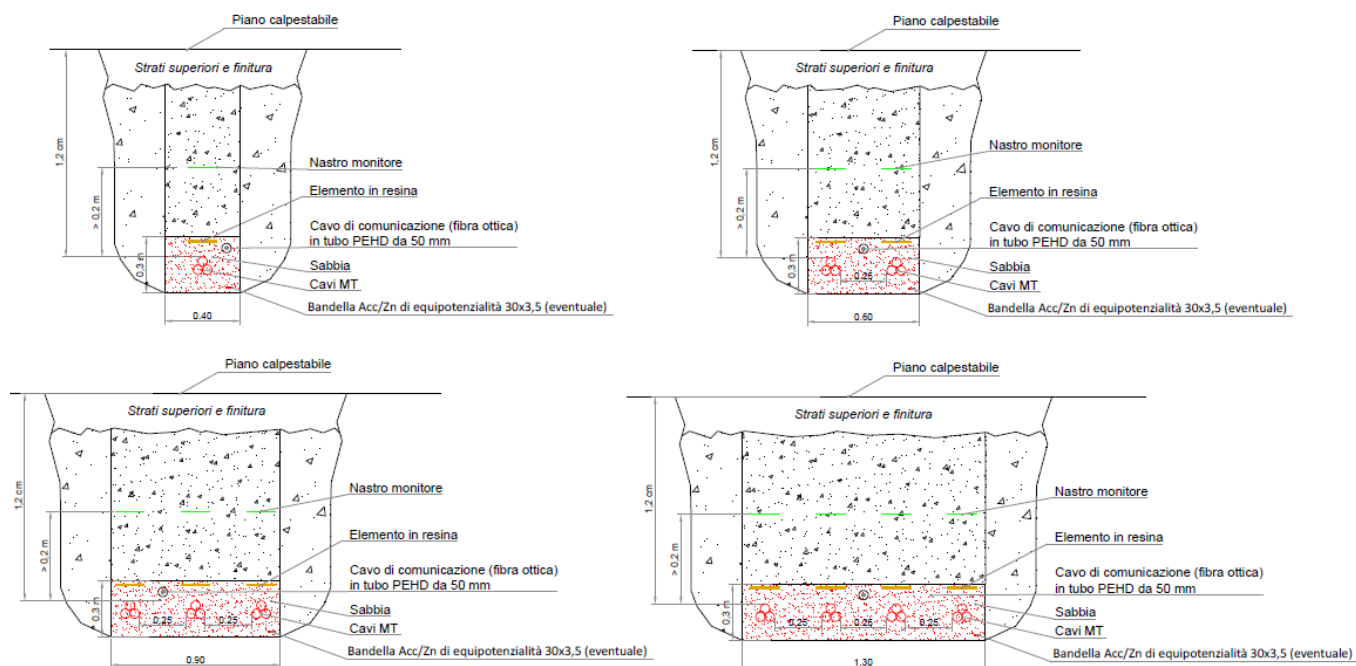


Figura 6.10 – Tipici modalità di posa Cavo MT 30 kV



La profondità media di interrimento (letto di posa) sarà di 1,2 / 1,3 metri da p.c.; tale profondità potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro 1 metro salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro.

Nello stesso scavo, potrà essere posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar' e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni etc), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 34 di 77

dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate e in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

#### 6.3.3.4 Caratteristiche Cavo AT connessione SSE Utente – SSE Budduso'

Per il collegamento tra la sottostazione elettrica SSE del produttore e la SSE di TERNA si utilizzerà una TERNA di cavi unipolari isolati in XLPE (*Cross-linked polyethylene*), tipo ARE4H1H5E per tensioni di esercizio 87/150 kV conformi al documento Cenelec HD 632 ovvero alla norma IEC 60840.


Il conduttore è in alluminio a corda rigida rotonda compatta tamponata di cui alla norma CEI 20 – 29. Tra il conduttore e l'isolante è interposto uno strato di semiconduttore estruso, con eventuale fasciatura semiconduttiva. L'isolante è in polietilene reticolato (XLPE) rispondente alle HD 632 S1. Tra l'isolante e lo schermo metallico è interposto uno strato di semiconduttore estruso che, a sua volta è coperto da un nastro igroespandente avente la funzione di tamponamento longitudinale all'acqua.

Lo schermo metallico esterno è costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale con nastro equalizzatore di rame non stagnato o in tubo di alluminio di adeguata sezione; è ammessa la presenza di eventuale nastro igroespandente.

Tra lo schermo metallico esterno (ovvero tra l'eventuale nastro igroespandente) e il rivestimento protettivo esterno è presente un nastro di alluminio longitudinale avente la funzione di tamponamento radiale all'acqua.

Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in polietilene (PE) nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa), rispondente alle norme HD 632 S1; per eventuali installazioni in aria, al fine di evitare il propagarsi della fiamma, il rivestimento è in guaina di PVC nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa).

In Figura 6.11 si riporta a titolo illustrativo la sezione del cavo che verrà utilizzato:

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 35 di 77

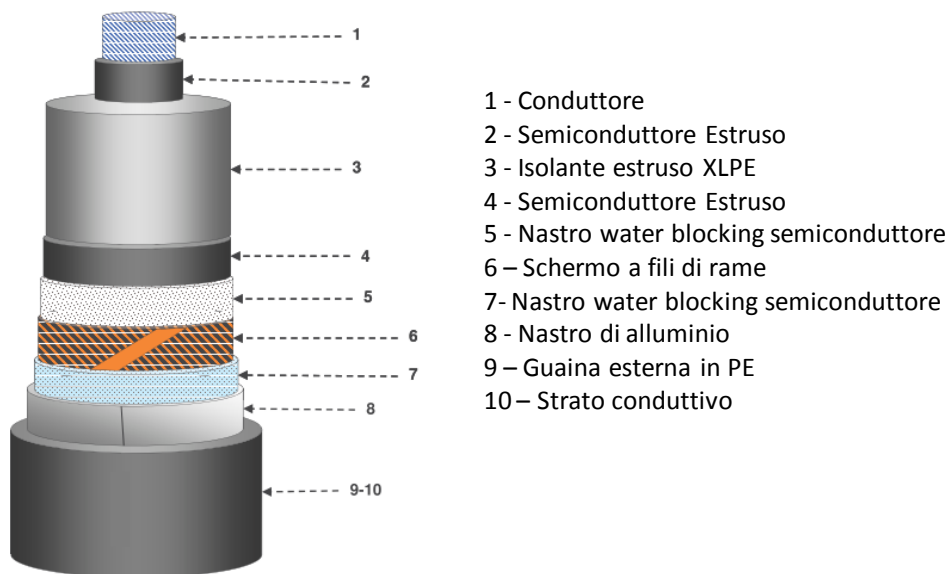




Figura 6.11 - Cavo AT 150 kV tipo ARE4H1H5E 87/150kV

Le principali caratteristiche tecniche del cavo a 150 kV sono di seguito riportate:

- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione nominale ( $U_0/U/U_m$ ): 87/150/170 kV
- Corrente nominale: 1000 A
- Sezione nominale del conduttore: 1600 mm<sup>2</sup>
- Diametro nominale del conduttore: 23.8 mm
- Potenza nominale (per terna di conduttori): 140 MVA
- Materiale conduttore: alluminio
- Materiale isolante: XLPE (politene reticolato)
- Diametro isolante (min – max): 65 mm
- Sezione schermo a fili di rame: 70 mm<sup>2</sup>
- Spessore nastro alluminio: 0,2 mm
- Guaina esterna: PE (politene)
- Diametro guaina esterna (min – max): 80 mm
- Corrente termica di cto.cto – conduttore: 53,4kA – 0,5sec
- Corrente termica di cto.cto – schermo: 20kA – 0,5sec

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  36 di 77

- Temperatura conduttore in regime permanente: 90°C
- Temperatura conduttore in corto circuito: 250°C

Il conduttore di ogni cavo è formato quindi da una corda in alluminio con sezione 1600 mm<sup>2</sup>, lo schermo è costituito da fili di rame disposti radialmente intorno all'isolante per la protezione meccanica; ogni cavo è inanellato in un nastro di alluminio con copertura in PE. Il diametro esterno di ogni cavo è compreso tra 105÷109 mm. In sostituzione dei suddetti cavi, potranno essere impiegati cavi con protezione esterna in PVC, con analoghe caratteristiche.

### 6.3.4 Sottostazione di trasformazione (Progetto impianto utente)

#### 6.3.4.1 Premessa generale



Il punto di connessione alla RTN indicato dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) è dato da uno stallo in GIS a 150 kV della futura Stazione Elettrica "Buddusò" in corso di autorizzazione da parte di Terna SpA in quanto prevista dal vigente Piano di Sviluppo delle Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) e che verrà realizzata nel territorio del comune di Buddusò, distinto al catasto terreni al foglio 51 mapp. 7.

La sottostazione di trasformazione MT/AT che raccoglierà l'energia elettrica prodotta dall'impianto verrà realizzata nel territorio del comune di Buddusò nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica "Buddusò" ed i terreni interessati sono individuati in catasto al foglio 51 e mapp. 7, 60 e 91.

La potenza di connessione autorizzata è di 56 MW con tipologia di connessione che prevede un collegamento in antenna a 150 kV alla futura Stazione Elettrica "Buddusò" e realizzato tramite un cavo isolato con tensione di esercizio a 150 kV e lunghezza pari a circa 190 m.

In accordo alle disposizioni tecniche impartite da Terna SpA, la sottostazione di trasformazione MT/AT è stata progettata per poter realizzare un condominio AT tra più produttori; in particolare, limitatamente a quanto riguarda la scrivente società, la sottostazione è stata progettata per realizzare un condominio in AT tra i due progetti in corso di sviluppo nel territorio del comune di Bitti da parte della scrivente società, rispettivamente il progetto "Bitti-Area PIP" di cui alla presente relazione tecnica ed il progetto avente codice pratica 201901075 avente anch'esso potenza di connessione autorizzata pari a 56 MW, e per il quale la scrivente società è in procinto di presentare formale istanza di Autorizzazione Unica e di Valutazione di Impatto Ambientale.

In questo contesto, il progetto definitivo della comune sottostazione di trasformazione MT/AT verrà portato in autorizzazione (e successivamente realizzato) dalla scrivente società nell'ambito del presente procedimento autorizzativo e costituito nel dettaglio da:

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  37 di 77

- opere civili (viabilità di accesso, muri perimetrali, opere strutturali di contenimento, piazzale comune, cunicoli, fondazioni stallo AT dedicato, fondazioni sbarre AT in condominio, fondazioni stallo AT in condominio, cavidotti cavi bt/MT/AT, fondazione palo TLC, fondazioni fabbricati realizzati mediante containers prefabbricati, opere civili accessorie, impianti vari);
- opere elettromeccaniche (apparecchiature stallo dedicato AT, apparecchiature sbarre AT in condominio, apparecchiature stallo AT in condominio, cavi bt/MT/AT, palo TLC e relativi apparati, fabbricati realizzati mediante containers prefabbricati, opere elettromeccaniche accessorie, impianti vari).

Il progetto definitivo della sottostazione di trasformazione MT/AT in condominio è rappresentato nella parte PE del progetto definitivo complessivo e prevede un'occupazione di un'area di circa 3.500 m<sup>2</sup>.

L'area di sedime della stazione di trasformazione presenta una morfologia regolare ed una copertura del suolo contraddistinta da pascolo arborato; la quota media del terreno è pari a circa 770 m s.l.m.

La società proponente ha in corso una contrattazione per l'acquisizione bonaria dell'area, trattandosi di aree di proprietà privata.



#### 6.3.4.2 Descrizione generale della stazione del produttore

L'impianto utente per la connessione dell'impianto eolico *Bitti Area PIP* si comporrà di:

- Stallo AT trasformatore composto da: trasformatore elevatore 30/150 +-12x1,25% kV da 70 MVA, scaricatori AT, TV AT ad uso combinato fiscale/misura/protezione fiscale, TA AT ad uso combinato fiscale/misura/protezione, interruttore tripolare 150kV e sezionatore rotativo 150kV con lame di terra.
- Quadro di media tensione 30kV isolato in gas SF6 al quale si attestano i cavidotti provenienti dal parco eolico. Il quadro di media tensione si completa di scomparti arrivo trafo e scomparto trasformatore servizi ausiliari.
- Locali allestiti in container (o shelter): sala quadri BT, sala quadri MT, locale trasformatore servizi ausiliari, locale gruppo elettrogeno, locale SCADA e telecomunicazioni, WC.
- Stallo cavo AT, condiviso con l'altro impianto riconducibile alla medesima società (codice pratica n. 201901075) composto da: terminali cavo AT, scaricatori AT, TV AT, TA AT, interruttore tripolare 150kV e sezionatore rotativo 150kV con lame di terra.

Come evidenziato dallo schema unifilare, lo schema di misura sarà tale da poter distinguere e contabilizzare la potenza prodotta ed immessa da ciascun impianto connesso in condominio.

L'impianto di produzione rispetterà l'allegato A17 al Codice di Rete. L'insieme delle capability degli aerogeneratori permetterà all'impianto eolico nel suo complesso di operare ricoprendo sostanzialmente le aree del piano P/Q indicate nell'A17.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 38 di 77

#### 6.3.4.3 Edifici, Opere Civili e Viabilità Interna

I criteri adottati per lo sviluppo del progetto civile, hanno riguardato:

- l'accertamento dei vincoli ambientali e paesaggistici gravanti sul sito;
- la verifica dell'idoneità sotto il profilo geologico e geotecnico, con particolare riferimento al profilo dell'assetto idrogeologico e dell'esposizione al rischio idraulico e/o di frana;
- la possibilità di allestire il piano della stazione con limitati interventi di spianamento, comportanti minimi rilevati e/o scarpate in scavo;
- la disposizione ottimale del sistema AT, dei locali di servizio, piazzali, recinzioni, accesso alla Stazione, raccordi alla viabilità esterna ordinaria e delle strade per la circolazione interna dei mezzi di manutenzione, assicurando una larghezza almeno di 4 metri;
- la scelta delle finiture superficiali delle aree sottostanti le sbarre e collegamenti alle linee in relazione allo smaltimento delle acque meteoriche;
- la definizione delle caratteristiche delle fondazioni delle strutture di sostegno e delle apparecchiature AT in relazione alle condizioni di massima sollecitazione ed alla presenza di sforzi elettrodinamici in regime di corto circuito;
- la scelta ottimale della tipologia e percorso delle vie cavo MT e BT (tubi, cunicoli, passerelle, ecc.);
- la disposizione dell'impianto di illuminazione esterna.



Le strade ed i piazzali asfaltati saranno delimitati da cordoli in cls e realizzati su sottofondo di tipo stabilizzato, con stesura superficiale di binder e tappetino di usura, e saranno provvisti di idoneo sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Le dimensioni dei percorsi carrabili, raggi minimi di curvatura e le distanze dalle apparecchiature, rispetteranno i criteri di buona tecnica.

La viabilità interna intorno alle parti in alta tensione è realizzata con strade di larghezza non inferiore ai 4 m, con raggi di curvatura non inferiori di 3 m, per favorire la circolazione dei mezzi per consentire un agevole esercizio e manutenzione dell'impianto; intorno ai locali di servizio prefabbricati (shelter per Comandi, Sale Quadri e S.A.) tale larghezza sarà superiore ai 5 m per consentire l'accesso di automezzi di servizio.

Per consentire un agevole esercizio e manutenzione dell'impianto, sotto le apparecchiature è stato previsto un piazzale in massetto di calcestruzzo armato con rete elettrosaldata collegata all'impianto di terra.

Il piazzale sarà drenato mediante un numero adeguato di pozzetti collegati alla rete di raccolta

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  39 di 77

delle acque piovane.

Le principali distanze progettuali in aria adottate nella progettazione dell'impianto AIS sono indicate dalla seguente tabella:

Principali distanze di progetto	Distanze in m - Sezione 150 kV
Distanza tra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori	2,20
Distanza tra le fasi per l'amarro linee	3
Larghezza degli stalli	11
Distanza tra le fasi adiacenti di due sistemi di sbarre	6
Altezza dei conduttori di stallo (asse morsetti sezionatori di sbarra)	4,50
Quota asse sbarre	7
Quota amarro linee valori minimi	9



#### 6.3.4.4 Stallo Utente/Produttore a 150kV

Il nuovo stallo Utente/Produttore sarà della tipologia con isolamento in aria (*air-insulated substation - A/S*) e costituito dalle seguenti apparecchiature sarà completo di apparecchiature di protezione e controllo:

- Terminali/passanti cavo 150kV;
- scaricatori di protezione;
- trasformatori di tensione per misure e protezioni;
- sezionatore di linea con lame di terra;
- interruttore tripolare;
- trasformatore di corrente;
- sezionatori di sbarra e di linea.

Le apparecchiature previste per lo stallo TR AT/MT saranno di altezza minima pari a 5 m secondo la sezione longitudinale elettromeccanica illustrata Figura 6.12.

La linea in cavo AT si atterrerà su sostegni porta terminali cavo AT e scaricatori AT lato stallo utente e lato impianto di rete.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 40 di 77

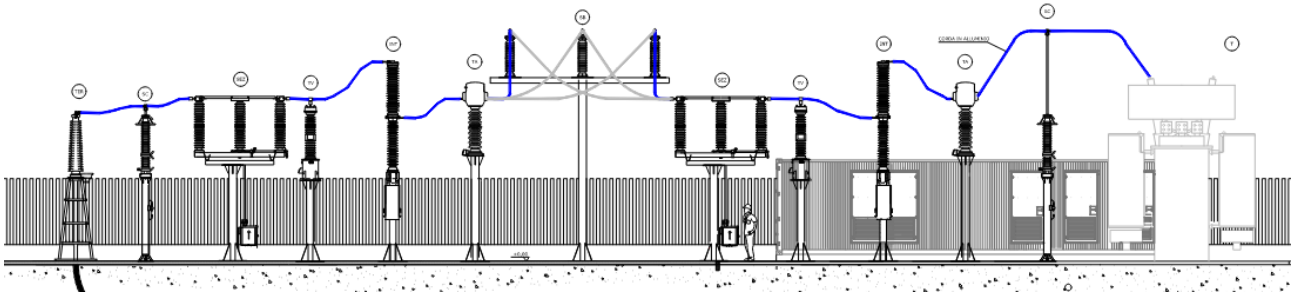


Figura 6.12 – Sezione Longitudinale elettromeccanica stallo AT 150kV (SE Utente)

#### 6.3.4.5 Trasformatore AT/MT

Il trasformatore AT/MT della sottostazione avrà le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- Tensione nominale primaria: 150kV
- Tensione nominale secondaria: 30kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Potenza nominale: 70 MVA
- Vcc% 12,6 %
- Regolazione della tensione AT  $\pm 10$  gradini da 1,5 % della tensione nominale
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF
- Gruppo Y/ynO

#### 6.3.4.6 Correnti di corto circuito e correnti termiche nominali

L'impianto deve essere progettato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito, in conformità a quanto indicato nella norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2).



I valori delle correnti di corto circuito nella stazione, utili per eseguire il corretto dimensionamento dell'impianto, saranno comunicati da TERNA preventivamente alla fase autorizzativa.

Il livello di corrente di corto circuito trifase per il dimensionamento della sezione 150 kV previsto (potere interruzione interruttori, corrente di breve durata dei sezionatori e TA, caratteristiche meccaniche degli isolatori portanti, sbarre e collegamenti e dimensionamento termico della rete di terra dell'impianto) saranno compresi fra i valori da 31,5 kA a 40 kA.

Le correnti di regime previste saranno:

- per le sbarre e parallelo sbarre: 2000 A



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  41 di 77

- per gli stalli linea: 1250 A.

#### 6.3.4.7 Impianto di terra della stazione

L'impianto di terra sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame nudo con diametro di almeno 10,5 mm (sezione 63 mm<sup>2</sup>) interrati ad una profondità di 0,70 m.

Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi con la corrente di guasto prevista per il livello di tensione della stazione e tempo di eliminazione del guasto.

Particolare attenzione sarà posta alla progettazione della parte perimetrale della maglia allo scopo di non creare zone con forti gradienti di potenziale. della maglia allo scopo di non creare zone con forti gradienti di potenziale.

Le apparecchiature e le strutture metalliche di sostegno devono essere connesse all'impianto di terra mediante conduttori in rame di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm<sup>2</sup>). I TA, i TV, gli scaricatori ed i portali di amarro devono essere collegati alla rete di terra mediante quattro conduttori allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e di controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza; per i restanti componenti sono sufficienti due soli conduttori.

In corrispondenza degli edifici deve essere realizzato un anello perimetrale esterno di corda di rame diametro 14,7 mm dal quale sono derivate le cime emergenti che saranno portate nei vari locali.

I collegamenti tra i conduttori costituenti la maglia devono essere effettuati mediante morsetti a compressione in rame; i collegamenti delle cime emergenti ai sostegni delle apparecchiature ed alle strutture metalliche degli edifici devono essere realizzati mediante capocorda e bullone.



#### 6.3.4.8 Sicurezza e ambiente

Il trasformatore MT/AT dalla potenza massima nominale massima di 70 MVA conterrà un quantitativo d'olio isolante compreso fra i 20 m<sup>3</sup> ed i 25 m<sup>3</sup>. Come da norma EN 61936-1 (CEI 99-2); i container e gli edifici saranno posti ad una distanza maggiore di 10 metri dal trasformatore.

La quantità di olio isolante presente fa sì che il trasformatore elevatore rientri fra le attività soggette al D.P.R. 151/2011 e verranno pertanto presi gli accorgimenti progettuali necessari per quanto riguarda la prevenzione incendi in accordo con il competente comando VV.F.

I locali sono dotati di sistema di rilevazione incendi con relativa centralina d'allarme.

La fondazione del trasformatore MT/AT ha anche la funzione di vasca di raccolta per l'eventuale fuoriuscita di olio isolante. Le pareti della vasca saranno impermeabilizzate e l'olio eventualmente sversato verrà prelevato con autobotte e trattato come rifiuto da aziende specializzate ed autorizzate.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  42 di 77

Le distanze fra parti attive, la loro altezza minima dal piano di calpestio e più in generale le distanze di isolamento risultano conformi a quanto prescritto dalla norma EN 61936-1 (CEI 99-2).

L'impianto di illuminazione garantirà un illuminamento medio della sottostazione non inferiore a 25 lux ad 1 metro dal suolo.

La società proponente non ha dipendenti propri e le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria saranno svolte da personale di imprese appaltatrici. L'impianto inoltre non sarà presidiato permanentemente. La presenza di un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) permetterà il telemonitoraggio e la telegestione da remoto. Gli allarmi generati da guasti, impianto anti-intrusione ed impianto antincendio saranno rilevati in tempo reale dal personale che supervisionerà h24 l'impianto da remoto.

#### 6.3.5 Progetto impianto gestore di rete

L'Impianto Gestore di Rete in accordo alle definizioni del Codice di Rete è quella porzione di impianto per la connessione di competenza del gestore di rete, compresa tra il punto di inserimento sulla rete esistente e il punto di connessione, quest'ultimo definito come il confine fisico tra la rete di trasmissione e l'impianto di utenza, attraverso cui avviene lo scambio fisico dell'energia elettrica prodotta dal parco eolico o da più parchi eolici in presenza di condominio.

Per quanto descritto al precedente paragrafo 8, l'Impianto Gestore di Rete è dunque costituito da opere civili ed elettromeccaniche comuni a più produttori e da realizzarsi, da parte di Terna Spa, all'interno del perimetro della futura Stazione Elettrica "Buddusò".

Pertanto, anche il progetto definitivo ai fini autorizzativi dell'Impianto Gestore di Rete viene portato in autorizzazione dalla scrivente società nell'ambito del presente procedimento autorizzativo.

Una volta che l'Impianto Gestore di Rete sarà stato autorizzato, il relativo autorizzativo verrà volturato da parte della scrivente società a Terna Spa che ne curerà la realizzazione e gestione.

Il progetto definitivo dell'Impianto Gestore di Rete è rappresentato nella parte PG del progetto definitivo complessivo.



#### 6.3.6 Opere di rete

Queste opere sono quelle previste dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) quali opere necessarie da realizzare da parte del Gestore di Rete ai fini di garantire da parte dello stesso la connessione del parco eolico "Bitti-Area PIP".

In accordo alla STMG, ad eccezione di quelle previste dal Piano di Sviluppo Nazionale, queste opere sono in capo al produttore per quanto riguarda la loro progettazione e la loro autorizzazione.

Le medesime opere di rete sono state prescritte da parte del Gestore di Rete ai seguenti produttori:

- Engie Rinnovabili Sardegna S.r.l., titolare della pratica 201800646;

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  43 di 77	

- Innogy Italia S.p.A., titolare della pratica 201900947;
- Sardeolica S.r.l., titolare della pratica 201900871;
- Green Energy Sardegna 2 S.r.l., titolare delle pratiche 201901075 e 201901176.



Queste opere di rete constano nel potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV “Chilivani – Buddusò – Siniscola 2”.

Con coordinamento di Terna Spa, i produttori sopra elencati si sono messi d'accordo e hanno concordato che la società capofila nei confronti di Terna Spa responsabile di curare la progettazione e l'iter autorizzativo delle opere di rete sarà proprio la scrivente società Green Energy Sardegna 2 S.r.l.

Pertanto, la scrivente società ha incaricato uno studio professionale di reputata esperienza e professionalità a livello nazionale per la redazione del progetto definitivo e per la redazione degli studi ambientali ai fini di avviare l'iter autorizzativo delle opere di rete.

Il progetto definitivo ai fini autorizzativi delle Opere di Rete viene portato in autorizzazione dalla scrivente società nell'ambito del presente procedimento autorizzativo; nello specifico si faccia riferimento alla sezione “Progetto Elettrico - POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO RTN 150 kV “Chilivani-Ozieri-Buddusò-Siniscola 2””.

Una volta che le Opere di Rete saranno state autorizzate, il relativo titolo autorizzativo verrà volturato da parte della scrivente società a Terna Spa che ne curerà la realizzazione e la gestione.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  44 di 77

## 7 OPERE STRADALI

### 7.1 Viabilità di accesso al sito

Sulla base delle ricognizioni operate da trasportatore specializzato, funzionali alla verifica di idoneità dei percorsi viari per il trasporto della componentistica delle nuove macchine eoliche, è emersa la necessità di procedere all'esecuzione di alcuni interventi puntuali di adeguamento della viabilità di accesso al parco eolico.

Laddove lo sbarco dei componenti avvenga presso il Porto di Oristano (trasporto da sud) sarà interessata la seguente viabilità (vedasi l'Elaborato PA-R.5):

- Opzione A: SP49, SS131, SP33. SP10M, SP32, SP107, connessione SP15, SP15bis, SP7, SP40;
- Opzione B: SP49, SS131, SP33. SP10M, SP32, SP107, connessione SP15, SP15, SS387, SP40.

Nel caso in cui lo sbarco dei componenti avvenga dal Porto di Olbia (trasporto da nord), sarà interessata la seguente viabilità:

- Tangenziale Ovest Olbia, SS131 DCN, SP38, SP73, SS389, strade locali, SP40.

Le caratteristiche principali dei predetti interventi sono individuate nell'Elaborato PA-R.5 "*Report sulla Viabilità di Accesso al Cantiere con i mezzi speciali e relativi interventi*". Si tratta, principalmente, di opere minimali di rimozione temporanea di cordoli, cartellonistica stradale e *guard rail*, che saranno prontamente ripristinati una volta concluse le attività di trasporto, nonché, se indispensabile, di locali e limitati spianamenti e taglio di vegetazione presente a brodo strada.



### 7.2 Viabilità di servizio e piazzole

#### 7.2.1 Premessa

La realizzazione del parco eolico avverrà prevedibilmente secondo la sequenza delle fasi costruttive indicate nel cronoprogramma allegato al progetto definitivo (Elaborato PA-R.9).

Ai fini di consentire il montaggio e l'innalzamento degli aerogeneratori, le piazzole di cantiere dovranno essere inizialmente allestite prevedendo superfici piane e regolari sufficientemente ampie da permettere lo stoccaggio dei componenti dell'aerogeneratore (tronchi della torre, navicella, mozzo e, ove possibile, delle stesse pale). Gli spazi livellati così ricavati, di adeguata portanza, dovranno assicurare, inoltre, spazi adeguati all'operatività della gru principale e di quella secondaria.

Una volta ultimato l'innalzamento degli aerogeneratori le piazzole di cantiere potranno essere

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 45 di 77

ridotte, eliminando e ripristinando le superfici ridondanti ai fini delle ordinarie operazioni di gestione e manutenzione ordinaria dell'impianto, in accordo con quanto rappresentato nei disegni di progetto.

Allo stesso modo, i tratti di viabilità di cantiere non indispensabili per assicurare l'ordinaria e regolare attività di gestione del parco eolico (quali p.e. il breve tratto di sistemazione dell'innesto della viabilità della postazione BAP5 sulla SP40), saranno smantellati e riportati alle condizioni *ante operam* a seguito di mirati interventi di ripristino ambientale.



### 7.2.2 Criteri di scelta del tracciato e caratteristiche costruttive generali della viabilità di servizio

L'installazione degli aerogeneratori in progetto presuppone l'accesso, presso i siti di intervento, di mezzi speciali per il trasporto della componentistica delle macchine eoliche, nonché l'installazione di due autogrù: una principale (indicativamente da 750 t di capacità max a 8 m di raggio di lavoro, braccio da circa 140 m) e una ausiliaria (indicativamente da 250 t), necessarie per il montaggio delle torri, delle navicelle e dei rotori.

Con riferimento ai peculiari caratteri morfologici ed ambientali delle aree di intervento, preso atto dei vincoli tecnico-realizzativi alla base del posizionamento degli aerogeneratori e delle opere accessorie, i nuovi tracciati di progetto hanno ricercato di ottimizzare le seguenti esigenze:

- minimizzare la lunghezza dei tracciati sovrapponendosi, laddove tecnicamente fattibile, a percorsi esistenti (strade locali, carrarecce, sentieri, tratturi);
- contenere i movimenti di terra, massimizzando il bilanciamento tra scavi e riporti ed assicurando l'intero recupero del materiale scavato nel sito di produzione;
- limitare l'intersezione con il reticolo idrografico superficiale al fine di minimizzare le interferenze con il naturale regime dei deflussi nonché con i sistemi di più elevato valore ecologico, evitando la realizzazione di manufatti di attraversamento idrico;
- contenere al massimo la pendenza longitudinale, in considerazione della tipologia di traffico veicolare previsto.

Le principali caratteristiche dimensionali delle opere di approntamento della viabilità interna al parco eolico sono riassunte nel seguente prospetto.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 46 di 77

Strade di nuova realizzazione (m)	
Parziale	4.050
Strade rurali in adeguamento di percorsi esistenti (m)	
Parziale	1.110
Viabilità temporanea di cantiere (m)	
Parziale	150
<b>Totale viabilità di cantiere</b>	<b>5.160 m</b>
<b>Totale viabilità di esercizio</b>	<b>5.010 m</b>

La viabilità complessiva di impianto, al netto dei percorsi sulle strade principali e secondarie esistenti per l'accesso al sito del parco eolico, ammonta, pertanto, a circa 5 km, riferibili a percorsi di nuova realizzazione per il 78% della lunghezza complessiva (~4.050 m) e tracciati in adeguamento/adattamento della viabilità esistente in misura del 22% (~1.110 m). Un tratto di viabilità di cantiere di nuova realizzazione della lunghezza di circa 150 m (innesto viabilità BAP5 su SP40) sarà smantellato al termine dei lavori con restituzione del terreno alle condizioni *ante operam*.



Ai fini della scelta dei tracciati stradali di nuova realizzazione e della valutazione dell'idoneità della viabilità esistente, uno dei parametri più importanti è il minimo raggio di curvatura stradale accettabile, variabile in relazione alla lunghezza degli elementi da trasportare e della pendenza della carreggiata. Nel caso specifico il minimo raggio di curvatura orizzontale adottato è pari a 40/45 m, in coerenza con quanto suggerito dalle case costruttrici degli aerogeneratori.

La definizione dell'andamento planimetrico ed altimetrico delle strade è stata attentamente verificata nell'ambito dei sopralluoghi condotti dal gruppo di progettazione e dai professionisti incaricati delle analisi ambientali specialistiche, nonché progettualmente sviluppata sulla base del DTM RAS passo 10 m, ritenuto sufficientemente affidabile per il livello di progettazione richiesto e per pervenire ad una stima attendibile dei movimenti terra necessari.

Coerentemente con quanto richiesto dai costruttori delle turbine eoliche, i nuovi tratti viari in progetto e quelli in adeguamento della viabilità esistente saranno realizzati prevedendo una carreggiata stradale di larghezza complessiva pari a 5,0 m in rettilineo. In corrispondenza di curve particolarmente strette sono stati previsti locali allargamenti, in accordo con quanto rappresentato negli elaborati grafici di progetto (Elaborati PA-Tav. 9÷PA-Tav.15)

La sovrastruttura stradale, oltre a sopportare le sollecitazioni indotte dal passaggio dei veicoli pesanti, dovrà presentare caratteristiche di uniformità e aderenza tali da garantire le condizioni di percorribilità più sicure possibili.

La sovrastruttura in materiale arido avrà spessore indicativo di 0,30÷0,40 m; la finitura superficiale

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  47 di 77



della massicciata sarà perlopiù realizzata in ghiaietto stabilizzato dello spessore 0,10 cm con funzione di strato di usura (Elaborato PA-Tav.15). Lo strato di fondazione sarà composto da un aggregato che sarà costituito da *tout venant* proveniente dagli scavi, laddove giudicato idoneo dalla D.L., oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere. Ciò in modo che la curva granulometrica di queste terre rispetti le prescrizioni contenute nelle Norme CNR-UNI 10006; in particolare la dimensione massima degli inerti dovrà essere 71 mm. La terra stabilizzata sarà costituita da una miscela di inerti (pietrisco 5÷15 mm, sabbia, filler), di un catalizzatore sciolto nella quantità necessaria all'umidità ottimale dell'impasto (es. 80/100 l per terreni asciutti, 40/60 l per terreni umidi) e da cemento (nelle dosi di 130/150 kg per m<sup>3</sup> di impasto).

La granulometria degli inerti dovrà essere continua, e la porosità del conglomerato dovrà essere compresa fra il 2 ed il 6 %. La stesa e la sagomatura dei materiali premiscelati dovrà avvenire mediante livellatrice o, meglio ancora, mediante vibrofinitrice; ed infine costipamento con macchine idonee da scegliere in relazione alla natura del terreno, in modo da ottenere una densità in sito dello strato trattato non inferiore al 90% o al 95% della densità massima accertata in laboratorio con la prova AASHTO T 180.

Gli interventi sui percorsi esistenti, trattandosi di tratturi o carrarecce, prevedono l'esecuzione dello scavo necessario per ottenere l'ampliamento della sede stradale e permettere la formazione della sovrastruttura, con le caratteristiche precedentemente descritte.

Laddove i tracciati stradali presentino localmente pendenze superiori indicativamente al 10%, al fine di assicurare adeguate condizioni di aderenza per i mezzi di trasporto eccezionale, si prevede o di ricorrere alla cementazione dei singoli tratti o di adottare un rivestimento con pavimentazione ecologica, di impiego sempre più diffuso nell'ambito della realizzazione di interventi in aree rurali, con particolare riferimento alla viabilità montana. Nell'ottica di assicurare un'opportuna tutela degli ambiti di intervento, la pavimentazione ecologica dovrà prevedere l'utilizzo di composti inorganici, privi di etichettatura di pericolosità, di rischio e totalmente immuni da materie plastiche in qualsiasi forma. La pavimentazione, data in opera su idoneo piano di posa precedentemente preparato, sarà costituita da una miscela di inerti, cemento e acqua con i necessari additivi rispondenti ai requisiti sopra elencati, nonché con opportuni pigmenti atti a conferire al piano stradale una colorazione il più possibile naturale. Il prodotto così confezionato verrà steso, su un fondo adeguatamente inumidito, mediante vibro finitrice opportunamente pulita da eventuali residui di bitume. Per ottenere risultati ottimali, si procederà ad una prima stesura "di base" per uno spessore pari alla metà circa di quello totale, cui seguirà la stesura di finitura per lo spessore rimanente. Eventuali imperfezioni estetiche dovranno essere immediatamente sistemate mediante "rullo a mano" o altro sistema alternativo. Si procederà quindi alla compattazione con rullo compattatore leggero, non vibrante e asciutto.

Considerata l'entità dei carichi da sostenere (massimo carico stimato per asse del rimorchio di

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 48 di 77

circa 15 t – peso complessivo dei convogli nel range di 120-145 t), il dimensionamento della pavimentazione stradale, in relazione alla tipologia di materiali ed alle caratteristiche prestazionali, potrà essere oggetto di eventuali affinamenti solo a seguito degli opportuni accertamenti di dettaglio da condursi in fase esecutiva. La capacità portante della sede stradale dovrà essere almeno pari a 2 kg/cm<sup>2</sup> ed andrà rigorosamente verificata in sede di collaudo attraverso specifiche prove di carico con piastra.

Le carreggiate saranno conformate trasversalmente conferendo una pendenza dell'ordine del 1,5% per garantire il drenaggio ed evitare ristagni delle acque meteoriche.

I raccordi verticali delle strade saranno realizzati in rapporto ad un valore di distanza da terra dei veicoli non superiore ai 15 cm, comunque in accordo con le specifiche prescrizioni fornite dalla casa costruttrice degli aerogeneratori.

Tutte le strade, sia quelle in adeguamento dei percorsi esistenti che quelle di nuova realizzazione, saranno provviste di apposite cunette a sezione trapezia per lo scolo delle acque di ruscellamento diffuso, di dimensioni adeguate ad assicurare il regolare deflusso delle acque e l'opportuna protezione del corpo stradale da fenomeni di dilavamento. Laddove necessario, al fine di assicurare l'accesso ai fondi agrari, saranno allestiti dei cavalcafossi in calcestruzzo con tombino vibrocompresso.

Per una più dettagliata descrizione degli interventi stradali previsti si rimanda all'esame degli elaborati grafici di progetto ed a quanto espressamente riportato nella Relazione tecnico-descrittiva del progetto civile (Elaborato PA-R.1).



### **7.3 Piazzole di macchina: principali caratteristiche costruttive e funzionali**

La fase di montaggio degli aerogeneratori comporterà l'esigenza di poter disporre, in fase di cantiere, di aree pianeggianti con dimensioni indicative standard di circa 4.000 m<sup>2</sup>, al netto della superficie provvisoria di stoccaggio delle pale (1000 m<sup>2</sup> circa).

Al termine dei lavori le suddette aree verranno ridotte ad una superficie di circa 1.000 m<sup>2</sup> al netto dell'ingombro del plinto di fondazione, estensione necessaria per consentire l'accesso all'aerogeneratore e le operazioni di manutenzione. A tal fine le superfici in esubero saranno ripristinate morfologicamente, stabilizzate e rinverdate in accordo con le tecniche previste per le operazioni di ripristino ambientale (Elaborato PA-Tav.26 "*Interventi di mitigazione e recupero ambientale - particolari costruttivi*").

Nelle aree allestite per le operazioni di cantiere troveranno collocazione l'impronta della fondazione in cemento armato, le aree destinate al posizionamento delle gru principale e secondaria di



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 49 di 77

sollevamento nonché dei tronchi della torre e della navicella.

La necessità di disporre di aree piane appositamente allestite discende da esigenze di carattere operativo, associate alla disponibilità di adeguati spazi di manovra e stoccaggio dei componenti dell'aerogeneratore, nonché da imprescindibili requisiti di sicurezza da conseguire nell'ambito delle delicate operazioni di assemblaggio delle turbine e di manovra delle gru.

Sotto il profilo realizzativo e funzionale, in particolare, gli spazi destinati al posizionamento delle gru ed allo stoccaggio dei tronchi della torre in acciaio e della navicella dovranno essere opportunamente spianate ed assumere appropriati requisiti di portanza. Per quanto attiene all'area provvisoria di stoccaggio delle pale, non è di norma richiesto lo spianamento del terreno, essendo sufficiente la presenza di un'area stabile sufficientemente estesa ed a conformazione regolare, priva di ostacoli e vegetazione arborea per tutta la lunghezza delle pale. In tale area dovranno, in ogni caso, essere garantiti stabili piani di appoggio su cui posizionare specifici supporti in acciaio, opportunamente sagomati, su cui le pale saranno provvisoriamente posizionate ad una conveniente altezza dal suolo. Al riguardo corre l'obbligo di segnalare come le aree di stoccaggio pale individuate negli elaborati grafici di progetto assumano inevitabilmente carattere indicativo, potendosi prevedere, in funzione delle situazioni locali, anche uno stoccaggio separato delle pale, in posizioni comunque compatibili con lo sbraccio delle gru, ai fini del successivo sollevamento.

Laddove le condizioni locali non consentano di individuare appropriati spazi per lo stoccaggio a bordo macchina delle pale e/o dei conci della torre e della navicella, potrà prevedersi l'allestimento di una piazzola di conformazione ridotta procedendo al c.d. montaggio *just in time* dell'aerogeneratore, ossia assemblando gli elementi immediatamente dopo il trasporto in piazzola.



Le piazzole di cantiere saranno realizzate, prelieve operazioni di scavo e riporto e regolarizzazione del terreno, attraverso la posa di materiale arido, opportunamente steso e rullato per conferirgli portanza adeguata a sostenere il carico derivante dalle operazioni di sollevamento dei componenti principali dell'aerogeneratore (circa 20 t/m<sup>2</sup> nell'area più sollecitata).

Al fine di evitare il sollevamento di polvere nella fase di montaggio, le superfici così ottenute saranno rivestite da uno strato di ghiaietto stabilizzato per mantenere la superficie della piazzola asciutta e pulita.

Per una più dettagliata descrizione degli interventi a eseguirsi in corrispondenza delle piazzole di macchina si rimanda all'esame degli elaborati grafici di progetto ed a quanto espressamente riportato nella Relazione tecnico-descrittiva del progetto civile (Elaborato PA-R.1).

#### **7.4 Fondazione aerogeneratore**


Lo schema "tipo" della struttura principale di fondazione per la torre di sostegno prevede la realizzazione in opera di un plinto isolato in conglomerato cementizio armato a sezione circolare

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 50 di 77	

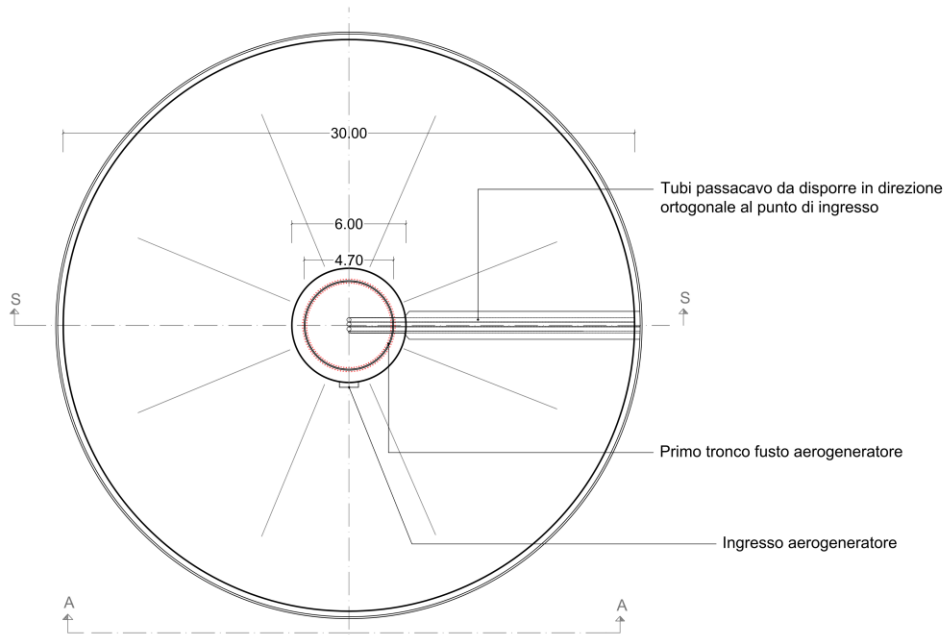
delle seguenti dimensioni indicative: diametro di 30 m e profondità dell'intradosso di 3,20 m circa dal piano di progetto (Elaborato PA-Tav.28 e Figura 7.1).

Costruttivamente la struttura consta di una platea e di un tronco cilindrico (colletto), sovrapposto alla zona centrale della platea inferiore. La platea è impostata a quota variabile rispetto al piano della piazzola ed è concepita per garantire la stabilità della torre dell'aerogeneratore e per ripartire in modo adeguato le pressioni di contatto sul terreno di imposta.

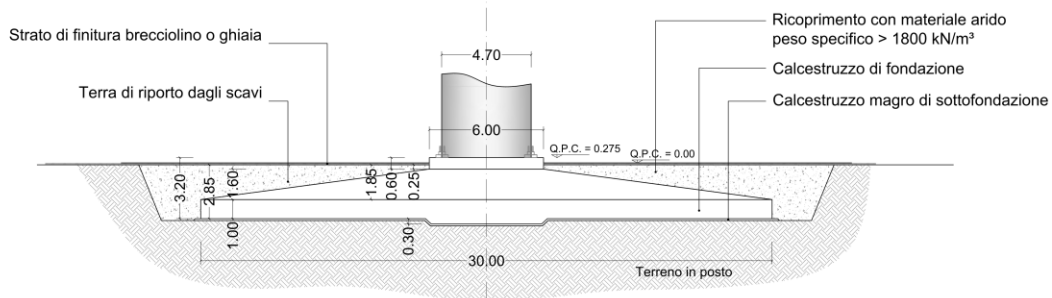
Il plinto verrà realizzato, previo scavo del terreno, su uno strato di sottofondazione in cls magro dello spessore indicativo di 0,10÷0,15 m.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 51 di 77	

## PIANTA



## SEZIONE A-A



## SEZIONE S-S

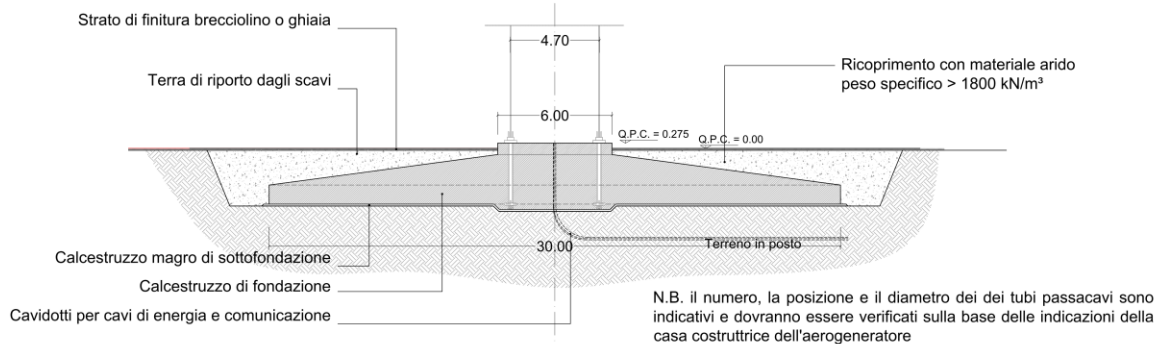




Figura 7.1 – Pianta e vista della fondazione tipo dell'aerogeneratore

Il calcestruzzo dovrà essere composto da una miscela preparata in accordo con la norma EN 206-1

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  52 di 77

nella classe di resistenza C30/37 per la platea e C45/55 per il piedistallo (colletto), essendo questa la zona maggiormente sollecitata a taglio e torsione.

L'armatura dovrà prevedere l'impiego di barre in acciaio ad aderenza migliorata B450C in accordo con Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al D.M. 14/01/2008, con resistenza minima allo snervamento pari a  $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ . La gabbia delle armature metalliche sarà costituita da barre radiali, concentriche e verticali nonché anelli concentrici, in accordo con gli schemi forniti dal costruttore.

L'ancoraggio della torre eolica alla struttura di fondazione sarà assicurato dall'installazione di apposita flangia (c.d. viròla), fornita dalla casa costruttrice dell'aerogeneratore, che sarà perfettamente allineata alla verticale e opportunamente resa solidale alla struttura in cemento armato attraverso una serie di tirafondi filettati ed un anello in acciaio ancorato all'interno del colletto.

Il plinto deve essere rinterrato sino alla quota del bordo esterno del colletto con materiale di rinterro adeguatamente compattato in modo che raggiunga un peso specifico non inferiore a  $18 \text{ kN/m}^3$ .



Nella struttura di fondazione troveranno posto specifiche tubazioni passacavo funzionali a consentire il passaggio dei collegamenti elettrici della turbina nonché le corde di rame per la messa a terra della turbina.

La geometria e le dimensioni indicate in precedenza sono da ritenersi orientative e potrebbero variare a seguito delle risultanze del dimensionamento esecutivo delle opere nonché sulla base di eventuali indicazioni specifiche fornite dal fornitore dell'aerogeneratore, in funzione della scelta definitiva del modello di turbina che sarà operata successivamente all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica del progetto.

Sulla base dell'attuale stato di conoscenze, peraltro, la suddetta configurazione di base dell'opera di fondazione si ritiene ragionevolmente idonea ad assolvere le funzioni di statiche che le sono assegnate, considerata la presenza diffusa di un substrato lapideo rinvenibile a modeste profondità dal piano campagna, tale da escludere la necessità del ricorso a fondazioni profonde.

Dal punto di vista strutturale la fondazione viene verificata considerando:

- il peso proprio della fondazione stessa e del terreno soprastante determinato in conformità alla normativa vigente;
- l'azione di compressione generata dai tiranti che collegano l'anello superiore (solidale con la flangia di base della torre) con l'anello inferiore posato all'interno del getto del colletto.
- i carichi di progetto trasmessi dall'aerogeneratore, riferibili ad una turbina riferibile al modello SG170 con altezza del mozzo da terra di 115 m, diametro rotore di 170 m e potenza nominale di 6,2 MW.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  53 di 77

La verifica preliminare del dimensionamento delle fondazioni è riportata nell'allegato Elaborato PA-R.10 - *Calcoli preliminari di dimensionamento delle strutture*.

La profondità del piano di appoggio della fondazione rispetto alla quota del terreno sarà variabile in funzione della quota stabilita per il piano finito della piazzola, in relazione alle caratteristiche morfologiche dello specifico sito di installazione e delle esigenze di limitare le operazioni di movimento terra, secondo quanto rappresentato nei disegni costruttivi nell'Elaborato PA-Tav. 28.

Le attività di scavo per l'approntamento della fondazione interesseranno una superficie circolare di circa 32 m di diametro (circa 800 m<sup>2</sup>) e raggiungeranno la profondità massima di circa 3,20 m dal piano di campagna. I volumi del calcestruzzo del plinto e del terreno di rinterro sono i seguenti:

- volume del calcestruzzo magro di sottofondazione: 70 m<sup>3</sup>
- volume della platea in c.a.: ~1.180 m<sup>3</sup>
- volume del colletto in c.a.: 30 m<sup>3</sup>
- volume del terreno di rinterro: ~1.150 m<sup>3</sup>.



Al termine delle lavorazioni la platea di fondazione risulterà totalmente interrata mentre resterà parzialmente visibile il colletto in cls (Figura 7.1) che racchiude la flangia di base in acciaio al quale andrà ancorato il primo concio della torre.

## **7.5 Opere di regolazione dei deflussi**

La realizzazione della viabilità di servizio alle postazioni eoliche in progetto comporterà necessariamente di prevedere adeguate opere di regimazione delle acque superficiali al fine di scongiurare fenomeni di ristagno ed erosione accelerata dei manufatti. L'Elaborato PA-Tav.25 del Progetto definitivo illustra i principali interventi da porre in essere per assicurare un'ottimale regimazione delle acque di ruscellamento diffuso e incanalato interferenti con le infrastrutture viarie in progetto e con le piazzole degli aerogeneratori.

Come criterio generale, il progetto ha previsto una pendenza minima trasversale della carreggiata e dei piazzali del 1.5% nonché la predisposizione di cunette stradali atte a favorire il deflusso delle acque meteoriche. Laddove necessario, soprattutto in corrispondenza delle aree in cui i terreni presentino caratteristiche di idromorfia ed avvallamenti, il progetto della viabilità è stato concepito per non ostacolare il naturale deflusso delle acque superficiali, evitando un effetto diga, attraverso la predisposizione di un capillare sistema di tombini di attraversamento del corpo stradale, in numero e dimensioni ridondanti rispetto alle portate da smaltire.

Ove opportuno, in particolare in prossimità delle opere di fondazione degli aerogeneratori, saranno realizzati fossi di guardia atti a recapitare le acque di corrivazione superficiale entro i compluvi

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 54 di 77	

naturali.

Laddove la viabilità di progetto presenti interferenze con il reticolo idrografico sono state previste opportune opere di attraversamento al fine di contenere al minimo le interferenze con il regime naturale dei deflussi incanalati (Elaborato PA-R.17 – Relazione idrologica e idraulica).

Sono state previste, infine, opportune opere di smaltimento delle acque intercettate dalle canalette (Elaborato PA-Tav. 25).



## **7.6 Interventi di ripristino, mitigazione e compensazione ambientale**

Nel seguito verranno descritti i criteri e le tecniche che saranno adottati per minimizzare gli impatti negativi del progetto sulla flora e sulla vegetazione nella fase di cantiere nonché per riportare i luoghi ad un livello di integrità ambientale il più possibile vicino a quello antecedente l'inizio dei lavori.

### *7.6.1 Interventi di mitigazione generali di buona conduzione del cantiere*

Come criteri generali di conduzione del cantiere si provvederà a:

1. garantire ed accertare:
  - a. la periodica revisione e la perfetta funzionalità di tutte le macchine ed apparecchiature di cantiere, in modo da minimizzare i rischi per gli operatori, le emissioni anomale di gas e la produzione di vibrazioni e rumori;
  - b. il rapido intervento per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali di rifiuti liquidi e/solidi interessanti acqua e suolo;
2. la gestione, in conformità alle leggi vigenti in materia, di tutti i rifiuti prodotti durante l'esecuzione delle attività e opere;
3. ridurre al minimo indispensabile gli spazi destinati allo stoccaggio temporaneo del materiale movimentato, le aree delle piazzole e i tracciati delle piste;
4. per quanto riguarda le operazioni di escavo:
  - a) asportare, preliminarmente alla realizzazione delle opere, il terreno di scotico, che sarà prelevato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali e quelli più profondi, ai fini di un successivo riutilizzo per i ripristini ambientali. Si avrà inoltre cura di riutilizzare gli orizzonti superficiali del suolo in corrispondenza del sito dal quale sono stati rimossi o, in alternativa, in aree con caratteristiche edafiche e vegetazionali compatibili;



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  55 di 77

b) privilegiare il riutilizzo in situ dei materiali profondi derivanti dagli escavi, in particolare di quelli provenienti dagli scavi necessari per realizzare le fondazioni degli aerogeneratori, giacché il substrato roccioso assicura la disponibilità abbondante di materiale idoneo da impiegare per la costruzione della soprastruttura di strade e piazzole;

5. smantellare i cantieri immediatamente al termine dei lavori ed effettuare lo sgombero e l'eliminazione dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera, evitando la creazione di accumuli permanenti in situ;
6. adottare, in fase esecutiva, particolari accorgimenti per minimizzare le interferenze sul patrimonio arboreo dovute alla realizzazione delle piste e delle piazzole, sia adottando specifiche soluzioni progettuali che limitando l'impatto al taglio di rami. Nei casi in cui si renderà necessario il taglio di alberi si provvederà, in tutte le situazioni in cui ciò sia attuabile, a espiantare e reimpiantare, in luoghi idonei dal punto di vista pedologico, eventuali esemplari arborei di sughera o altre specie autoctone, presenti sia lungo i tracciati stradali che nelle piazzole. Tali interventi saranno eseguiti nella stagione più idonea, secondo le appropriate tecniche colturali e pianificati con l'assistenza di un esperto, al fine di valutare correttamente la possibilità di eseguirle in funzione delle dimensioni dell'apparato radicale e delle caratteristiche di lavorabilità del terreno;
7. definire il cronoprogramma delle attività di cantiere al fine di limitare al minimo la durata delle fasi provvisorie (scavi aperti, passaggio di mezzi d'opera, stoccaggio temporaneo di materiali) nell'ottica di ridurre convenientemente gli effetti delle attività realizzative sull'ambiente circostante non interessato dagli interventi;
8. durante l'esecuzione dei lavori, operare in modo da ridurre al minimo l'emissione di polvere, privilegiando, se necessario, l'utilizzo di mezzi pesanti gommati, prevedendo la periodica bagnatura delle aree di lavorazione, minimizzando la durata temporale e le dimensioni degli stoccaggi provvisori di materiale inerte, contenendo l'altezza di caduta dei materiali movimentati nell'ambito delle attività di caricamento degli automezzi di trasporto.

#### 7.6.2 *Interventi di ripristino ambientale: criteri esecutivi*

Per la realizzazione delle postazioni eoliche e delle relative piste d'accesso sono state prescelte, ove possibile, aree caratterizzate da uno scarso sviluppo della copertura vegetale. Le piazzole ricadranno prevalentemente in aree occupate da pascoli naturali nitrofilo sia xerofili che umidi, garighe e pascoli arborati. Le piste saranno ridotte al minimo per la vicinanza di diverse postazioni alla viabilità esistente. Le restanti saranno ricavate, dove possibile, attraverso l'adeguamento di tratturi esistenti, minimizzando in ogni caso l'espianto di alberi e le interferenze sulla vegetazione arbustiva o arborea.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  56 di 77

Nelle aree con morfologie pianeggianti, non si prevedono, in linea generale, interventi di ripristino della copertura vegetale, ma si riterrà sufficiente un adeguato apporto di terreno vegetale, tramite il riutilizzo del suolo accantonato in seguito alle preventive operazioni di scotico. Ciò consentirà la naturale ricolonizzazione di tali superfici al termine delle fasi di cantiere e il loro naturale recupero come terreni da pascolo. Solo l'area della piazzola definitiva, di ingombro indicativo pari a circa 1500/2000 m<sup>2</sup>, sarà rivestita di materiale arido e resterà di fatto inutilizzabile per le pratiche agro-zootecniche fino alla dismissione dell'impianto.

Un differente tipo di intervento sarà tuttavia necessario sulle superfici soggette a più apprezzabili modifiche della morfologia. In corrispondenza degli scavi e dei riporti di terra, dove possibile, si provvederà al rimodellamento degli stessi con terreno vegetale al fine di attenuarne le pendenze. Dove tuttavia non si raggiungesse un assetto tale da consentire la stabilità delle scarpate, dette superfici saranno rivegetate con essenze arbustive spontanee, al fine di mitigare l'impatto visivo, oltre che per conseguire un'efficace stabilizzazione delle stesse.

Sulle superfici con pendenze superiori ai 30° e altezze eccedenti i 2 m, saranno messe a dimora specie tipiche delle macchie e delle garighe, allo scopo di ricreare formazioni ben inserite nel paesaggio.



Si utilizzeranno:

- *Arbutus unedo*;
- *Erica arborea*;
- *Cistus monspeliensis*;
- *Cistus salviifolius*;

Nel caso in cui le opere comportassero il danneggiamento o la rimozione della vegetazione arborea, si provvederà al reimpianto o alla sostituzione degli esemplari eliminati in aree idonee da individuarsi in accordo con le indicazioni eventualmente impartite dagli Enti e dai proprietari dei terreni interessati. Per tali operazioni la Direzione Lavori sarà affiancata da un esperto che indicherà tempi e modalità di esecuzione.

Prima dell'espianto si provvederà a una riduzione della chioma per circa i 2/3, al fine di limitare la traspirazione nelle fasi di recupero funzionale dell'apparato radicale, che risentirà comunque dell'eradicazione. Verrà quindi realizzato uno scavo intorno alla pianta di dimensioni idonee a prelevare la maggior parte dell'apparato radicale. Dopo il reimpianto lo stato fitosanitario delle piante dovrà essere monitorato ed eventualmente si potrà intervenire con appositi trattamenti



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 57 di 77	

antimicotici e antiparassitari.



Le operazioni dovranno essere precedute da saggi sul terreno al fine di verificare la profondità del suolo e l'effettiva possibilità di rimuovere una zolla di adeguate dimensioni. La fase di espianto e quella di reimpianto dovranno essere eseguite a distanza di pochi giorni e comunque nel periodo autunnale o invernale.

### 7.7 Superfici occupate

La superficie produttiva complessivamente interessata dall'impianto, valutata come inviluppo delle postazioni degli aerogeneratori, ammonta a circa 440 ha; quella effettivamente occupata dalle opere in fase di cantiere è pari a circa 8 ettari, ridotti indicativamente a 5 ettari a seguito delle operazioni di ripristino morfologico-ambientale. Le superfici occupate dalle opere sono così suddivise:

Piazzole di cantiere aerogeneratori	~51.000 m <sup>2</sup> (comprensivi di scarpate)
Piazzole definitive a ripristino avvenuto	~ 25.700 m <sup>2</sup>
Ingombro fisico delle torri di sostegno	~200 m <sup>2</sup>
Viabilità di impianto in adeguamento (nuovo ingombro complessivo stimato del solido stradale rispetto all'esistente)	~3.000 m <sup>2</sup>
Viabilità di impianto di nuova realizzazione (ingombro complessivo stimato del solido stradale)	~24.000 m <sup>2</sup>
<b>Superfici complessivamente occupate in fase di cantiere</b>	<b>~78.000 m<sup>2</sup></b>
<b>Superfici complessivamente occupate a ripristino avvenuto</b>	<b>~52.700 m<sup>2</sup></b>

Corre l'obbligo di evidenziare come in corrispondenza delle superfici funzionali al montaggio degli aerogeneratori, a fine lavori sarà favorita la ripresa della vegetazione naturale, assicurando la possibilità di recupero delle funzioni ecologiche delle aree nonché il loro reinserimento estetico-percettivo, in accordo con i criteri descritti al par. 7.6.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  58 di 77

## 7.8 Aree di cantiere di base

Per quanto riguarda le aree destinate alla logistica di cantiere, in considerazione della configurazione planimetrica dell'impianto in progetto e delle significative distanze che intercorrono tra le postazioni eoliche non si ritiene indispensabile, da un punto di vista logistico, l'individuazione di un'unica area da adibire a cantiere.

A tal proposito, al fine di assicurare adeguati spazi per lo stoccaggio dei materiali da costruzione, si ritiene che potranno essere utilmente sfruttate le superfici delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori.


Peraltro, è stata comunque individuata un'area di circa 8.500 m<sup>2</sup>, da destinare ad "area logistica di cantiere" (o "cantiere di base"), in prossimità dell'area individuata per il trasbordo della componentistica degli aerogeneratori funzionale alla fase di trasporto al sito impianto. Tale area sarà prevedibilmente ubicata in territorio di Osidda (NU), in prossimità dell'intersezione stradale tra la SP15 e la SP15bis.

In tale area, da recintarsi opportunamente con rete metallica, troveranno posto i baraccamenti di cantiere, adeguati stalli sorvegliati per il ricovero dei mezzi d'opera nonché appropriati spazi per lo stoccaggio temporaneo di materiali (vedasi al riguardo l'Elaborato PA-Tav.30 "Planimetria area logistica di cantiere").

La preparazione dell'area di cantiere prevede l'asportazione preliminare del suolo vegetale che sarà opportunamente accantonato al fine di consentirne il reimpiego nell'ambito delle operazioni di recupero ambientale. La sistemazione del terreno non prevede apprezzabili movimenti di terra, trattandosi di un'area subpianeggiante.

Al termine dei lavori tutte le aree di lavorazione saranno oggetto di interventi di ripristino ambientale finalizzati alla restituzione dei terreni al loro originario uso.

Per quanto riguarda il cantiere delle linee elettriche MT, in considerazione del loro sviluppo lineare, le terre e rocce da scavo saranno provvisoriamente collocate ai bordi dello scavo in attesa del loro reimpiego per ripristini morfologici. Le recinzioni di cantiere non saranno fisse, ma verranno spostate secondo necessità con il procedere dei lavori.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  59 di 77	



- AREA DI TRASBORDO
- AREA DI CANTIERE

*Figura 7.2 – Possibile ubicazione dell'area di cantiere generale*


<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  60 di 77





Figura 7.3 – Sito individuato per l’allestimento delle aree di trasbordo e cantiere di base in comune di Osidda

## 7.9 Movimenti di terra

Alla luce delle stime condotte nell’ambito dello sviluppo del progetto definitivo delle opere civili funzionali all’esercizio del parco eolico, si prevede che la realizzazione delle stesse determinerà l’esigenza di procedere complessivamente allo scavo di circa 95.400 m<sup>3</sup> di materiale, misurati in posto, al netto dei volumi che scaturiscono dalla realizzazione dei cavidotti.

Considerate le caratteristiche geologiche dell’ambito di intervento, contraddistinto dalla presenza dominante di substrati rocciosi sia in facies metamorfica [*Filladi di Lula - LUL*] sia cristallina intrusiva (graniti e grano dioriti delle unità intrusive **OSCa** [*Unità di Sos Canales – Facies di Punta Gomoretta*] e **BTUb** [*Unità di Benetutti – Facies di Orune*]), i volumi da scavare per la costruzione di strade e piazzole saranno costituiti da materiale idoneo ad un rimpiego in sito per realizzazione di riempimenti, rilevati e sottofondi (circa 68.300 m<sup>3</sup>).

La restante parte, sulla base delle informazioni al momento disponibili, sarà prevalentemente

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 61 di 77	

costituita da materiali di copertura di carattere sciolto (terreni vegetali ~27.000 m<sup>3</sup>).



La Tabella 7.1 riassume il bilancio complessivo dei movimenti di terra previsti nell'ambito della costruzione del parco eolico, comprensivo dei cavidotti di impianto, della sistemazione dell'area per la stazione di utenza, dell'elettrodotto di collegamento alla stazione di utenza e del cavidotto AT di connessione alla SSE RTN a 150 kV.

Tabella 7.1 – Bilancio complessivo dei movimenti di terra

<b>Parco eolico</b>	
	[m <sup>3</sup> ]
Totale materiale scavato in posto	95 361
Totale materiale approvvigionato dall'esterno	10 129
Totale materiale riutilizzato in sito	93 134
<b>a rifiuto</b>	<b>2 227</b>
<b>Stazione di utenza</b>	
Totale materiale scavato in posto	1 403
Totale materiale approvvigionato dall'esterno	1 314
Totale materiale riutilizzato in sito	756
Totale materiale riutilizzato per ripristini parco eolico	647
<b>a rifiuto</b>	<b>0</b>
<b>Cavidotti</b>	
	[m <sup>3</sup> ]
Totale materiale scavato	29 365
Totale materiale riutilizzato in sito	22 024
<b>a rifiuto</b>	<b>7 341</b>
<b>Totale complessivo</b>	
	[m <sup>3</sup> ]
Totale materiale scavato in posto	126 129
Totale materiale riutilizzato in sito	116 561
Totale materiale approvvigionato dall'esterno	11 443
<b>Totale a rifiuto</b>	<b>9 569</b>

In definitiva, a fronte di un totale complessivo di materiale scavato in posto stimato in circa 126.100 m<sup>3</sup>, ferma restando l'esigenza di procedere agli indispensabili accertamenti analitici sulla qualità dei terreni e delle rocce, si prevede un recupero pressoché integrale per le finalità costruttive del cantiere (92% circa), da attuarsi in accordo con i seguenti criteri generali. Per tali materiali, trattandosi di un riutilizzo allo stato naturale nel sito in cui è avvenuta l'escavazione (i.e. il cantiere), ricorrono le condizioni per l'esclusione diretta dal regime di gestione dei rifiuti, in accordo con le previsioni dell'art. 185 c. 1 lett. c del TUA:

- **riutilizzo integrale in sito del materiale costituito da rocce**, allo stato naturale e previa operazione di riduzione granulometrica con frantoio mobile, per le operazioni di rinterro

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  62 di 77

delle fondazioni, formazione di rilevati stradali, costruzione della soprastruttura delle piazzole di macchina e delle strade di servizio del parco eolico (in adeguamento e di nuova realizzazione);

- **Riutilizzo integrale in sito del suolo vegetale** nell’ambito delle operazioni di recupero ambientale;
- **Riutilizzo in sito del terreno escavato nell’ambito della realizzazione dei cavidotti** con percentuale di recupero del 75% circa;
- **Gestione delle terre e rocce da scavo in esubero rispetto alle esigenze del cantiere in regime di rifiuto**, da destinarsi ad operazioni di recupero o smaltimento.

Come indicato in precedenza, il materiale in esubero e non riutilizzato in sito è al momento stimato in 9.569 m<sup>3</sup>.



Per tali materiali, trattandosi prevalentemente di roccia con ottime proprietà geo-meccaniche, l’organizzazione dei lavori prevedrà, in via preferenziale, il conferimento in altro sito per interventi di recupero ambientale o per l’industria delle costruzioni, in accordo con i disposti del D.M. 5 febbraio 1998. L’allegato 1 del DM prevede, infatti, l’utilizzo delle terre da scavo in attività di recupero ambientale o di formazione di rilevati e sottofondi stradali (tipologia 7.31-bis), previa esecuzione dell’obbligatorio test di cessione. L’eventuale ricorso allo smaltimento in discarica sarà previsto per le sole frazioni non altrimenti recuperabili.

Sulla base di ricognizioni operate dalla società proponente, il materiale potrebbe essere ragionevolmente destinato a due siti di cava per operazioni di ripristino: rispettivamente un sito a breve distanza dall’abitato di Buddusò, nel comune di Buddusò, non distante dalla strada statale 389dir e l’altro sito nella località Regione *Badu ‘e Chima*, nel comune di Bultei, non distante dalla strada provinciale 10m.

Si tratta, rispettivamente della ditta Bua Graniti Srl, titolare della cava di granito in via Brigata Sassari a Buddusò autorizzata ad accogliere terre e rocce da scavo non contaminate ai fini della sistemazione morfologica di vuoto di cava e della ditta Fratelli Cherchi Srl, titolare della cava in località Regione Badu ‘e Chima nel comune di Bultei, autorizzata ad accogliere terre e rocce da scavo non contaminate ai fini della produzione di inerti e della sistemazione morfologica di vuoto di cava.

La distanza in linea d’aria tra il sito di produzione delle terre e rocce da scavo (aerogeneratore più lontano) e le cave è rispettivamente pari a circa 13 km e 17 km.

La società proponente procederà, nel prosieguo dell’iniziativa, ad individuare, in aggiunta alle cave già individuate, eventuali ulteriori cave autorizzate ad accogliere terre e rocce da scavo non contaminate ai fini della produzione di inerti e del ripristino morfologico dei vuoti di cava.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 63 di 77

## 7.10 Rischio di incidenti

### 7.10.1 Principali rischi per la sicurezza individuabili



L'operatività di un parco eolico, al pari di ogni impianto produttivo, configura rischi potenziali sulla sicurezza e sulla salute pubblica. Evidentemente alcuni di questi rischi, in termini probabilistici, possono coinvolgere maggiormente gli addetti alle manutenzioni piuttosto che qualche occasionale visitatore. Gli aspetti che possono determinare rischi per la sicurezza e la salute delle persone sono riferirsi a:

1. campi elettromagnetici;
2. caduta di ghiaccio;
3. caduta di parti della pala in caso di rottura;
4. incendi;
5. elettrocuzione.

1) Per quanto attiene alla propagazione di campi elettromagnetici si rimanda alle considerazioni contenute nel Quadro di riferimento ambientale dello SIA.

2) Il problema legato alla caduta del ghiaccio, anche se per il sito in esame tale condizione rappresenta un evento poco probabile, è comunque una eventualità da considerare. Il meccanismo legato a tale evento è originato in periodo invernale da una fase climatica caratterizzata da temperature al disotto dello "0" seguita da un rapido rialzo della temperatura; in tale condizione vi può essere la caduta di pezzi di ghiaccio che, con il rotore in movimento possono essere scagliati ad una certa distanza. Al riguardo dalle varie ditte produttrici sono stati eseguiti una serie di studi che hanno evidenziato che il ghiaccio, più che essere proiettato a distanza, cade a breve distanza dalle pale, anche se queste sono in movimento, e si frammenta in volo. La rilevanza del problema, per quanto l'eventualità che si manifesti sia remota, è comunque da ritenersi pressoché trascurabile; nelle pale di ultima generazione, infatti, i trattamenti superficiali riducono drasticamente l'eventualità di formazione del ghiaccio. Inoltre, attraverso una specifica formazione degli addetti alle manutenzioni e dei proprietari delle aree, è possibile prevenire tali eventualità con una adeguata informazione e formazione preventiva.

3) In merito alla caduta di parti delle pale in caso di rottura, è evidente che, durante il normale funzionamento, le pale di una turbina sono soggette alla forza centripeta, a quella gravitazionale ed a una serie di forze aerodinamiche che producono una serie di sollecitazioni assiali e torsionali sulle stesse, azioni che possono causare la rottura della pala o di una parte di questa. La traiettoria di caduta e la distanza che si può raggiungere dipendono dalle caratteristiche e dalla posizione del pezzo che si rompe, dai carichi e dalle sollecitazioni alle quali è sottoposto, dal movimento e dalla

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 64 di 77

posizione della pala al momento della rottura. Si ha inoltre l'eventualità che la rottura sia conseguente ad atti di vandalismo; in ogni caso rotture delle pale accidentali o procurate, sono estremamente rare, tipiche delle turbine di vecchia tecnologia e dovute ad errori di montaggio o superamento delle condizioni limite di progetto. I sistemi di sicurezza e controllo delle moderne turbine sono tali da annullare la possibilità di rottura delle pale, per cui tale evenienza è riconducibile esclusivamente ad atti vandalici. Questi ultimi, vista la significativa quota delle pale, possono ricondursi esclusivamente, all'eventualità che le pale siano oggetto di bersaglio di armi da fuoco. In tale circostanza, improbabile e del tutto remota, gli eventuali piccoli fori causati dai proiettili non sarebbero tali da causare una rottura repentina, ma piuttosto anomalie di funzionamento rilevabili di sistemi di controllo e pertanto tali da porre in blocco la turbina in attesa delle riparazioni del caso. Sull'argomento si rimanda alla consultazione dello studio specifico di cui all'elaborato progettuale RS-7 e dell'estratto riportato al par. 7.10.2.

4) L'eventualità dello scoppio di un incendio è legata in particolare alla fase di cantiere per la presenza di macchine o attrezzature elettriche e il deposito e utilizzo di carburanti ed oli combustibili. Gli incendi causati direttamente o indirettamente dal funzionamento delle turbine eoliche sono limitati; nella quasi totalità dei casi sono riconducibili a problemi derivanti da sistemi elettrici o a surriscaldamenti delle componenti meccaniche. In tal caso il rischio di propagazione all'esterno dell'incendio è pressoché nullo; ciò in quanto tutte le componenti elettriche e meccaniche sono confinate all'interno della torre e della navicella senza possibilità di trasferimento all'esterno delle potenziali sorgenti di innesco. I pericoli connessi al rischio incendio possono comunque essere gestiti e mitigati attraverso una serie di misure tipiche delle buone pratiche di progettazione e delle procedure di sicurezza: piani di valutazione del rischio incendio, programmi di formazione ed informazione, regolare manutenzione e rispetto delle procedure.



5) I potenziali fenomeni di elettrocuzione sono riferibili a condizioni di malfunzionamento/guasti delle apparecchiature elettriche o da fulminazione delle stesse, con induzione di correnti trasmesse attraverso il terreno o altri conduttori. Le normali buone pratiche di progettazione, l'utilizzo di adeguate componenti elettriche (sistemi trifase, sistemi di messa a terra, e di protezione dai fulmini) e la corretta formazione ed informazione degli addetti alla manutenzione non rendono necessari interventi di mitigazione.

#### *7.10.2 Rischio di distacco della pala di un aerogeneratore*

L'esperienza di pluriennale esercizio dei moderni impianti eolici attesta come le turbine di grande taglia siano installazioni estremamente affidabili sotto il profilo meccanico-strutturale nonché ambientalmente sicure.

In accordo con quanto suggerito dalle Linee Guida Nazionali sulle Fonti Rinnovabili (DM 10/09/2010), nel seguito sarà condotta una stima approssimativa della distanza massima che può essere raggiunta da una pala di un generatore eolico tipo *Siemens-Gamesa SG170* da 6 MW con altezza al mozzo di 115 m, nell'ipotesi di distacco dell'intera pala durante condizioni nominali di



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  65 di 77

funzionamento dello stesso.

Premesso che la determinazione della reale distanza raggiunta da una pala distaccatasi dal rotore di un aerogeneratore (c.d. gittata), in funzione delle condizioni iniziali e al contorno, è estremamente complessa, a causa dell'influenza di un elevato numero di fattori, le stime semplificate di seguito condotte, hanno l'obiettivo di pervenire ad un valore indicativo di riferimento e di determinare l'incertezza approssimativa del dato stesso.

In particolare, lo studio è stato condotto calcolando la gittata del centro di gravità (stimato) della pala, a partire dalle condizioni iniziali teoriche di massima gittata (indicativamente  $\pm 30\div 45^\circ$  dall'asse orizzontale con pala in salita) e con ipotesi semplificative circa gli effetti della resistenza/portanza aerodinamica.

I calcoli di seguito illustrati pervengono, in ogni caso, ad una stima conservativa circa la portata del fenomeno includendo solo le forze d'inerzia ed escludendo le forze viscosse. Al riguardo, verifiche sperimentali condotte da Vestas sulla gamma dei propri modelli di aerogeneratore in esercizio indicano come le forze di resistenza che si esercitano sulla pala fanno sì che la gittata reale sia inferiore di circa il 20% rispetto a quella stimata secondo le ipotesi di calcolo sopra indicate.


Il distacco o la rottura della pala sono eventi che si verificano per condizioni operative al di fuori del normale *range* di funzionamento delle macchine. Gli aerogeneratori per i quali si prevede l'installazione nell'ambito del progetto denominato *Bitti – Area PIP* sono provvisti di sistemi di arresto che intervengono quando le condizioni di funzionamento sono tali da compromettere la funzionalità della macchina e la sicurezza pubblica.

#### 7.10.2.1 Geometria del problema

La stima della gittata di un elemento rotante si basa sull'ipotesi di considerare lo stesso come un corpo rigido, ovvero un insieme di particelle soggette a forze tali da mantenere costanti nel tempo le loro distanze relative.

Nello studio si considera il moto del corpo bidimensionale, traslatorio e curvilineo, rappresentato da un punto materiale (assunto coincidente con il baricentro dell'elemento rotante) lanciato in aria obliquamente sottoposto all'accelerazione di gravità costante "g" diretta verso il basso e ad velocità iniziale impressa dalla rotazione della pala.

Il calcolo della gittata massima in caso di distacco di una pala dell'aerogeneratore segue il principio della balistica applicata al moto dei proiettili. Si sottolinea come i calcoli qui riportati siano stati condotti considerando nulla la resistenza d'attrito con l'aria, nonché gli effetti di portanza aerodinamica. Il moto reale è molto più complesso, in quanto dipende dalle caratteristiche aerodinamiche e dalle condizioni iniziali (rollio, imbardata e beccheggio della pala).

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	<b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.L.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 66 di 77	

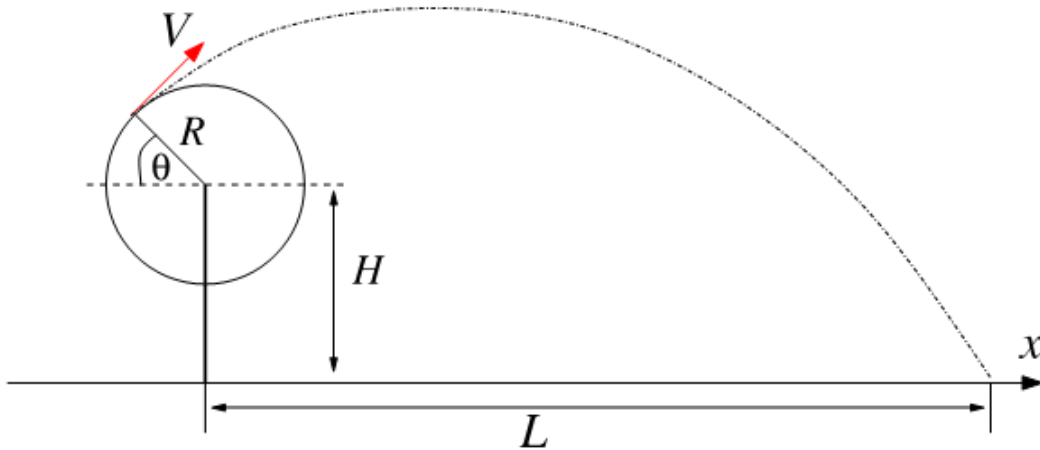


Figura 4 – Schema geometrico del fenomeno di distacco della pala di un aerogeneratore

Le equazioni del moto di un punto materiale soggetto solo alla forza di gravità, in accordo con lo schema semplificato di Figura 4, sono le seguenti:

$$d^2x/dt^2=0$$

$$d^2y/dt^2=-g$$

dove  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  è l'accelerazione di gravità.

La legge del moto soluzione di queste equazioni è la seguente:

$$x(t) = x_0 + v_x t \tag{1}$$

$$y(t) = y_0 + v_y t - 1/2 g t^2 \tag{2}$$

La posizione e la velocità iniziale sono determinati dall'angolo  $\theta$  e dalla velocità tangenziale  $V$  del centro di massa della pala al momento del distacco. Essi sono legati alla posizione ed alla velocità iniziale dalle relazioni:



$$x_0 = - R \cos(\theta)$$

$$y_0 = H_m + R \sin(\theta) \text{ con } H_m \text{ altezza al mozzo dell'aerogeneratore}$$

$$v_x = V \sin(\theta)$$

$$v_y = V \cos(\theta)$$

La gittata  $L$  è la distanza dalla torre del punto di impatto al suolo del centro di massa della pala.

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 67 di 77

#### 7.10.2.2 Dati di base per il calcolo

I dati di base sono quelli caratteristici dell'aerogeneratore *Siemens - Gamesa SG170 da 6 MW*. La lunghezza della pala è pari a 83,33 m e l'altezza della torre del generatore eolico, all'asse di rotazione, 115 m.

La massa della pala di riferimento è pari indicativamente a 25.000 kg; il centro di massa della pala risulta approssimativamente posizionato ad una distanza dal centro di rotazione pari ad un terzo della lunghezza della pala.

Si è assunta per il calcolo una velocità massima di rotazione  $V$  di 11 rpm, lievemente superiore a quella massima indicata per l'aerogeneratore di riferimento (10.6 rpm).

#### 7.10.2.3 Calcolo della gittata

Nel caso in esame si suppone che l'incidentale distacco della pala avvenga nelle condizioni più gravose ovvero:

- alla velocità massima del rotore, pari a 11 giri/minuto;
- nel punto di ascissa e ordinata in cui la gittata, sulla base delle formule di calcolo sotto riportate, è risultata massima (angolo  $\theta = \sim 30^\circ$ );
- con il centro di massa posizionato ad 1/3 della lunghezza della pala, in prossimità del mozzo;



L'aerogeneratore previsto, ossia il modello *SG170 da 6 MW*, possiede:

- altezza al mozzo dell'aerogeneratore  $H_m = 115$  m;
- lunghezza della pala dell'aerogeneratore  $L_p = 83,33$  m;
- distanza dal mozzo del centro di massa della Pala  $D_{cm} = L_p / 3 = 27,77$  m;
- Massima Velocità Angolare Rotore  $V_{ang} = 11 \text{ Giri/min} = 11 \times 2 \pi / 60 = 1,15 \text{ Rad/sec}$ ;

La traiettoria iniziale è determinata principalmente dall'angolo di lancio e dalle forze generalizzate agenti sulla pala. La pala, quindi, quando inizierà il suo moto, continuerà a ruotare (conservazione della quantità di moto). L'unica forza inerziale agente in questo caso è la forza di gravità.

La durata del volo considerato è determinata considerando la velocità verticale iniziale applicata al centro di gravità. Il tempo risultante è usato per calcolare la distanza orizzontale (gittata) nel piano. La gittata è determinata dalla velocità orizzontale al momento del distacco iniziale.

Assunto un sistema di riferimento con origine sul terreno in corrispondenza dell'asse della torre,

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  68 di 77

l'ordinata del centro di massa al momento del distacco della pala è data dall'altezza del mozzo sommata alla distanza verticale del centro di massa della pala rispetto al suo centro di rotazione:

$$y_0 = H_m + D_{cm} \cdot \sqrt{2}/2 = 128,9 \text{ m}$$

Analogamente l'ascissa del centro di massa al momento del distacco risulta:

$$x_0 = - D_{cm} \cdot \sqrt{2}/2 = -24,0 \text{ m}$$

La Velocità tangenziale posseduta dal Centro di Massa  $V$  è desunta dalla Velocità Angolare  $V_{ang}$ , ossia:

$$V = V_{ang} \times D_{cm} = 31,98 \text{ m/s}$$

Le componenti verticale ( $V_y$ ) ed orizzontale ( $V_x$ ) di tale velocità lineare al Centro di Massa saranno:

$$V_x = v \cdot \cos(30^\circ) = 15,99 \text{ m/s}$$

$$V_y = v \cdot \sin(30^\circ) = 27,70 \text{ m/s}$$

Il tempo di decelerazione verticale  $T_y$  necessario perché la componente verticale della velocità sia nulla è dato dalla formula:

$$T_y = V_y / 9,8 \text{ m/sec}^2 = 1,63 \text{ s}$$



L'altezza massima  $H_{max}$  raggiunta si ottiene dalla formula:

$$H_{max} = y_0 + V_y \cdot T_y - 1/2 \cdot g \cdot T_y^2 = 141,9 \text{ m}$$

Il tempo di caduta  $T_{max}$  necessario affinché l'elemento rotante precipiti a terra dalla sommità si ottiene dalla relazione:

$$T_{max} = \sqrt{H_{max} / 4,9 \text{ m/s}^2} = 5,38 \text{ s}$$

La gittata massima  $L$  percorsa dall'elemento rotante distaccatosi dall'aerogeneratore nelle condizioni più sfavorevoli risulta quindi:

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  69 di 77	

$$L = V_x * (T_{max} + T_y) + x_0 = 170 \text{ m.}$$

#### 7.10.2.4 Considerazioni aggiuntive e valutazione conclusiva

Nei casi reali, la distanza di impatto a terra calcolata in accordo con il metodo precedentemente illustrato sarà verosimilmente inferiore, sia per le condizioni iniziali al momento del distacco, che non necessariamente saranno quelle teoriche per una gittata massima, sia per i moti rotazionali della pala, dovuti ai momenti delle forze resistenti, che comporteranno ulteriori dissipazioni di energia e condizioni generalmente meno favorevoli per il moto.

A questo riguardo, studi condotti da Vestas<sup>1</sup> attestano come le forze di resistenza che si esercitano sulla pala fanno sì che la gittata reale sia inferiore di circa il 20% rispetto a quella stimata considerando le sole forze inerziali ed escludendo l'attrito. Sotto tale ipotesi la gittata sarebbe stimabile in circa 136 m (20% in meno rispetto al caso ideale).



D'altro canto, si osserva che la distanza calcolata è riferita alla traiettoria del suo baricentro e, pertanto, la stessa andrebbe cautelativamente incrementata dei 2/3 della lunghezza della pala, ossia di circa 55 metri nell'ipotesi che l'impatto a terra avvenga, per effetto delle rotazioni, "di piatto".

In definitiva, sulla base dei calcoli condotti nonché delle predette considerazioni e valutazioni aggiuntive inerenti alle possibili dinamiche di impatto, si valuta che la distanza indicativa che può essere raggiunta da una pala di un generatore tipo *SG170 da 6 MW* che si distacchi dal mozzo in condizioni nominali di funzionamento, sia di circa 191 metri.

Con riferimento alle condizioni insediative dell'area di intervento, contraddistinte dalla locale presenza di fabbricati di supporto alle attività agricole, deve evidenziarsi l'assenza di edifici stabilmente occupati da persone entro la distanza indicata rispetto alla prevista ubicazione degli aerogeneratori.

---

<sup>1</sup> "Blade throw calculation under normal operating conditions" VESTAS AS Denmark July 2001

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	 <b>GREEN ENERGY SARDEGNA 2</b> S.r.l.	<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  70 di 77



## 8 DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI

Le moderne turbine eoliche di media-grande taglia hanno ad oggi un'aspettativa di vita di circa 30 anni. L'attuale tendenza nella diffusione e sviluppo dell'energia eolica è quella di procedere, in corrispondenza delle installazioni esistenti, alla progressiva sostituzione dei macchinari obsoleti con turbine più moderne ed efficienti assicurando la continuità operativa delle centrali con conseguenti prospettive di vita ben superiori ai 30 anni (c.d. *repowering*). In ogni caso, in caso di cessazione definitiva dell'attività produttiva, gli aerogeneratori dovranno essere smantellati.

Conseguentemente, la necessità di prevenire adeguatamente i rischi di deterioramento della qualità ambientale e paesaggistica conseguenti ad un potenziale abbandono delle strutture e degli impianti impone di prevedere, già in questa fase, adeguate procedure tecnico-economiche per assicurare la dimissione del parco eolico ed il conseguente ripristino morfologico-ambientale delle aree interessate dalla realizzazione dell'opera.

Nell'ottica di assicurare la disponibilità di adeguate risorse economiche per l'attuazione degli interventi di dimissione e recupero ambientale, i relativi costi saranno coperti da specifica polizza fidejussoria, a tale scopo costituita dalla società titolare dell'impianto (Green Energy Sardegna 2 s.r.l.) in accordo con quanto previsto dalle norme vigenti.

La fase di *decommissioning* delle turbine in progetto, della durata complessiva stimata in circa 12 mesi, consisterà nelle attività descritte in dettaglio nello specifico elaborato progettuale (Elaborato PA-R.11 - *Piano di dimissione e costi relativi*).

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  71 di 77

## 9 CANTIERIZZAZIONE E MESSA A REGIME

### 9.1 Premessa

Nel seguito saranno sinteticamente descritte le attività inerenti alla fase realizzativa dei lavori di costruzione del Parco eolico "Bitti – Area PIP", con particolare riferimento all'organizzazione e alle modalità operative del cantiere. Per maggiori approfondimenti sull'argomento si rimanda agli elaborati allegati al Progetto definitivo dell'impianto.

La realizzazione dell'impianto eolico è suddivisibile in parti distinte le cui interferenze reciproche nella fase costruttiva saranno molto limitate. Le parti principali, in cui verrà operativamente suddiviso l'intervento nell'ambito della fase costruttiva sono:

- 1) Cantiere generale dell'impianto eolico, funzionale alla costruzione delle infrastrutture civili ed all'installazione degli aerogeneratori nel territorio di Bitti;
- 2) Cantiere itinerante delle linee elettriche MT di collegamento degli aerogeneratori, con la prevista stazione elettrica 30/150 kV in loc. *Comide Tanca* (Buddusò) e tracciato degli elettrodotti in parte ricadente in territorio di Osidda (NU).

### 9.2 Caratteristiche delle lavorazioni



L'appalto delle opere civili del campo eolico comprenderà:

- le attività di realizzazione e finitura delle strade, delle piazzole e degli scavi dell'impianto eolico;
- le opere in cemento armato funzionali alla realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori;
- la realizzazione delle linee MT di collegamento tra gli aerogeneratori e la stazione elettrica MT/AT;
- la realizzazione di interventi impiantistici collaterali, funzionali all'entrata in esercizio degli aerogeneratori.

#### 9.2.1 Opere civili dell'impianto eolico

I lavori di tipo civile possono ricondursi alle seguenti attività principali:

1. allestimento dell'area di cantiere generale e dell'area di trasbordo, da realizzarsi prevedibilmente in comune di Osidda;
2. locale adattamento della viabilità di accesso al sito del parco eolico funzionale a renderla adeguata al transito dei mezzi di cantiere ed alle operazioni di trasporto della componentistica degli aerogeneratori presso il sito di intervento;

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 72 di 77

3. allestimento della viabilità interna del parco eolico al fine di assicurare l'accessibilità di ciascuna postazione eolica ai mezzi d'opera ed ai veicoli di trasporto della componentistica degli aerogeneratori;
4. approntamento degli interventi funzionali alla regimazione delle acque superficiali;
5. realizzazione degli scavi funzionali all'allestimento delle piazzole di cantiere nonché alla realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori, comprensivi degli spazi destinati al posizionamento e montaggio delle gru;
6. realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori e dei collegamenti all'impianto di terra;
7. approntamento delle piazzole di cantiere funzionali al montaggio degli aerogeneratori;
8. scavo e posa dei cavidotti MT interrati di interconnessione aerogeneratori e collegamento con la stazione di utenza;
9. completamento delle principali opere civili delle piazzole degli aerogeneratori,
10. realizzazione delle opere di ripristino morfologico e ambientale dell'area interessata dai lavori (eliminazione delle porzioni di piazzole e viabilità di cantiere non necessaria alle ordinarie fasi di gestione e manutenzione del parco eolico, ripristino dell'area del cantiere di base e dell'area di trasbordo, realizzazione di opere a verde e di rinaturalizzazione);
11. smobilizzo del cantiere.

### 9.2.2 Fornitura e montaggio dell'aerogeneratore

I lavori per la fornitura e montaggio degli aerogeneratori possono articolarsi nelle seguenti attività:



1. Trasporto e posizionamento a piè d'opera dei componenti.
2. Preassemblaggio a terra dei singoli tronchi della torre.
3. Montaggio dei tronchi della torre.
4. Assemblaggio a terra e successivo posizionamento della navicella.
5. Posizionamento delle pale.
6. Allacciamento elettrico alla prevista SSE 30/150 kV, prove funzionali ed avviamento.

### 9.2.3 Opere per la realizzazione delle linee elettriche MT e AT

La realizzazione delle linee elettriche MT si articolerà schematicamente nelle seguenti fasi di lavoro:

1. allestimento del cantiere e/o dell'area di deposito;
3. scavo e posa dei cavidotti interrati;



<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  73 di 77	

4. realizzazione delle giunzioni e delle prese di terra e successivo riempimento e costipazione del terreno negli scavi;
5. attività propedeutiche alla messa in servizio delle linee distribuzione di energia;
6. opere di ripristino morfologico e ambientale (ripristino al primitivo stato dei terreni) dell'area interessata dai lavori;
7. smobilizzo del cantiere;
8. collaudo e messa in servizio.

#### 9.2.4 Opere civili per l'allestimento della stazione di utenza MT/AT



I lavori connessi all'approntamento della stazione di trasformazione MT/AT sono i seguenti:

1. allestimento del cantiere;
2. sistemazione preliminare del terreno attraverso operazioni di scavo e riporto;
3. realizzazione di muri in c.a. e recinzione perimetrale;
4. realizzazione delle fondazioni e dei basamenti in c.a.;
5. realizzazione delle vie cavo per cavi MT e BT compresi i pozzetti in c.a.
6. realizzazione della rete di terra;
7. realizzazione del fabbricato servizi di stazione;
8. smobilizzo del cantiere.

#### 9.2.5 Montaggi elettromeccanici della sezione 30/150 kV della stazione di utenza

I montaggi elettromeccanici della SSE di trasformazione MT/AT consisteranno nelle seguenti attività:

1. montaggi elettromeccanici:
  - montaggio passante cavo- aereo AT
  - montaggio interruttori AT;
  - montaggio sezionatori AT;
  - montaggio trasformatore MT/AT;
  - montaggio trasformatori di misura TVC e TA;
  - montaggio scaricatori di sovratensione AT;
  - montaggio carpenteria a traliccio di stazione;
  - montaggio carpenteria tubolare;

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  74 di 77

- montaggio isolatori di sbarra stazione;
- esecuzione collegamenti AT in corda e/o tubo di alluminio;

2. montaggi dei servizi ausiliari:

- installazione quadri BT;
- posa cavi BT;
- esecuzione collegamenti BT;
- realizzazione impianto di illuminazione esterna;
- realizzazione di impianti tecnologici di edificio;

3. montaggi del sistema di protezione, comando e controllo (SPCC):

- installazione armadi e quadri BT;
- posa cavi BT e fibra ottica;
- esecuzione collegamenti BT e fibra ottica;
- installazione apparati centralizzati di stazione;
- installazione apparati di telecontrollo;

4. energizzazione.



*9.2.6 Realizzazione opere di rete all'interno della SSE RTN 150 kV Buddusò*

1. realizzazione opere civili;
2. esecuzione montaggi elettromeccanici;
3. collaudi e energizzazione;
4. smobilizzo del cantiere.

*9.2.7 Gestione delle terre e delle rocce da scavo*



I lavori per la gestione delle terre e delle rocce da scavo si inseriscono all'interno dei lavori di tipo civile e comporteranno le seguenti attività:

1. Stoccaggio dei materiali di scavo a bordo delle aree di lavorazione;
2. Frantumazione in loco del materiale roccioso oggetto di scavo al fine di favorirne il recupero per la formazione dei rilevati di strade e/o della piazzola ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.;

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  75 di 77	

3. carico dei mezzi necessari;
4. riutilizzo in sito del materiale scavato per rinterri, riempimenti e ripristini.

Per la descrizione delle attività previste nell'ambito della gestione dei materiali di scavo si rimanda al *Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti* facente parte del progetto definitivo (Elaborato PA-R.14).

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> SIA-R.2
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b> 76 di 77

## 10 CRONOPROGRAMMA PRELIMINARE DEI LAVORI

Il processo realizzativo per i lavori in oggetto comporterà, prevedibilmente, il coinvolgimento di almeno n. 2 imprese/società appaltatrici e di un numero variabile di eventuali imprese subappaltatrici per l'esecuzione di lavorazioni specialistiche, come di seguito riportato:



Appaltatore/Fornitore	Attività Diretta	Eventuali attività in Subappalto
Opere Edili e impiantistiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Movimenti terra strade e piazzole (sbancamenti e rilevati).</li> <li>– Fondazioni (scavi e opere in c.a.).</li> <li>– Scavi e riempimenti cavidotti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Posa in opera dei cavi (cavi MT, fibre ottiche, corda di terra, ecc.), terminazione dei cavi MT e cablaggi.</li> <li>– Realizzazione e allestimento SSE ed esecuzione opere di rete.</li> <li>– Opere a verde e di rinaturalizzazione;</li> </ul>
Fornitore in opera aerogeneratori	Montaggi meccanici ed elettrici.  Avviamenti.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– trasporto in opera dei componenti;</li> <li>– gruaggi.</li> </ul>

Come filosofia generale, per questa tipologia di impianti, considerata la limitata possibilità di circolazione e manovra di mezzi, è frequentemente esclusa la contemporanea presenza degli appaltatori delle opere edili e del fornitore in opera dell'aerogeneratore. Ciò per evitare disfunzioni derivanti dalla sovrapposizione di lavorazioni estremamente diversificate con esigenze tecnico-operative spesso incompatibili.

Tale approccio è tanto più frequente quanto minore è il numero di aerogeneratori da installare, con conseguente contrazione degli spazi operativi e limitata possibilità di circolazione dei mezzi d'opera.

La sequenza tipica delle lavorazioni in un cantiere di impianto eolico è la seguente:

1. Predisposizione di tutte le opere ed infrastrutture civili, compresa la realizzazione dei cavidotti di impianto, suddivisa nelle seguenti sottofasi:

<b>COMMITTENTE</b> Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  SIA-R.2
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b>  www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	<b>PAGINA</b>  77 di 77	

- a. Realizzazione viabilità (nuova e riattamento esistente);
  - b. Conformazione della piazzola;
  - c. Realizzazione fondazione aerogeneratore e maglia di terra;
  - d. Allestimento piazzola;
  - e. Realizzazione cavidotto di impianto.
2. Trasporto in sito, assemblaggio e montaggio aerogeneratore;
  3. Opere di finitura (regimazione idraulica e sistemazione ambientale).

I cavidotti MT potranno essere realizzati in parallelo alle opere relative all'impianto eolico, giacché completamente svincolate da queste ultime.

Per la realizzazione degli interventi previsti dal presente progetto può stimarsi una durata indicativa dei lavori di circa 18 mesi con uno sviluppo delle attività ipotizzato secondo quanto riportato nel cronoprogramma riportato nell'Elaborato PA-R.9 - *Cronoprogramma degli interventi*.