



Nuovo impianto per la produzione  
di energia da fonte eolica  
nei comuni di Ballao e Armungia (SU)

QUADRO DI RIFERIMENTO  
PROGETTUALE

Rev. 0.0

Data: 09 NOVEMBRE 2020

VIA-WIND001.REL012C

Committente:

**Econergy Project 2 S.r.l.**  
via Alessandro Manzoni n. 30  
20121 MILANO (MI)  
C. F. e P. IVA: 10982660960  
PEC: [econergyproject2@legalmail.it](mailto:econergyproject2@legalmail.it)

Incaricato:

**Queequeg Renewables, ltd**  
Unit 3.21, 1110 Great West Road  
TW80GP London (UK)  
Company number: 111780524  
email: [mail@qenter.co.uk](mailto:mail@qenter.co.uk)

## SOMMARIO

1	Introduzione.....	4
2	Norme tecniche che regolano la realizzazione dell'opera .....	5
3	Descrizione generale del processo produttivo .....	9
4	Analisi delle alternative progettuali .....	11
4.1	Premessa.....	11
4.2	La scelta localizzativa .....	11
4.3	Alternative di layout.....	13
4.4	"Opzione zero" e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell'intervento .....	15
5	Caratteristiche tecniche dell'opera e motivazioni delle scelte progettuali .....	18
5.1	Analisi delle potenzialità anemologiche ed energetiche .....	18
5.2	Gli interventi in progetto .....	19
5.3	Infrastrutture elettriche .....	20
5.3.1	Configurazione elettrica dell'impianto eolico .....	20
5.3.2	Aerogeneratori.....	20
5.3.3	Distribuzione dell'energia e collegamento tra gli aerogeneratori.....	22
5.3.4	Sottostazione di trasformazione (Progetto impianto utente) .....	29
5.3.5	Progetto impianto gestore di rete .....	35
5.3.6	Opere di rete.....	36
6	Opere stradali .....	37
6.1	Premessa.....	37
6.2	Viabilità di accesso al sito.....	38
6.3	Viabilità di servizio del parco eolico .....	39
6.4	Piazzole di macchina .....	45
6.5	Fondazione aerogeneratore.....	46
6.6	Opere di regolazione dei deflussi .....	47
7	Interventi di mitigazione generali di buona conduzione del cantiere .....	48
7.1	Criteri generali di mitigazione .....	48
7.2	Misure specifiche di tutela e ripristino delle formazioni vegetali interessate.....	48
7.3	Misure a tutela dell'avifauna .....	50
7.4	Interventi di ripristino morfologico: criteri esecutivi .....	51
8	Superfici occupate .....	52
9	Aree di cantiere di base .....	53
10	Movimenti di terra.....	54
11	Dismissione e ripristino dei luoghi .....	56

---

12	Cantierizzazione e messa a regime .....	57
12.1	Caratteristiche delle lavorazioni.....	57
12.1.1	Opere civili dell'impianto eolico.....	57
12.1.2	Fornitura e montaggio dell'aerogeneratore .....	58
12.1.3	Opere per la realizzazione delle linee elettriche MT e AT.....	58
12.1.4	Opere civili per l'allestimento della stazione di utenza MT/AT .....	58
12.1.5	Montaggi elettromeccanici della sezione 30/150 kV della stazione di utenza.....	58
12.1.6	Realizzazione opere di rete all'interno della SSE RTN 150 kV .....	59
12.1.7	Gestione delle terre e delle rocce da scavo .....	59
13	Cronoprogramma preliminare dei lavori.....	64

## 1 Introduzione

Il presente Studio di Impatto Ambientale (nel seguito SIA) è parte integrante della documentazione tecnico-progettuale predisposta ai fini dell'espletamento della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) del progetto di un impianto eolico da realizzarsi nel territorio comunale di Ballao - Provincia del Sud Sardegna, in località "Brunco 'e Niada", proposto dalla società **Econergy Project 2 S.r.l.**, società del gruppo Econergy (in seguito Econergy o Econergy Group) con sede a Milano.

La presente sezione dello SIA 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 il gruppo di progettazione ha ritenuto opportuno adottare al fine di assicurare un accettabile inserimento dell'opera nell'ambiente.

Le informazioni tecniche qui riportate sono tratte dagli elaborati di progetto ai quali si rimanda per ogni dettaglio.

## 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).

### 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".
- 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
- 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.

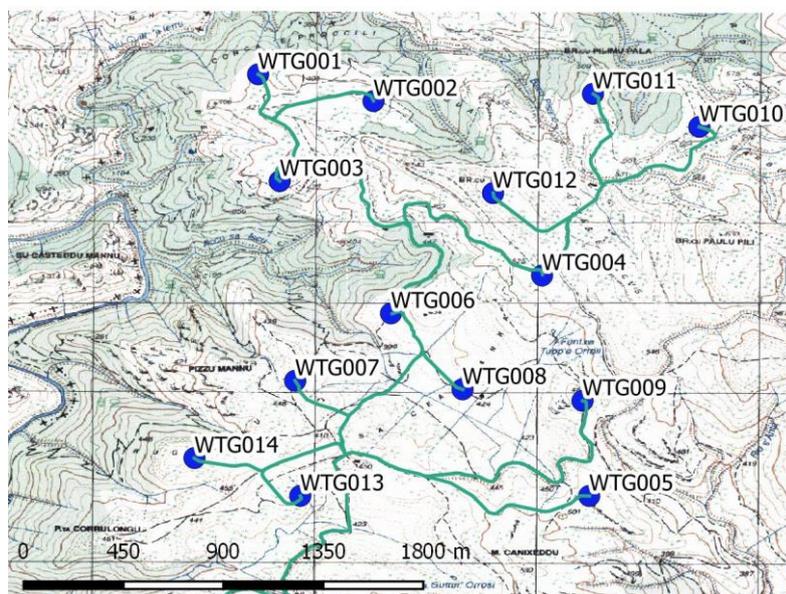
---

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

### 3 Descrizione generale del processo produttivo

L'impianto eolico in progetto sarà composto da n. 14 aerogeneratori (ubicati nel comune di Ballao), 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 di 135 m alla cui sommità è fissata una "navicella", che supporta un "rotore" di tipo tripala avente diametro 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 220 m.



**Figura 3.1 - Inquadramento WTG su IGM scala 1:25.000**

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 sarà convogliata verso la futura stazione elettrica SE 150 kV "Armungia", gestita dall'operatore Terna S.p.A., tramite un cavidotto in media tensione a 30 kV interamente interrato su strada, che raggiungerà la stazione di trasformazione della tensione di competenza del proponente, prevista nelle vicinanze della stazione RTN. Questa innalzerà la tensione della corrente prodotta dall'impianto da 30 kV a 150 kV per poi convogliarla nella rete elettrica dell'operatore di alta e altissima tensione per poter essere dispacciata sul territorio servendo utenze civili e commerciali.

La nuova Stazione Elettrica "Armungia" verrà realizzata in entra-esce sulla linea elettrica RTN Goni-EAF Armungia. Dalla medesima SE verrà realizzato un ulteriore elettrodotto da 150 kV che collegherà la stazione alla nuova SE Burcei, realizzata in entra-esce sulla linea RTN Muravera-Selargius.

In base ai dati anemologici disponibili ed alle caratteristiche di funzionamento dell'aerogeneratore prescelto la Ecoenergy Project 2 ha stimato una produzione energetica pari a circa 263 GWh, corrispondente a 2.850 ore equivalenti<sup>1</sup> di funzionamento a potenza nominale.

---

<sup>1</sup> Per "ore equivalenti" si intendono il numero di ore necessarie a piena potenza in un anno per realizzare l'energia corrispondente a 1 kWh per ogni kW di potenza installata.

## 4 Analisi delle alternative progettuali

### 4.1 Premessa

Come evidenziato in sede di progetto, la società Eenergy ha come obiettivo lo sviluppo, la realizzazione e la gestione di impianti di produzione energetica a fonte rinnovabile.

Sulla base dell'esperienza maturata nello specifico settore, dello studio del territorio regionale e delle sue potenzialità anemologiche, Eenergy Project 2 ha individuato, nel territorio sardo, alcuni siti idonei per la realizzazione di impianti eolici.

Tra i siti eolici individuati, il sito di Ballao, località "Bruncu e' Niada", 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 esaminate le possibili soluzioni alternative relativamente alla configurazione di layout nonché alla scelta della tipologia di aerogeneratore da installare.

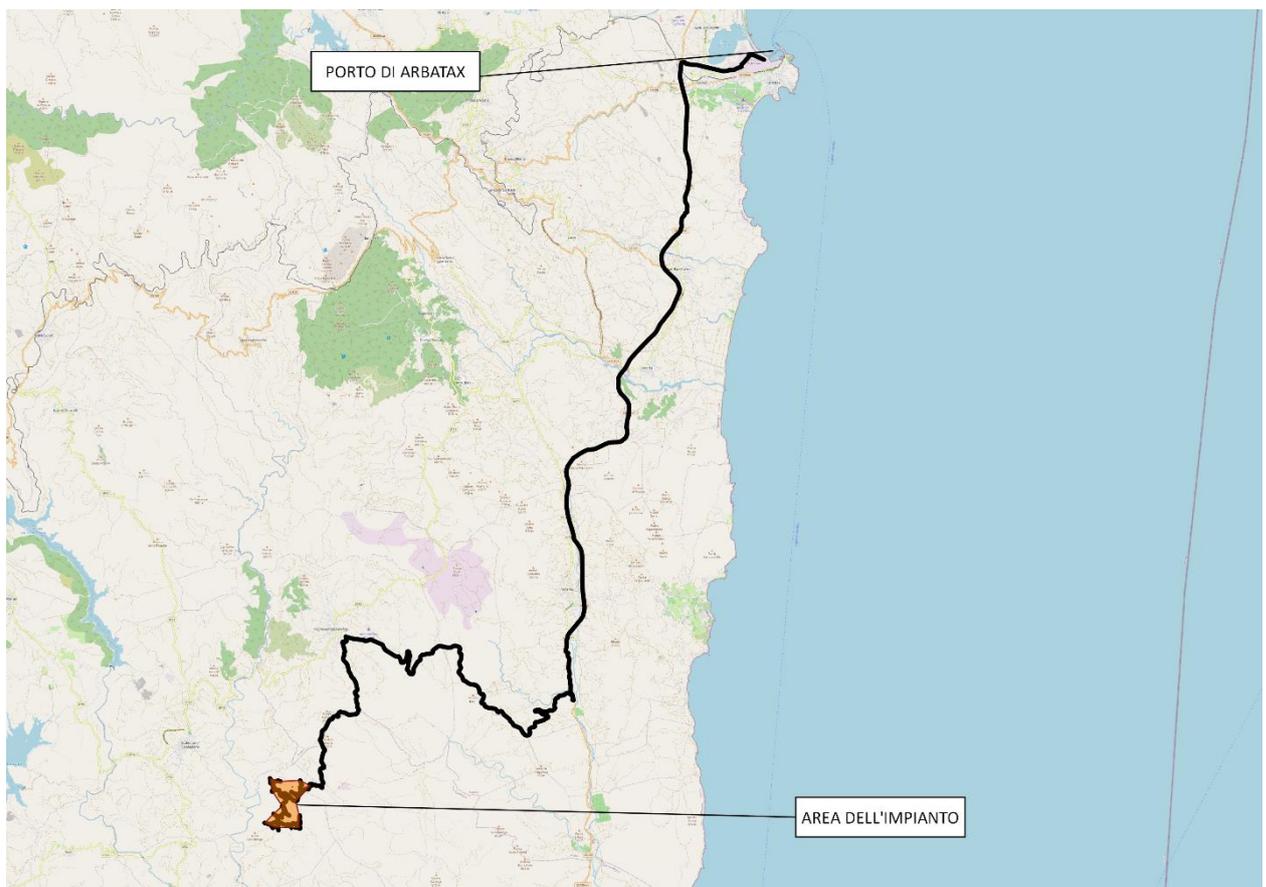
Nel seguito saranno illustrati i criteri che hanno orientato le scelte progettuali e si procederà a ricostruire un ipotetico scenario conseguente alla cosiddetta "opzione zero", ossia di non realizzazione degli interventi.

### 4.2 La scelta localizzativa

La scelta del sito di Ballao per la realizzazione di una centrale eolica presenta importanti elementi favorevoli, derivanti principalmente: dalla disponibilità della risorsa energetica, in ragione delle condizioni morfologiche e di esposizione del territorio; dalle caratteristiche insediative, contraddistinte dalla sostanziale assenza di ricettori potenzialmente esposti ai disturbi originabili dal funzionamento dell'impianto; dalle buone condizioni di accessibilità generali e dalle favorevoli condizioni di infrastrutturazione della rete elettrica.

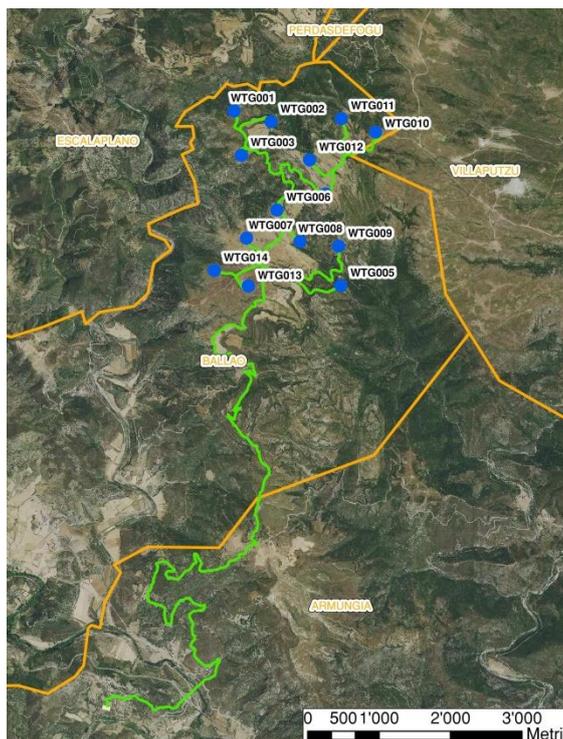
Con riferimento alle risorse anemologiche, di importanza centrale rispetto alla fattibilità dell'opera, le informazioni preliminari a disposizione provengono da stime di potenzialità energetica ottenute attraverso l'elaborazione di dati di ventosità scaturiti da rilevazioni satellitari. Al fine di consentire una valutazione sito-specifica del potenziale energetico è in ogni caso prevista l'installazione, presso l'area di progetto, di una torre anemometrica che acquisirà i dati di ventosità per un periodo massimo di 36 mesi. Ai fini del conseguimento delle abilitazioni all'installazione della TA si procederà all'attivazione di una procedura attraverso lo sportello SUAPE, in accordo con la disciplina prevista dal D.Lgs. 28/2011 e dal DM 10/09/2010.

La viabilità prevista per il trasporto della componentistica degli aerogeneratori al sito di installazione si sviluppa dal porto di Arbatax, scalo di riferimento per l'arrivo dei componenti, interessando strade di livello statale, provinciale e comunale. Le attuali condizioni geometriche e di servizio della predetta viabilità principale sono sostanzialmente idonee per le finalità descritte, a meno di puntuali interventi che si renderanno necessari per consentire il transito dei convogli speciali in condizioni di sicurezza (temporanei allargamenti, rimozione di cartellonistica, eliminazione temporanea di cavi elettrici o telefonici, ecc.).



**Figura 4.1 Viabilità di approvvigionamento dei componenti del campo eolico**

Sotto il profilo delle condizioni infrastrutturali della rete elettrica, il Proponente ha positivamente valutato la fattibilità tecnico-economica delle opere di connessione alla rete elettrica nazionale, e quindi la realizzazione di una stazione di trasformazione MT/AT in prossimità di una futura SE RTN di Terna S.p.A. presso cui avverrà il vettoriamento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori.



**Figura 4.2 Inquadramento su ortofoto degli aerogeneratori e del cavidotto a 30 kV**

Sotto il profilo naturalistico, come evidenziato nelle altre sezioni dello SIA, l'area individuata per la realizzazione del proposto impianto eolico non ricade all'interno di nessun Sito di Importanza Comunitaria (SIC) né di nessuna Zona a Protezione Speciale (ZPS). I SIC / ZPS più prossimi sono ubicati a distanze significative dall'area di progetto (superiori ai 10 km), tali da ritenere ragionevolmente trascurabile ogni potenziale effetto dell'opera sullo stato di conservazione delle specie e habitat che ne hanno previsto l'istituzione.

Ad ogni buon conto, nella consapevolezza dell'opportunità di assicurare una adeguata tutela dell'avifauna e della chiroterofauna, nell'aprile 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. Le metodologie di rilevamento adottate sono quelle indicate nel "Protocollo di Monitoraggio dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna" a cura dell'ANEV, dell'Osservatorio Nazionale Eolico e Fauna, di Legambiente ed in collaborazione con ISPRA.

### 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 dalla Proponente, è stata definita sulla base di numerosi fattori di carattere tecnico-realizzativo e ambientale con particolare riferimento ai seguenti:

- Contenere gli effetti ambientali, per quanto tecnicamente possibile, a carico di ambiti caratterizzati da maggiore integrità dei valori paesaggistici e identitari del territorio, rappresentati, nel caso specifico, dalle aree con copertura arboreo-arbustiva naturaliforme e dai corsi d'acqua;
- 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;
- prevedere 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 nell'allegata Relazione paesaggistica (Elaborato VIA-WIND001.REL022).

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. La vegetazione da rimuovere per la realizzazione delle opere, infatti, è rappresentata in netta prevalenza da formazioni erbacee e di gariga a scarsa naturalità. Ove si renderà necessario intervenire su aree interessate da formazioni a discreto grado di naturalità con presenza di individui arborei è stata prevista la compensazione degli esemplari abbattuti con operazioni di rivegetazione che verranno messe in atto al termine dei lavori;
- 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.

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 Ballao, in località "Bruncu 'e Niada", 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 che saranno oggetto di adeguamenti;
- la disponibilità di adeguati spazi potenzialmente idonei all'installazione di aerogeneratori, in rapporto alla bassissima densità abitativa della zona di interesse.

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

Come sottolineato a più riprese all'interno del presente SIA, l'intervento proposto si inserisce in un quadro programmatico internazionale e nazionale di deciso impulso all'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili (FER). 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 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 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 Ballao è dunque maturata in tale quadro generale ed è scaturita da approfondite valutazioni tecnico-economiche e ambientali.

In questo senso, sebbene le analisi specialistiche abbiano ragionevolmente escluso rilevanti interferenze dirette delle opere con gli elementi più sensibili del sistema ambientale, o interferenze che non possano essere adeguatamente controllate con un opportuno approfondimento delle conoscenze (avifauna) e mirate compensazioni (locale interessamento di aree con copertura arboreo/arbustiva naturaliforme), 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 del 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, contrastano 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 climalteranti 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 Ballao, come più diffusamente argomentato nel Quadro di riferimento ambientale e nella Relazione paesaggistica, lo stesso risulta profondamente segnato dalla storica vocazione agricola, che rappresenta la principale risorsa economica e identitaria del territorio.

In questo quadro, nel segnalare i perduranti segni di crisi dell'economia agricola, particolarmente avvertita nei centri dell'interno della Sardegna, rispetto ai quali Ballao 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.

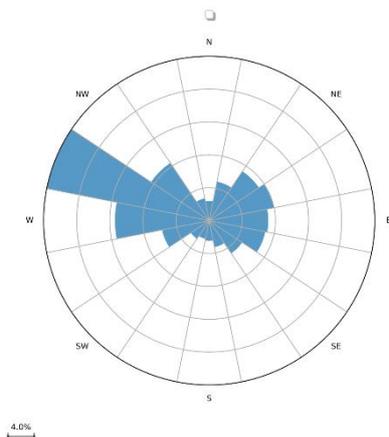
Al riguardo, devono necessariamente segnalarsi le rilevanti difficoltà di numerosi comuni dell'interno rispetto alla definizione di programmi organici di gestione integrata delle valenze ambientali espresse dai propri territori, rispetto alla cui definizione, attuazione e monitoraggio, il reperimento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

## 5 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.

### 5.1 Analisi delle potenzialità anemologiche ed energetiche

Come riportato nella relazione tecnica generale, la valutazione della risorsa anemologica e quindi della capacità produttiva dell'impianto in progetto è stata condotta preliminarmente ricorrendo a dati satellitari del flusso del moto ventoso in una zona con un buffer di 9km dal perimetro del sito. La produzione



**Figura 5.1 Rosa dei Venti della risorsa vento**

energetica è calcolata stimando l'energia eolica che verrà captata dalla superficie di ogni aerogeneratore per essere poi convertita in energia elettrica attraverso la curva di potenza resa disponibile dal produttore del generatore. Alla produzione energetica lorda vengono applicate le perdite dovute all'effetto scia tra gli aerogeneratori (per quanto non preponderante) in funzione della disposizione dei generatori eolici rispetto al vento dominante, alla rarefazione dell'aria dovuta alla quota da livello del mare, all'indisponibilità della rete elettrica e alle stesse perdite elettriche.

Sulla base dei dati al momento disponibili, il vento dominante è il Maestrale, con direzione Ovest-Nordovest; altri venti di rilevanza minore sono Grecale e Scirocco, dovuti in particolare alla collocazione geografica del sito esposta a due fronti marittimi con caratteristiche diverse, ossia il Mar Tirreno e il Mar Mediterraneo meridionale.

In funzione dei dati rilevati ed elaborati si stima che il progetto avrà una producibilità pari a circa 2.850 ore equivalenti<sup>2</sup>, con una generazione annua attesa pari a circa 263 GWh.

Si rimanda alla relazione sulla potenzialità anemologica [VIA-WIND001.REL039] per i dettagli di merito.

<sup>2</sup> Per "ore equivalenti" si intendono il numero di ore necessarie a piena potenza in un anno per realizzare l'energia corrispondente a 1 kWh per ogni kW di potenza installata.

## 5.2 Gli interventi in progetto

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

- interventi di adeguamento della esistente viabilità di accesso al sito del parco eolico al fine di assicurare il rispetto dei requisiti geometrico-costruttivi previsti dal fornitore degli aerogeneratori, con particolare riferimento alla larghezza della carreggiata che, ove non già sufficiente, verrà portata a 5m, e all'adeguamento del profilo planoaltimetrico e dei raggi di curvatura orizzontali e verticali;
- laddove necessario, realizzazione di nuova viabilità per assicurare l'accesso a ciascun aerogeneratore;
- realizzazione delle opere in cemento armato di fondazione delle torri di sostegno (Elaborato VIA-WIND001.REL013);
- realizzazione di piazzole di cantiere per il posizionamento delle gru che verranno ridotte al termine dei lavori per consentire le ordinarie attività di gestione e manutenzione dell'impianto;
- approntamento della rete di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche al fine di scongiurare ristagni o accumuli e prevenire dissesti a carico della viabilità di progetto e delle piazzole, comprensiva delle opere di smaltimento e recapito delle stesse presso i compluvi naturali;
- installazione degli aerogeneratori;

Al termine dei lavori di installazione e collaudo funzionale degli aerogeneratori:

- laddove si sia reso necessario procedere all'eliminazione di esemplari arborei o arbustivi che interferiscono con le aree di cantiere si procederà al preventivo espianto degli stessi ed al successivo reimpianto in aree limitrofe, assicurando ove possibile un effetto di mascheramento visivo delle piazzole e della viabilità di progetto;
- 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;
- installazione di un sistema di monitoraggio radar della piccola, media e grande avifauna.

Ai predetti interventi, funzionali all'installazione ed operatività delle macchine eoliche, si affiancheranno tutte le opere riferibili all'infrastrutturazione elettrica, di seguito descritte.

### 5.3 Infrastrutture elettriche

Le informazioni seguenti sono desunte dalla relazione tecnica generale di progetto (Elaborato VIA-WIND001.REL001), dalla relazione degli impianti elettrici (Elaborato VIA-WIND001.REL005a) e da quella di impianto di connessione alla linea AT (Elaborato VIA-WIND001.REL005c).

#### 5.3.1 Configurazione elettrica dell'impianto eolico

Il progetto prevede l'installazione di n. **14** aerogeneratori con potenza nominale di **6,6 MW** ciascuno per una potenza nominale totale di **92,4 MW**.

L'impianto eolico in progetto sarà del tipo *grid-connected* e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete di trasmissione in Alta Tensione a 150 kV mediante cabina di trasformazione MT/AT (cabina di "step-up" o Sottostazione Elettrica Utente) di competenza del proponente, collegata in antenna alla nuova stazione elettrica di Terna S.p.A. denominata "SE Armungia".

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) fornita da Terna S.p.A. prevede che l'impianto in questione sia connesso in antenna alla RTN a 150 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) denominata "Armungia" (SE Armungia). Per connettere l'impianto alla SE Armungia è necessario che il proponente realizzi la SSEU di cui sopra.

Dal punto di vista geografico, l'impianto eolico è situato in località "Bruncu e Niada" in agro del Comune di Ballao (SU).

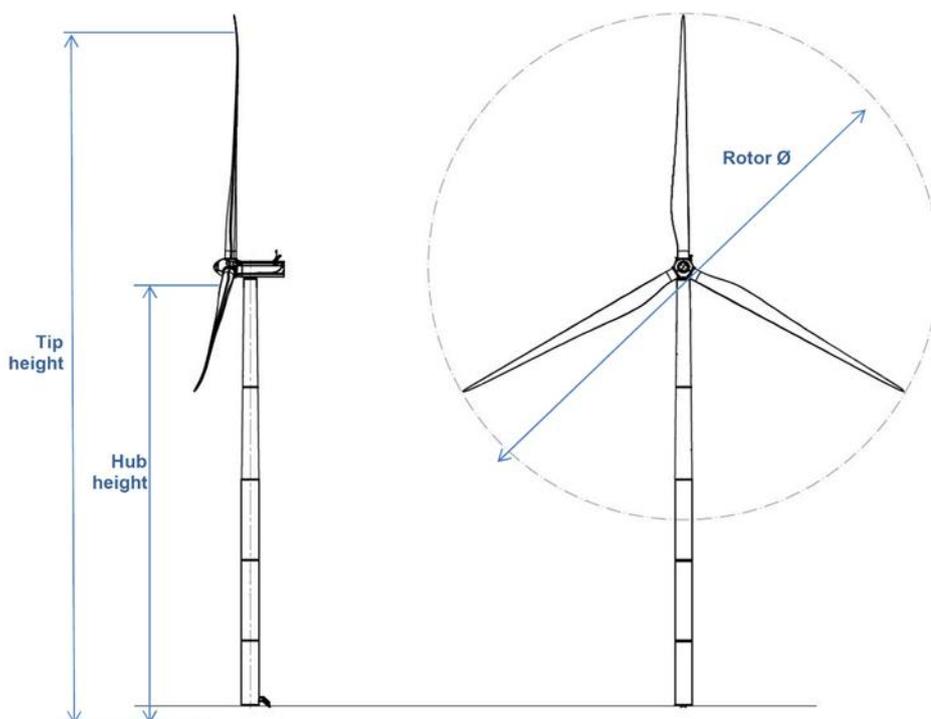
Una piccola parte del cavidotto MT 30 kV interno al parco eolico, in corrispondenza dell'aerogeneratore n. 10, si sviluppa nel territorio del Comune di Villaputzu (SU).

La linea elettrica MT a 30 kV interrata, che connette il sito di produzione alla Sottostazione Elettrica Utente (SSEU), è dislocata, per la parte iniziale di circa 5400 metri, nel territorio comunale di Ballao e, per la parte terminale di circa 8700 metri, nel territorio comunale di Armungia (SU). La Sottostazione Elettrica Utente si trova nel comune di Armungia (SU).

#### 5.3.2 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori previsti sono macchine con potenza nominale pari a 6,6 MW, orientati sopravento, con controllo attivo del *pitch* delle pale e dello *yaw* della navicella (c.d. movimento di imbardata). Per la progettazione di dettaglio, ai fini della valutazione dei carichi, delle dimensioni e di tutti i valori tecnici e di ingombro architettonico si è fatto riferimento agli aerogeneratori SG-170 del costruttore Siemens-Gamesa.

In fase realizzativa il modello di aerogeneratore prescelto potrà però essere differente, ferme restando le caratteristiche tecniche e dimensionali del modello di riferimento.



**Figura 5.2 Generatore eolico ad asse orizzontale**

Il rotore (*rotor*) del generatore è composto da tre pale ognuna di lunghezza pari a 83,33 metri. Nel complesso, il gruppo rotante ha un diametro di 170 metri, e spazia un'area pari a 22.686,5 metri quadrati. Il mozzo del generatore sarà collocato ad un'altezza di 135 metri (*hub height*), mentre l'altezza massima raggiunta da ogni generatore (*tip height*), inclusa l'altezza massima da terra delle pale, sarà di 220 metri.

Ognuna delle tre pale è controllata da un gruppo di motoriduttori che ne regolano il *pitch* generando l'effetto di portanza necessario a ottimizzare la coppia rotante generata dal flusso del vento o, in caso di fermo macchina, a garantire assieme al freno lo stazionamento del rotore per manutenzione o non disponibilità della rete.

La navicella su cui è montato il gruppo rotore comprensivo delle pale sarà montato sulla torre con una ralla di brandeggio (*yaw*) anch'essa controllata da un gruppo di motoriduttori che orienteranno il generatore sopravvento rispetto al vento, massimizzando la captazione del flusso d'aria da parte della superficie del rotore. Sulla navicella sarà inoltre installato un gruppo di sensori che, collegati al sistema di controllo,

governerà orientamento della navicella, inclinazione delle pale, freno dell'albero motore e ogni altra attività del generatore.

Il moto rotatorio dell'albero del generatore alimenta un generatore asincrono che produrrà energia elettrica ad una tensione trifase di 690 V e 50 Hz. L'energia prodotta dall'alternatore viene elevata in tensione tramite un trasformatore 0,69/30 kV e convogliata verso la Rete tramite una linea in cavo interrato che seguirà la viabilità di servizio del parco eolico per collegarsi agli altri aerogeneratori (ELB008b, ELB008c e ELB008d).

Il parco eolico ha un alto livello di automazione, lasciando l'ottimizzazione del *pitch* e del brandeggio degli aerogeneratori a un sistema PLC programmabile che analizza le condizioni di meteo in tempo reale orientando la navicella e ruotando la terna di pale in funzione dell'intensità e della direzione del vento così da ottimizzarne il ciclo produttivo durante la giornata, le stagioni e gli anni. Un sistema di controllo di tipo SCADA, collegato tramite connessione Internet e interconnesso tra le turbine grazie a una rete di fibra ottica interrata assieme all'impianto elettrico interno, trasferirà invece le informazioni riguardo al parco eolico a una stazione di monitoraggio remota.

Ciascun aerogeneratore contiene al suo interno:

- Un alternatore asincrono da 6,6 MW nominali posto nella navicella a 135 metri di altezza;
- Un trasformatore BT/MT 0,69/30 kV da 7 MVA posto anch'esso nella navicella;
- Un quadro MT dislocato alla base della torre;
- Quadro BT di potenza dislocato nella navicella;
- Quadro BT ausiliari alla base della torre.

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

#### 5.3.3.1 Schema elettrico dell'impianto

L'impianto sarà elettricamente suddiviso in 2 sezioni da 7 aerogeneratori ciascuna. Ogni sezione sarà ulteriormente suddivisa in 2 sottocampi secondo il seguente schema:

- Sezione 1:
  - Sottocampo 1
    - Aerogeneratore n. 1
    - Aerogeneratore n. 2
    - Aerogeneratore n. 3
  - Sottocampo 3
    - Aerogeneratore n. 4
    - Aerogeneratore n. 6
    - Aerogeneratore n. 7
    - Aerogeneratore n. 8
- Sezione 2:

- Sottocampo 2
  - Aerogeneratore n. 10
  - Aerogeneratore n. 11
  - Aerogeneratore n. 12
- Sottocampo 3
  - Aerogeneratore n. 5
  - Aerogeneratore n. 9
  - Aerogeneratore n. 13
  - Aerogeneratore n. 14

La Sottostazione Elettrica Utente (nel seguito SSEU o step-up) è trattata nel documento di progetto VIA-WIND001.REL005c.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari (Illuminazione, Videocontrollo, Monitoraggio impianto), sarà richiesta al Distributore una fornitura dedicata in bassa tensione da 50 kW.

Il progetto è redatto secondo le norme CEI ed in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni di Terna S.p.A.

L'impianto avrà origine dal punto di connessione a 150 kV all'interno della Sottostazione Elettrica Utente. All'interno della SSEU è previsto un quadro MT, suddiviso in 2 sezioni, che raccoglie le linee MT a 30 kV in arrivo dal parco eolico e le connette con i 2 trasformatori AT/MT descritti nel documento di progetto VIA-WIND001.REL005c.

Lo schema di collegamento degli aerogeneratori è riportato sul documento di progetto VIA-WIND001.ELB008c.

Ai 4 sottocampi corrispondono **4 linee MT a 30 kV in cavo unipolare ARP1H5(AR)E interrato** che collegano l'impianto alla sottostazione MT/AT (step-up).

All'interno di ciascun sottocampo, gli aerogeneratori sono collegati tra loro, in entra – esce, mediante **linee MT a 30 kV in cavo ARP1H5EX tripolare elicordato interrato**.

### 5.3.3.2 Scavi e cavidotti

L'impianto eolico sarà connesso alla Sottostazione Elettrica Utente tramite linee in cavo a 30 kV direttamente interrate. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSEU, saranno delle seguenti tipologie:

- cavi tripolari con anime disposte ad elica visibile e conduttori in alluminio. Tali cavi saranno utilizzati in posa direttamente interrata per l'interconnessione fra gli aerogeneratori (vedi AU-WIND001.ELB008c e AU-WIND001.ELB010a).

- cavi unipolari con conduttori in alluminio riuniti in fasci tripolari a trifoglio. Tali cavi saranno utilizzati in posa direttamente interrata per il vettoriamento dell'energia prodotta dal parco eolico verso la step-up adiacente alla SE Armungia (vedi AU-WIND001.ELB008c e AU-WIND001.ELB010a).

L'isolante dei cavi è costituito da mescola in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di mescola estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva. In generale, per tutte le linee elettriche MT a 30 kV, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi ad una profondità di 1,50 m dal piano di calpestio. Nel progetto in esame è stata ipotizzata l'utilizzazione di cavi MT dotati di protezione meccanica in materiale polimerico (Air Bag); questo cavo consente di evitare la posa di una protezione meccanica supplementare (Norma CEI 11-17 art. 4.3.11 lettera b). In fase esecutiva potrà essere comunque utilizzato un cavo senza armatura a patto di inserire, nella sezione di scavo, una protezione meccanica supplementare (Norma CEI 11-17 - posa tipo M). Per l'attraversamento del Fiume Flumendosa e della Strada Statale 387, è prevista la posa interrata mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC). Si tratta di una tecnologia che consente la posa lungo un profilo trivellato di tubazioni in polietilene, in acciaio o in ghisa sferoidale. Le tubazioni installabili hanno diametri compresi tra 40 mm e 1600 mm e vengono utilizzate per numerosi sottoservizi (acqua, energia, telecomunicazioni etc). Il profilo di trivellazione, definito in fase progettuale, verrà seguito grazie a sistemi di guida estremamente precisi, solitamente magnetici, tali da consentire di evitare ostacoli naturali e/o artificiali e di raggiungere un obiettivo prestabilito, operando da una postazione prossima al punto di ingresso nel terreno della perforazione, con una macchina di perforazione chiamata RIG. Le fasi di lavorazione sono sostanzialmente tre:

- nel corso della prima fase, viene realizzato un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; la fase si conclude con il raggiungimento del punto di uscita prestabilito;
- successivamente sulla testa di perforazione viene montato un opportuno alesatore che permette di allargare il diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti;
- infine, viene tirata nel foro la colonna della tubazione presaldata, completando il lavoro.

La perforazione viene solitamente favorita dall'uso di fluidi come fanghi bentonitici o polimerici e non sono necessari scavi a cielo aperto lungo l'asse di trivellazione. Al termine delle operazioni l'area di lavoro viene restituita allo status quo ante mediante il ripristino dei punti di ingresso e di uscita.

Le TOC sono particolarmente adatte per il superamento di ostacoli, quali fiumi, canali, strade di grande comunicazione, aree pubbliche, aree archeologiche etc.

Nel caso in questione è prevista l'utilizzazione della TOC per posare un tubo di polietilene PN 16 che attraverserà in una unica soluzione il Fiume Flumendosa e la Strada Statale 387. Il cavidotto conterrà tutti i

cavi di energia, il cavo in fibra ottica e il conduttore di terra. I tubi che vengono abitualmente posati, compatibilmente alla tecnologia intrinseca della T.O.C., sono classificati PEAD UNI 7611-76 tipo 312. Questi tubi, in modo particolare per quanto riguarda la resistenza alle sollecitazioni meccaniche, non costituiscono protezione meccanica supplementare ai sensi delle Norme CEI 11-17 e di conseguenza devono essere posati ad una profondità minima di 1,7 m. Il colore deve essere diverso da arancio, giallo, rosso, nero e nero a bande blu.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato AU-WIND001.ELB010a - Tracciato elettrodotti (interno) MT.

La tensione di esercizio dei cavi è pari a 30kV. Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata (vedi documento di progetto VIA-WIND001.ELB008b).

La tabella che segue riporta le tipologie e le formazioni dei cavi MT utilizzati nelle diverse sezioni di impianto (La sigla SSEU sta per Sottostazione Elettrica Utente – La sigla WTG indica l'aerogeneratore). Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla normativa vigente, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi (vedasi la Relazione Calcoli elettrici allegata al documento di progetto VIA -WIND001.ELB008b).

**Tabella 5.1: Tipologie e formazione dei cavi MT**

Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione
<b>QUADRO MT SEEU SEZIONE 1</b>	WTG003	ARP1H5(AR)E unipolare a trifoglio	3x(1x500) mmq
<b>WTG003</b>	WTG001	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>WTG003</b>	WTG002	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>QUADRO MT SEEU SEZIONE 1</b>	WTG007	ARP1H5(AR)E unipolare a trifoglio	3x(1x630) mmq
<b>WTG007</b>	WTG004	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>WTG007</b>	WTG006	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>WTG007</b>	WTG008	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>QUADRO MT SEEU SEZIONE 2</b>	WTG012	ARP1H5(AR)E unipolare a trifoglio	3x(1x500) mmq
<b>WTG012</b>	WTG010	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>WTG012</b>	WTG011	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>QUADRO MT SEEU SEZIONE 2</b>	WTG013	ARP1H5(AR)E unipolare a trifoglio	3x(1x630) mmq
<b>WTG013</b>	WTG005	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>WTG013</b>	WTG009	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq
<b>WTG013</b>	WTG014	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq

5.3.3.3 Caratteristiche dei cavi MT

Si individuano i seguenti cavi MT di collegamento:

- Tratto di cavo, completo di terminazioni, che collega ciascun trasformatore MT/AT ai morsetti di entrata del Dispositivo Generale di Utente MT.

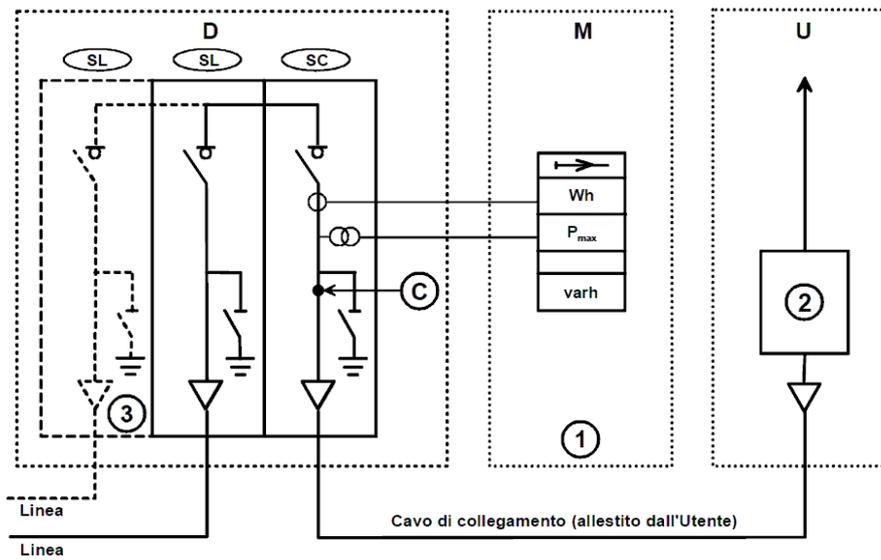


Figura 5.3 Schema di collegamento fra la cabina consegna e impianto di Utente passivo

Dati del cavo

Collegamento Trafo MT/AT con quadro MT sezione 1

Tipo di cavo		ARP1H5(AR)E -30kV
Sezione della linea	[mm <sup>2</sup> ]	3(3x1X500)
Lunghezza della linea	[m]	30 m
Caratteristiche della linea		Tripla terna in cavo unipolare posato a trifoglio direttamente interrato

Collegamento Trafo MT/AT con quadro MT sezione 2

Tipo di cavo		ARP1H5(AR)E -30kV
Sezione della linea	[mm <sup>2</sup> ]	3(3x1X500)
Lunghezza della linea	[m]	30 m
Caratteristiche della linea		Tripla terna in cavo unipolare posato a trifoglio direttamente interrato

**Resistenza di terra**

La resistenza di terra dell'impianto impiegata per la verifica della protezione contro i contatti indiretti è la seguente:

Resistenza dell'impianto di terra a cui è collegato l'impianto elettrico in progetto	[ $\Omega$ ]	2
--	--------------	---

**Massima caduta di tensione all'interno dell'impianto**

I calcoli di progetto sono stati effettuati in modo da garantire in tutto l'impianto un valore massimo della caduta di tensione, calcolata a partire dal punto di origine dell'impianto in progetto, sino a ciascuno dei carichi alimentati.

Caduta di tensione massima ammessa nell'impianto	[%]	3
--	-----	---

**5.3.3.4 Caratteristiche Cavo AT connessione SSE Utente**

Come evidenziato in precedenza, la cabina di step-up MT/AT di competenza del Proponente (SSEU), sarà adiacente alla nuova stazione elettrica "SE Armungia" di Terna S.p.A.

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la cabina di step-up MT/AT, connessa alla rete di trasmissione nazionale. Dai trasformatori si diparte lo stallo AT, costituito da organi di misura, protezione e sezionamento in AT isolati in aria, fino a giungere al punto di connessione con l'adiacente cabina primaria Terna (SE Armungia), attraverso un sistema di sbarre aeree.

Di seguito le caratteristiche di costruzione del cavo AT di collegamento alla SE Armungia:

**Caratteristiche di costruzione:**

Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio corrugato termosaldato

**Caratteristiche dimensionali:**

Diametro del conduttore	38,2 mm
Sezione	1000 mm <sup>2</sup>
Spessore del semi-conduttore interno	1,5 mm
Spessore medio dell'isolante	17,0 mm
Spessore del semi-conduttore esterno	1,3 mm
Spessore guaina metallica	approx 1,9 mm
Spessore guaina	4,1 mm
Diametro esterno nom.	103,0 mm
Sezione schermo	520 mm <sup>2</sup>
Peso approssimativo	9 kg/km

**Caratteristiche elettriche:**

Max tensione di funzionamento	170 kV
-------------------------------	--------

**Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio assenza di correnti di circolazione**

Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	830 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	715 A

**Messa a terra degli schermi - posa in piano assenza di correnti di circolazione**

Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano	910 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	785 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,029 Ohm/km
Capacità nominale	0,23 µF / km
Corrente ammissibile di corto circuito	54,8 kA
Tensione operativa	150 kV

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

#### 5.3.4.1 Premessa generale

La cabina di trasformazione MT/AT (cabina di "step-up" o Sottostazione Elettrica Utente) di competenza del proponente, conetterà la linea MT a 30 kV interrata con la rete di trasmissione in Alta Tensione a 150 kV.

La cabina di step-up MT/AT sarà collegata in antenna alla nuova stazione elettrica di terna S.p.A. denominata "SE Armungia".

#### 5.3.4.2 Descrizione generale della stazione del produttore

##### SEZIONE 150 kV

La porzione di impianto AT di utente sarà così composta (procedendo dal lato impianto verso la SE Armungia di Terna):

- apparati sezione 1
  - o n. 3 TA induttivi lato MT (misure)
  - o n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 45 MVA in ONAN e 63 MVA in ONAF;
  - o n. 1 scaricatore di sovratensioni;
  - o n. 3 TA induttivi lato AT (protezioni);
  - o n. 1 interruttore di protezione generale (DG) che svolge anche la funzione di dispositivo di interfaccia (DDI);
  - o n. 3 TV induttivi (misure);
  - o n. 3 TV capacitivi (protezioni);
  - o n. 1 sezionatore di linea;
  - o n. 1 sistema di distribuzione in corda e sbarre di alluminio;
- apparati sezione 2
  - o n. 3 TA induttivi lato MT (misure)
  - o n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 45 MVA in ONAN e 63 MVA in ONAF;
  - o n. 1 scaricatore di sovratensioni;
  - o n. 3 TA induttivi lato AT (protezioni);
  - o n. 1 interruttore di protezione generale (DG) che svolge anche la funzione di dispositivo di interfaccia (DDI);
  - o n. 3 TV induttivi (misure);

- n. 3 TV capacitivi (protezioni);
- n. 1 sezionatore di linea;
- n. 1 sistema di distribuzione in corda e sbarre di alluminio;
- apparati montante generale
  - n. 1 sezionatore di linea;
  - n. 1 interruttore di protezione generale (DG) che svolge anche la funzione di dispositivo di interfaccia (DDI);
  - n. 1 sezionatore di linea;
  - n. 1 sistema di distribuzione in corda e sbarre di alluminio;

Le distanze di guardia e di vincolo previste per le tensioni di funzionamento saranno progettate in armonia con quanto prescritto dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale anche al fine di ridurre al minimo le indisponibilità per manutenzione. Ove sussistano problematiche relative allo spazio, si può prendere in esame la possibilità di ridurre alcune distanze nel rispetto delle distanze di sicurezza e di quelle strettamente necessarie previste per le operazioni di manutenzione (CeI 11-48).

PRINCIPALI DISTANZE DI PROGETTO	
Distanza fra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori in sorpasso	2,2m
Larghezza degli stalli (se applicabile)	12,5m
Altezza dei conduttori di stallo (se applicabile)	4,5m

Distanze longitudinali tra le principali apparecchiature di stallo	
Distanza tra l'interruttore e lo scaricatore (distanze tra le mezzerie delle apparecchiature)	4m
Distanza tra il TV e lo scaricatore di linea (distanze tra le mezzerie delle apparecchiature)	3,5m
Distanza tra il trasformatore e lo scaricatore	2m

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- tensione di esercizio del sistema: 150 kV
- tensione massima del sistema: 170 kV
- frequenza nominale: 50 Hz
- tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- corrente nominale di corto circuito 31,5 kA
- corrente nominale di guasto monofase a terra 31.5 kA

La massima corrente presente su ciascuna sezione del lato MT della step-up è pari a 890 A. Sulle sbarre AT di ciascuna sezione la corrente massima si riduce a 178 A. Sulle sbarre AT del montante generale la corrente massima è di 356 A.

#### SEZIONE 30 kV

L'impianto sarà completato dalla sezione 30 kV, posta all'interno della cabina MT, la quale sarà composta da:

- n. 1 quadro MT generale 30kV completo di:
  - o scomparti di sezionamento e protezione linee provenienti dall'impianto eolico (n. 4 montanti suddivisi in 2 sezioni)
  - o scomparti misure
  - o scomparto protezione generale
  - o scomparto trafo ausiliari
- trasformatore MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV da 100 kVA;
- quadro servizi ausiliari;
- misuratori fiscali;
- sistema di monitoraggio e controllo;
- impianto TVCC;

L'edificio ospitante la cabina MT, come già detto in precedenza, è contenuto all'interno dei confini della cabina MT/AT ed è anch'esso di nuova edificazione.

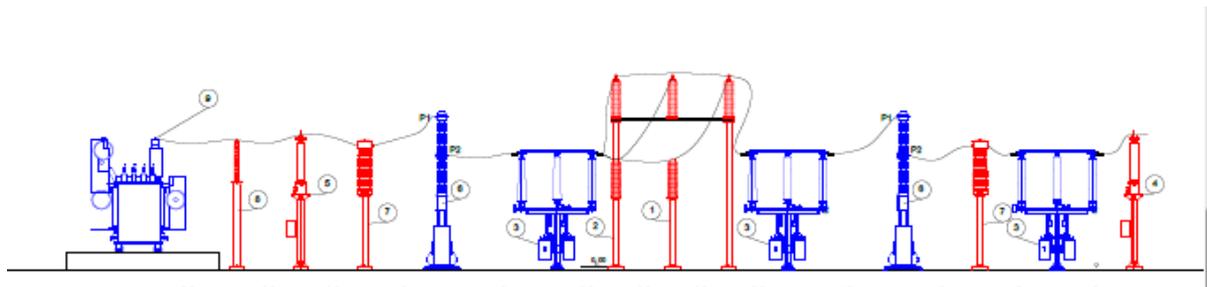
La massima corrente presente sul lato MT della *step-up* è pari a 890 A.

**5.3.4.3 Stallo Utente/Produttore a 150kV**

Il nuovo stallo Utente/Produttore sarà costituito dalle seguenti apparecchiature sarà completo di apparecchiature di protezione e controllo:

- Colonnini unipolari;
- Colonnini unipolari;
- Sezionatore di linea senza lame di terra;
- TVC 2 secondari;
- TVI 2 secondari UTF;
- Interruttore;
- TA 2 secondari UTF;
- Scaricatori;
- TRAFI MT/AT 45-63 MVA

Per informazioni di maggior dettaglio consultare l'elaborato AU-PD-WIND001.ELB011B



**Figura 5.4 Sezione Longitudinale elettromeccanica stallo AT 150kV (SE Utente)**

**5.3.4.4 Trasformatore AT/MT**

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

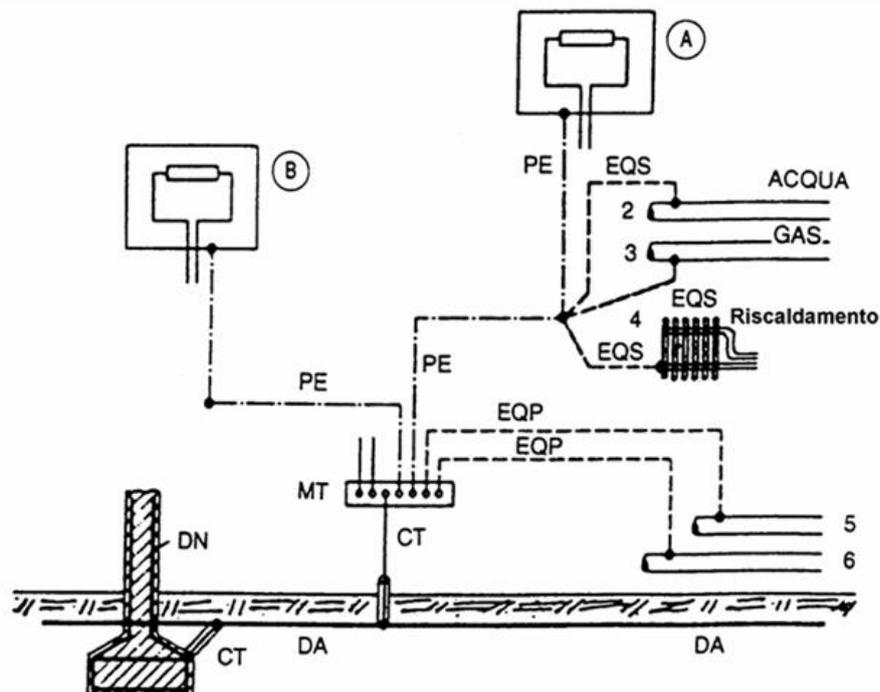
Tipo di servizio	continuo
Raffreddamento	ONAN-ONAF
Potenza nominale	45-63 MVA
<b>Tensioni a vuoto:</b>	
Primario	150 kV±10x1,2%
Secondario	30 kV
Frequenza	50 Hz
Connessione	Stella/triangolo
Gruppo di connessione	YNd11
Tensione di cortocircuito	12%
<b>Isolamento a tensione a frequenza industriale:</b>	
Primario	275 kV
Neutro del primario	95 kV
Secondario	70 kV

Ciascun trasformatore sarà provvisto di regolazione di tensione sotto carico mediante regolatore collocato sull'avvolgimento primario. Il regolatore avrà 21 posizioni con variazioni del 12 % della tensione nominale (1,8 kV) ottenendo un range di variazione 132-168kV. Il raffreddamento si ottiene tramite radiatori e ventilatori azionati da termostato.

#### **5.3.4.5 Impianto di terra della stazione**

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali



- DA: Dispersore intenzionale
- DN: Dispersore naturale (di fatto)
- CT: Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno)
- MT: Collettore (o nodo) principale di terra
- PE: Conduttore di protezione
- EQP: Conduttori equipotenziali principali
- EQS: Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)
- A-B Masse
- 2,3,4,5,6 Masse estranee

**Figura 5.5 Schema di un impianto di terra**

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere

installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

#### **5.3.4.6 Sicurezza e ambiente**

Durante la fase di cantiere è importante che in concomitanza con la fase di movimentazione dei mezzi e dei materiali si appongano segnaletiche atte a regolare il traffico in modo da impattare quanto meno possibile sulla viabilità ordinaria.

Verrà preferito il riutilizzo delle terre e rocce asportate in sito e se questo non sarà possibile si valuterà l'approvvigionamento da cave autorizzate e/o impianti di frantumazione e vagliatura per inerti autorizzati.

Sotto il profilo del progetto elettrico ci si rifà in ambito di sicurezza alla norma CEI 64-8 che contiene le prescrizioni riguardanti il progetto, la messa in opera e la verifica degli impianti elettrici, con lo scopo di garantire la sicurezza delle persone, dei beni e un funzionamento adatto all'uso dell'opera stessa.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici si rammentano le disposizioni dell'articolo 6 del DM 37/08. Nel caso in esame saranno utilizzati i seguenti sistemi:

- protezione totale
  - o Protezione mediante isolamento delle parti attive;
  - o Protezione mediante involucri o barriere;
- protezione parziale
  - o Protezione mediante ostacoli
  - o Protezione mediante distanziamento
- protezione addizionale
  - o uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente
- protezione con interruzione automatica del circuito.

#### **5.3.5 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 la connessione dell'impianto "Bruncu 'e Niada" alla rete elettrica AT/AAT di Terna, come da prescrizioni del preventivo numero 201900807 emesso da Terna S.p.A. il 1° ottobre 2019 ed accettato in data 29 gennaio 2020, sono necessarie opere di adeguamento della rete elettrica, tra cui la realizzazione di due nuove stazioni elettriche e di un elettrodotto 150 kV che le collega. Dette opere verranno autorizzate tramite procedura integrata alla presente, in quanto necessarie e prodromiche.

### **5.3.6 Opere di rete**

L'energia prodotta sarà convogliata verso la stazione elettrica SE Armungia, gestita dall'operatore Terna S.p.A., tramite un cavidotto in media tensione a 30 kV interamente interrato su strada, che raggiungerà la stazione di innalzamento della tensione di competenza del proponente collocata, come da elaborati prodotti (ELB011c), nelle vicinanze della SE Armungia. Nella Sottostazione Elettrica Utente (SSE), l'energia prodotta dall'impianto ad una tensione di 30 kV, viene portata ad una tensione di 150 kV per poi convogliarla nella Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A. per poter essere dispacciata sul territorio servendo utenze civili e commerciali. I dettagli della Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) di connessione sono descritti nel preventivo di connessione numero 201900807, rilasciato in data 1° ottobre 2019 e accettato dalla proponente il 29 gennaio 2020.

## 6 Opere stradali

### 6.1 Premessa

Le strade di servizio del parco eolico e la viabilità locale di accesso sono state previste secondo le specifiche di curva, inclinazione longitudinale e pendenza previste dal produttore delle componenti del generatore eolico, così da garantire ai mezzi speciali di trasporto condizioni di transito ottimali.

Al fine di limitare gli interventi di adeguamento stradale sulla esistente viabilità rurale, durante le fasi di trasporto si ricorrerà all'impiego di mezzi speciali provvisti di dispositivo alzapala (*blade lifter*). Il loro utilizzo permetterà di contenere le lunghezze di convoglio massimo a circa 40 m a fronte dei 95 m standard, considerato che le pale misurano circa 85 m di lunghezza. Questi mezzi dispongono di sistemi di sicurezza anti-ribaltamento quali anemometri montati sulla cima della pala, misuratori di sforzi di torsione, e riescono a inclinare la pala fino a un massimo di 60° dall'orizzontale e di ruotarla di 360° intorno al proprio asse (*pitch*).

La viabilità dovrà sopportare un peso per asse dei convogli pari a 24,5 tonnellate.

Le componenti con il maggiore ingombro che percorreranno il tragitto dal porto di Tortoli-Arbatax alle aree di intervento sono le navicelle dei generatori, i tronchi delle torri di sostegno e le pale.



**Figura 6.1 Blade lifter, utilizzato per il trasporto di pale per aerogeneratori**

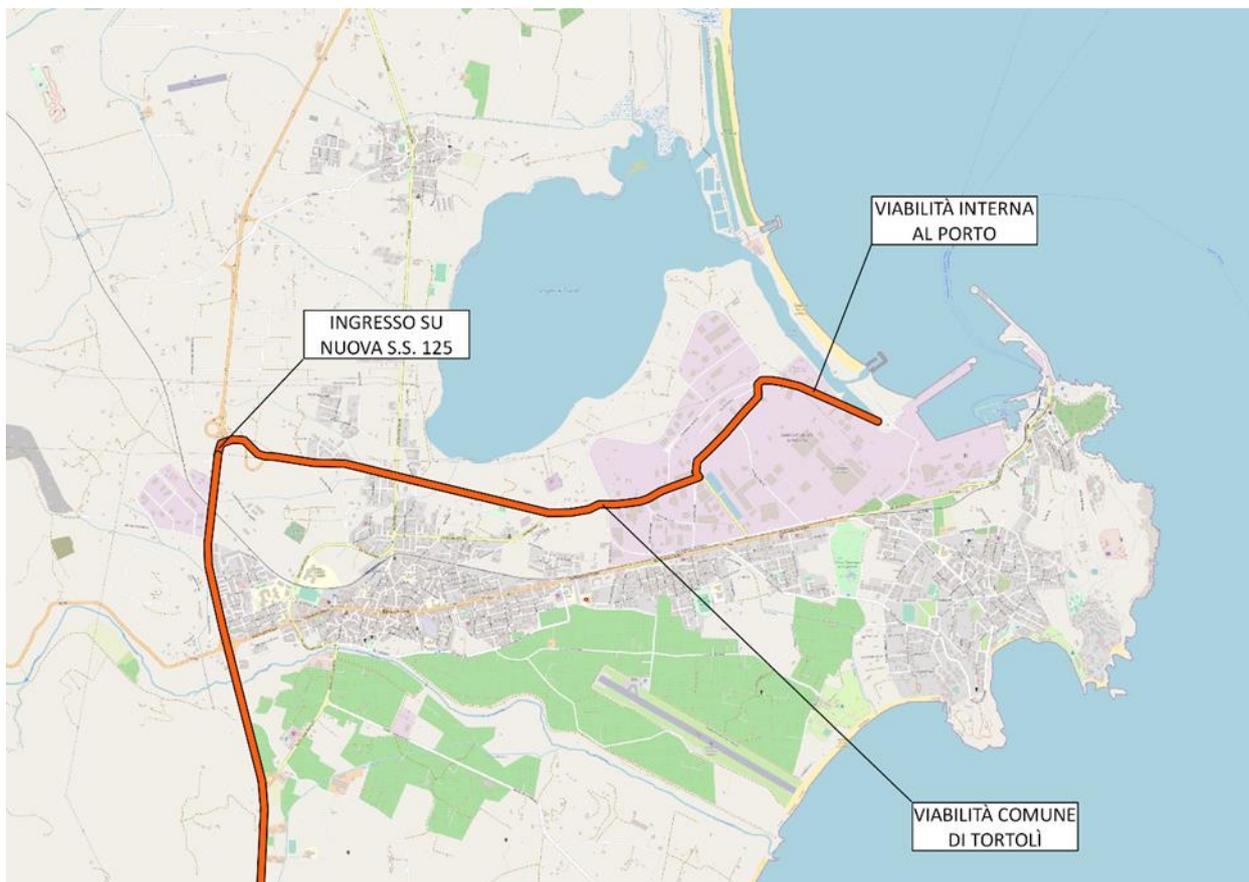
Le componenti di sezione tubolare della torre saranno invece trasportate su mezzi per trasporti eccezionali provviste di asse posteriore sterzante, con profili longitudinali tali da permettere il passaggio sotto i ponti e nelle gallerie.

**6.2 Viabilità di accesso al sito**

L'area dell'impianto è raggiunta a nord dalla Strada Comunale per Perdasdefogu e dalla Strada Provinciale 13, mentre a sud si collega alla Strada Comunale per Ballao e dalla Strada Statale 387. La viabilità locale che collega le aree interessate dall'installazione degli aerogeneratori è privata.

La viabilità principale di collegamento del sito di B.cu 'e Niada con lo scalo portuale di Tortolì-Arbatax, presso cui è previsto lo sbarco della componentistica degli aerogeneratori, è per lo più in condizioni idonee in rapporto alle esigenze di trasporto prefigurate dal progetto. Saranno richiesti adeguamenti solo nell'ultimo tratto di viabilità locale di accesso al sito, limitando gli interventi a modifiche temporanee del tracciato per permettere il transito in sicurezza delle componenti e dei mezzi.

In dettaglio, i mezzi di trasporto caricheranno dalla parte del porto di Arbatax dedicata al transito commerciale e attraverseranno le zone di smistamento mezzi onde poi immettersi nella viabilità comunale di Tortolì. Di lì utilizzeranno le rampe di accesso per la nuova S. S. 125 "Orientale Sarda" per percorrere il tratto più lungo fino all'uscita in prossimità del Comune di Perdasdefogu. Da quel punto la strada da percorrere sarà la Strada Provinciale "ex-militare" fino all'ingresso del comune di Perdasdefogu, in prossimità della zona militare. La viabilità successiva sarà quella comunale verso sud, dove i mezzi entreranno nell'area di cantiere nei pressi della postazione eolica WTG010.



**Figura 6.2 Viabilità di dettaglio: primo tratto**

### 6.3 Viabilità di servizio del parco eolico

Come evidenziato nella relazione tecnica generale di progetto, alla quale si rimanda per ogni maggiore dettaglio, la viabilità di impianto è finalizzata a garantire l'accesso alle piazzole degli aerogeneratori, sia nella fase iniziale di realizzazione dell'opera che in quella di esercizio.

Dal punto di vista funzionale, il sistema della viabilità di impianto è articolato in quattro tronchi principali e, ove necessario, in tratti di viabilità dedicata a collegare ciascun aerogeneratore.

La viabilità del parco eolico, nella configurazione prevista, rappresenterà un'infrastruttura a servizio di tutti i fruitori delle aree (*in primis* i titolari dei poderi agricoli) risultando, inoltre, funzionale alle operazioni di controllo del territorio ad opera del Corpo Forestale.

Per quanto tecnicamente possibile, in rapporto agli obiettivi dell'intervento ed alle caratteristiche geometriche minime che tale infrastruttura deve possedere perché possa essere percorsa in sicurezza dai mezzi di trasporto della componentistica degli aerogeneratori, il progetto della viabilità è stato orientato a contenere l'occupazione di territorio.

Sotto questo profilo, la viabilità di impianto può essere schematicamente suddivisa in tratti da realizzare ex novo e tratti in adeguamento della viabilità esistente, secondo quanto rappresentato in Figura 6.3.

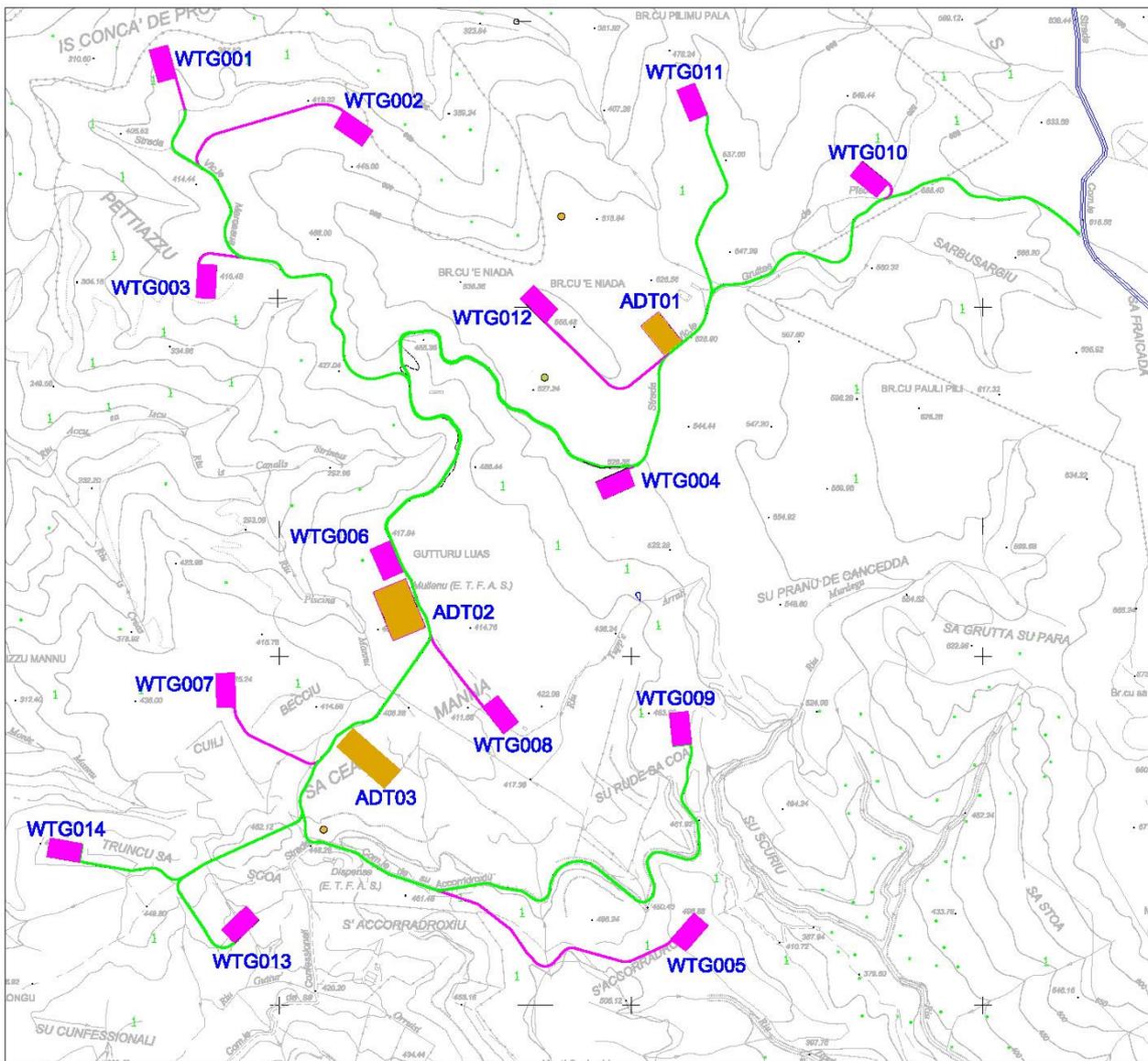
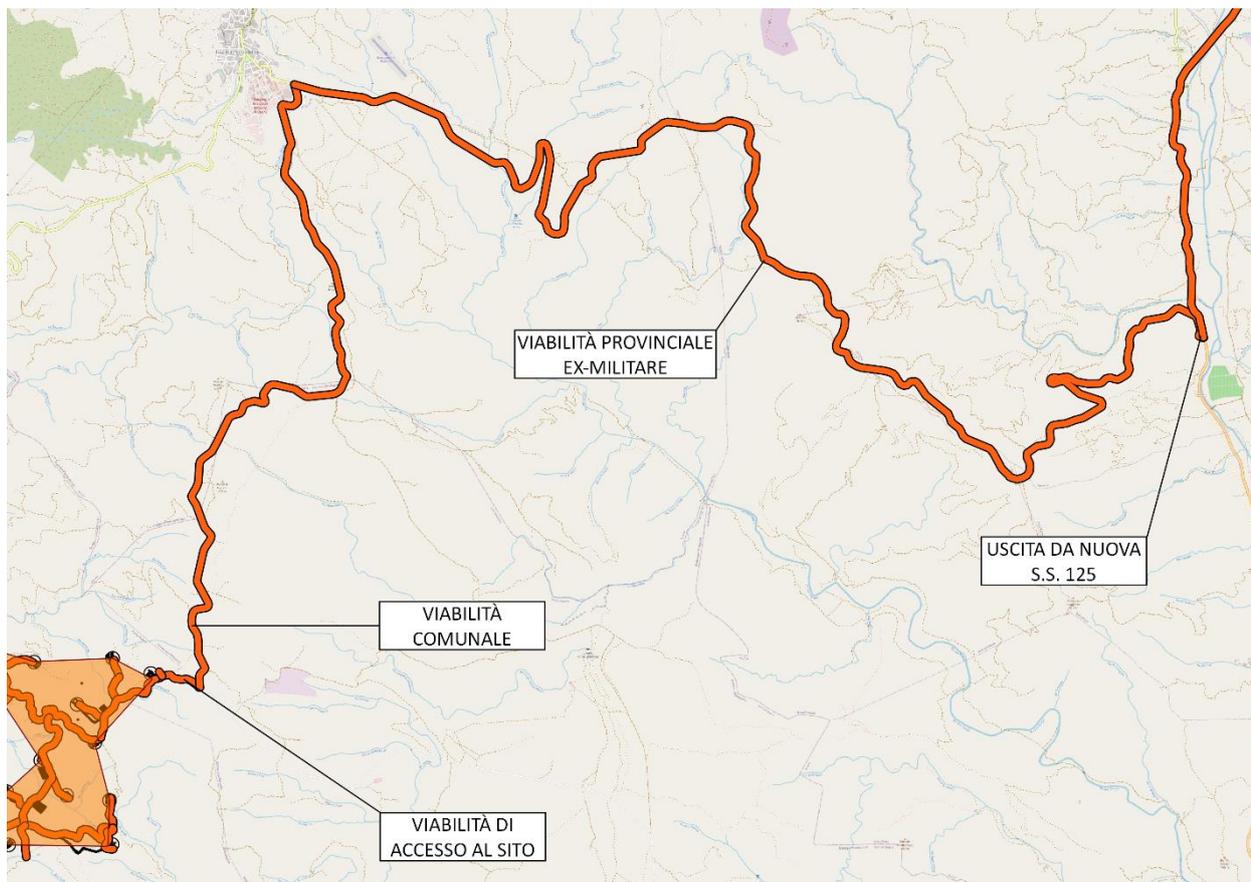


Figura 6.3 Viabilità interna con evidenziate le tipologie di intervento

<b><u>LEGENDA TIPOLOGIA INTERVENTI</u></b>	
WTG004 	<b>PIAZZOLA AEROGENERATORE - INTERVENTO EX NOVO</b>
ADT02 	<b>AREA DEPOSITO TEMPORANEO - INTERVENTO EX NOVO</b>
	<b>VIABILITA' INTERNA - INTERVENTO IN ADEGUAMENTO</b>
	<b>VIABILITA' INTERNA - INTERVENTO EX NOVO</b>
	<b>VIABILITA' ESISTENTE DI ACCESSO AL PARCO</b>

Gli interventi previsti sulla viabilità esistente sono finalizzati ad adeguarne la larghezza e le caratteristiche plano-altimetriche rispetto ai requisiti richiesti dal costruttore degli aerogeneratori per il transito dei convogli speciali di trasporto.

Si evidenzia che sul totale di **11.417 m** di viabilità interna, solo il **28,48%** è di nuova apertura.



**Figura 6.4 Viabilità di dettaglio: ultimo tratto**

Le principali caratteristiche dimensionali delle opere di viabilità sono riassunte nella Tabella 6.1.

NOME ASSE	Lunghezza Totale (m)	Lunghezza tratto ex novo (m)	Pendenza minima (%)	Pendenza massima (%)	Raggio Verticale min. (m)
Viabilità Principale Tratto 1 (Asse P1)	1706,171	0	1,160	13,158	200
Viabilità Principale Tratto 2 (Asse P2)	1594,388	0	0,374	19,845	250
Viabilità Principale Tratto 3 (Asse P3)	975,355	0	0,060	11,316	250
Viabilità Principale Tratto 4 (Asse P4)	445,491	0	0,303	7,296	200
Diramazione WTG001	834,827	91,216	0,890	10,386	350
Diramazione WTG002	509,679	509,679	0,082	5,680	200
Diramazione WTG003	158,025	158,025	1,751	9,689	200

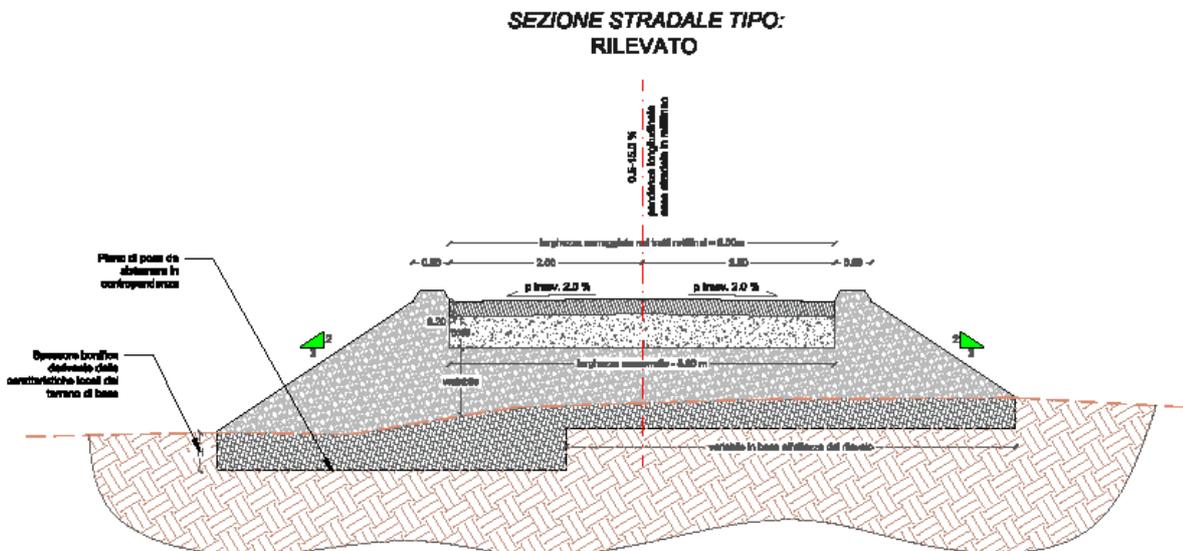
Diramazione WTG004	19,020	19,020	2,430	2,430	-
Diramazione WTG005	800,135	800,135	0,000	12,697	200
Diramazione WTG006	0,000	0,000	2,045	2,045	-
Diramazione WTG007	319,374	319,374	0,551	12,199	200
Diramazione WTG008	264,755	264,755	1,905	2,317	300
Diramazione WTG009	1699,390	0	0,059	16,220	200
Diramazione WTG0010	58,554	58,554	2,040	14,366	200
Diramazione WTG0011	566,383	566,383	0,041	12,511	200
Diramazione WTG0012	464,433	464,433	0,009	8,878	300
Diramazione WTG0013	291,998	0	0,062	6,473	300
Diramazione WTG0014	709,252	0	0,942	9,973	250
<b>TOTALE</b>	<b>11'417,230</b>	<b>3'251,574</b>			

**Tabella 6.1** Caratteristiche dimensionali opera di viabilità

Si evidenzia che sul totale di circa **11.417 m** di viabilità interna, solo il **28,48%** è di nuova apertura.

La sezione tipo della viabilità interna (vedasi sezione tipo in rilevato riportata in Figura 6.5), prevede una carreggiata di 5,00 m di larghezza e due arginelli di 0,50 m ai lati della stessa.

Considerando esclusivamente l'ingombro del cassonetto e degli arginelli, per complessivi 6,00 m di larghezza, l'area di impronta della viabilità è di complessivi 68503 m<sup>2</sup>: superficie alla quale deve essere aggiunta quella derivante dall'ingombro dei rilevati o degli scavi. In fase esecutiva si dovrà prevedere un rilievo più dettagliato dello stato dei luoghi al fine di minimizzare l'altezza dei rilevati e la profondità degli scavi ed avvicinarsi all'area ottimale d'ingombro che è quella del solo cassonetto + arginelli.



**Figura 6.5** Sezione stradale tipo in rilevato all'interno del parco eolico

Per la realizzazione dei rilevati è previsto l'utilizzo del materiale proveniente dagli scavi, previa verifica dell'appartenenza alla classe "A1" secondo **UNI CNR 10006-2002**, con pacchetto stradale composto da uno strato di fondazione di 40 cm e strato di finitura da 20 cm in misto stabilizzato. Nei tratti stradali con elevata pendenza longitudinale la stabilizzazione del misto granulare costituente lo strato di finitura/usura potrebbe essere realizzata con cemento. Localmente potrebbe essere necessario l'utilizzo di appositi **geosintetici** allo scopo di migliorare la capacità portante del sottofondo stradale, anche alla luce dei notevoli carichi che ogni asse degli automezzi dovrà scaricare a terra (carico massimo di 24,5 t ad asse). Sarà fondamentale in fase di esecuzione dell'opera l'effettuazione di prove sul materiale da utilizzare e successivamente sul corpo stradale per la verifica della portanza dell'infrastruttura viaria.

In Tabella 6.2 si riportano le raccomandazioni della casa costruttrice degli aerogeneratori.

	Pendenze Longitudinali (%)				Pendenze Trasversali (%)	
	Massima		Minima		Massima	Minima
	Sezione rettilinea	Sezione curva	Sezione dritta	Sezione curva	Sezione dritta/curva	Sezione dritta/curva
	> 10 e ≤13 senza calcestruzzo se il tratto in pendenza <200 m <sup>(1)</sup>	Fino a 7 senza calcestruzzo <sup>(1)</sup>				
A. Strada d'accesso al parco eolico e strada interna al parco eolico	> 10 e ≤13 calcestruzzo o pavimentazione migliorata con calcestruzzo se il tratto in pendenza > 200 m <sup>(1)</sup>  > 13 e ≤15 calcestruzzo o pavimentazione migliorata + trattore 6x6	> 7 e ≤10 Calcestruzzo o pavimentazioni migliorate <sup>(1)</sup>  > 10 necessità di studio del traino	0.50	0.5	2	<b>0.20</b>
	> 15 necessità di studio del traino					

B. Accesso e strade interne in retromarcia	<p>≤ 3 fino a max. di 1000 m senza calcestruzzo.</p> <p>&gt; 3 e ≤5 max. 1000 m calcestruzzo migliorato o pavimentazione</p>	<p>&lt;2 fino a max. 500 m senza calcestruzzo.</p> <p>≥2 e ≤3 max. 500 m di calcestruzzo o pavimentazione e migliorata</p>	0.50	0.5	2	<b>0.20</b>
--	--	--	------	-----	---	-------------

- (1) I valori standard SGRE sono ≤13% per le pendenze longitudinali e <10% per le sezioni curve.
- (2) Pavimentazione migliorata: fondo stradale con coefficiente di attrito di almeno 0,35

**Tabella 6.2 Raccomandazioni sulla viabilità in dotazione dalla casa costruttrice degli aerogeneratori**

### 6.4 Piazzole di macchina

Ai fini di consentire il montaggio e l’innalzamento degli aerogeneratori, le piazzole di cantiere dovranno essere allestite prevedendo superfici piane e regolari sufficientemente ampie da permettere lo stoccaggio dei componenti dell’aerogeneratore (tronchi della torre, navicella, mozzo e, ove le condizioni del terreno lo consentano, 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 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, saranno smantellati e riportati alle condizioni *ante operam* a seguito di mirati interventi di ripristino ambientale.

La singola piazzola occuperà un’area di circa mezzo ettaro (95 m di lunghezza per 53 m di larghezza) che verrà livellata in fase di cantiere in modo da avere pendenza longitudinale massima pari a 2,4%. Di quest’area, durante tutta la vita dell’impianto, verrà conservata soltanto la piazzola di posizionamento della gru, che verrà utilizzata per la manutenzione ordinaria e straordinaria degli aerogeneratori, mentre le aree di posizionamento delle pale e della componentistica a base torre torneranno spontaneamente a una vocazione naturale grazie all’accrescimento spontaneo del manto erboso.

Le aree a base torre saranno inoltre piantumate per mitigare l’impatto visivo delle modifiche morfologiche che si renderanno necessarie per garantire la pendenza prescritta dalle macchine di cantiere e dai mezzi pesanti.

## 6.5 Fondazione aerogeneratore

Le fondazioni delle di sostegno degli aerogeneratori, con base cilindrica e cono soprastante rastremato in prossimità del cono di fissaggio della base della torre, saranno realizzate in calcestruzzo armato. Per una descrizione delle caratteristiche strutturali dei plinti di fondazione degli aerogeneratori, si rimanda all'elaborato VIA-WIND001.ELB005b e alla relazione di calcolo VIA-WIND001.REL045.

Lo scavo delle fondazioni verrà realizzato attraverso l'impiego di escavatori meccanici, mentre il posizionamento dell'armatura in ferro avverrà ad opera di personale specializzato e con l'ausilio di gru o di mezzi di sollevamento in genere.

Per quanto concerne l'approvvigionamento del calcestruzzo è previsto il ricorso ad un impianto di betonaggio mobile. Questa organizzazione di cantiere eviterà il trasporto di calcestruzzo su gomma dall'impianto di produzione fino all'area di progetto. Per l'approvvigionamento dell'acqua saranno utilizzate per quanto possibile le sorgenti presenti in situ in maniera da minimizzare ulteriormente il trasporto su gomma. In assenza di un impianto di questo genere, ciascun plinto di fondazione richiederebbe circa 112 betoniere per il getto del calcestruzzo necessario, con conseguente aggravio dell'impatto da traffico sulla viabilità esterna durante il periodo del cantiere.



**Figura 6.6 Esempio di impianto di betonaggio semovente in esercizio**

## 6.6 Opere di regolazione dei deflussi

La viabilità interna al parco sarà provvista di un sistema di drenaggio ed allontanamento acque meteoriche a bordo strada.

Come criterio generale è stata prevista una pendenza della carreggiata di almeno 1.5% per allontanare le acque dalla piattaforma stradale; laddove necessario — p.e. in presenza di cunette, dossi o avvallamenti — è prevista la realizzazione di tombini e opere di smaltimento idrico nei compluvi naturali.

In prossimità delle fondazioni degli aerogeneratori saranno realizzati fossi di guardia per l'intercettazione e allontanamento delle acque di ruscellamento diffuso.

## 7 Interventi di mitigazione generali di buona conduzione del cantiere

### 7.1 Criteri generali di mitigazione

Si indicano di seguito le principali misure di mitigazione previste dal progetto.

Le attività di conduzione del cantiere si dovranno svolgere rigorosamente all'interno degli ingombri individuati dagli elaborati di progetto (cfr. elaborato ELB015 sulle aree di cantiere) senza interessamento dei terreni limitrofi.

Gli esemplari arborei o arbustivi con maggiore grado di naturalità che dovessero interferire con le aree di lavorazione verranno espianati e reimpiantati (o eventualmente rimpiazzati) in zone idonee limitrofe, anche con finalità di mascheramento visivo delle opere e migliore inserimento ambientale delle stesse.

Le operazioni di scavo saranno precedute dallo scotico degli orizzonti di suolo; il materiale verrà provvisoriamente stoccato a bordo scavo e successivamente reimpiegato in fase di ripristino.

I materiali risultanti dalle attività di scavo su roccia saranno reimpiegati in cantiere per la realizzazione di rilevati e la formazione della sovrastruttura di strade e piazzole.

Le aree oggetto di transito dai mezzi pesanti saranno periodicamente inumidite per limitare quanto più possibile il sollevamento di polveri.

Tutte le attività di cantiere si svolgeranno nel periodo diurno e secondo orari prestabiliti per limitare gli impatti acustici e la circolazione dei mezzi.

In fase di smobilizzazione del cantiere si procederà ad asportare ed a conferire a idoneo impianto di smaltimento/recupero i residui delle lavorazioni.

### 7.2 Misure specifiche di tutela e ripristino delle formazioni vegetali interessate

Al fine di mitigare e compensare gli impatti sopra indicati, verranno adottate le seguenti misure:

- Al termine dei lavori, in corrispondenza dell'area di deposito temporaneo di cantiere centrale verrà realizzato un intervento di rivegetazione compensativa con l'impiego delle principali essenze arbustive ed arboree riscontrate sullo stesso sito nell'*ante-operam*, incluse quelle presenti nel sito dell'antistante WTG\_06. L'opera di rivegetazione compensativa potrà essere inserita in area diversa da quella sopra indicata, qualora si ritenga più conveniente destinare il sito specifico a pascolo per gli allevamenti locali.
- Al termine dei lavori, le piazzole temporanee degli aerogeneratori WTG\_03 e WTG\_05 verranno assoggettate alla ricostituzione di una vegetazione arbustiva, nel rispetto della composizione floristica e della fisionomia della vegetazione riscontrata nell'*ante-operam* per i medesimi siti.

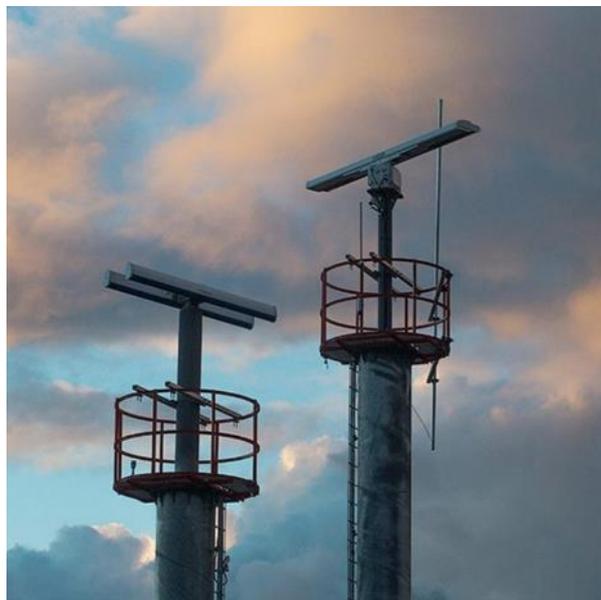
- Compatibilmente con le esigenze di transito dei mezzi, il percorso di nuova realizzazione per l'accesso alla WTG\_05 verrà affiancato da una fascia di arbusti alti selezionati tra le specie censite *ante-operam* nello specifico sito.
- Durante le attività di cantiere lungo il percorso di accesso alla WTG\_06 lato nord verranno adottate tutte le soluzioni tecniche più convenienti per il mantenimento dei grandi esemplari di leccio eventualmente interferenti con l'adeguamento del tracciato.
- Per le piantumazioni previste a bordo piazzola verranno utilizzate esclusivamente essenze arbustive appartenenti alle specie censite *ante-operam* nello specifico sito o presenti nelle sue immediate vicinanze.
- Le essenze da utilizzare per le piantumazioni verranno reperite esclusivamente da vivai locali, con lo scopo di evitare eventuali fenomeni di inquinamento genetico con gli esemplari spontanei già presenti e l'introduzione accidentale di propaguli di specie aliene invasive.
- Non sarà consentita l'apertura di varchi tra la vegetazione circostante per l'accesso a piedi ai cantieri.
- Anche al fine di evitare l'introduzione accidentale di specie aliene invasive, verranno riutilizzate, ove possibile, terre e rocce asportate in loco, e solo qualora questo non fosse possibile, i materiali da costruzione come pietrame, ghiaia, pietrisco o ghiaietto verranno prelevati da cave autorizzate e/o impianti di frantumazione e vagliatura per inerti autorizzati.
- Dopo sei mesi dalla chiusura del cantiere le aree interessate dai lavori verranno accuratamente ispezionate da un esperto botanico al fine di verificare la presenza di eventuali plantule di specie aliene invasive accidentalmente introdotte durante i lavori. Se presenti, esse verranno tempestivamente eradicare e correttamente smaltite. La verifica verrà ripetuta dopo due anni dalla chiusura del cantiere.
- I rari esemplari di *Genista corsica* censiti saranno conservati mediante il loro prelievo e ripiantumazione a poca distanza dai siti di rimozione.
- Le piste sterrate percorse dai mezzi pesanti saranno periodicamente inumidite per limitare il sollevamento delle polveri. Ove possibile, si provvederà inoltre alla bagnatura degli pneumatici dei mezzi pesanti in entrata e in uscita dai cantieri.
- Verrà imposta una limitazione della velocità di transito dei mezzi sulla viabilità interna.

Durante la fase di esercizio sarà rigorosamente vietato l'impiego di diserbanti e disseccanti per la manutenzione delle piazzole permanenti e della viabilità interna.

### 7.3 Misure a tutela dell'avifauna

L'area di pertinenza dell'impianto non ricade in zone SIC, ZPS o in zone IBA. Sono altresì escluse zone ad alta sensibilità ecologica per presenza di specie tutelate.

Tuttavia, la presenza di un'area buffer di 5km dall'avvistamento di chiroterofauna, nonché la vicinanza di zone in cui è stato segnalato l'avvistamento di avifauna di pregio, ha spinto la proponente a considerare in progetto l'installazione di un sistema di monitoraggio radar della piccola, media e grande avifauna. Il sistema proposto campiona un'area minima di circa 12 km<sup>2</sup>, identificando uccelli e mammiferi anche di piccola taglia e misurandone la distanza dagli aerogeneratori



**Figura 7.1 Sistema di tracciamento radar per piccola avifauna installato su un impianto eolico**

più prossimi con un campionamento di circa una rilevazione al secondo (1 Hz). Il dispositivo potrà eventualmente montare anche un dissuasore ad ultrasuoni che in caso di avvicinamento di volatili emetterà un ultrasuono impercettibile all'orecchio umano allo scopo di allontanare il singolo animale o lo stormo. In caso di avvicinamento a meno di 500 m dall'aerogeneratore più vicino, il radar invierà invece agli aerogeneratori interessati un segnale che ridurrà la velocità di rotazione, o in caso di rischio di collisione fermerà la macchina permettendo ai volatili in attraversamento di superare l'area spazzata dalle pale degli aerogeneratori.

Questo dispositivo, utilizzato estensivamente in ambito di aviazione civile e militare con risultati sensibili nell'evitare le collisioni tra uccelli e aeromobili da diverso tempo, è ad oggi utilizzato —qualora necessario— anche negli impianti eolici sia onshore che offshore. L'utilizzo di questo dispositivo ha permesso di osservare una sensibile diminuzione degli impatti letali tra le parti mobili dell'aerogeneratore e l'avifauna.

#### **7.4 Interventi di ripristino morfologico: criteri esecutivi**

Le superfici oggetto di modificazioni morfologiche durante la fase di cantiere, ridondanti rispetto agli spazi richiesti per le operazioni di gestione e manutenzione dell'impianto in fase di esercizio, saranno oggetto di ripristino morfologico da realizzarsi attraverso operazioni di scavo e riporto, rimaneggiando i terreni mobilizzati durante la fase di cantiere. Dove questo fosse difficilmente realizzabile o eventualmente non conseguibile, si provvederà alla rivegetazione delle aree in accordo con quanto indicato al paragrafo 7.3.

## 8 Superfici occupate

Le opere civili a progetto nell'impianto relative alla fase di cantiere occupano una superficie totale di **24 ha circa**, suddivisi in 12,4 ha circa di viabilità interna all'impianto inclusi gli ingombri degli scavi e dei rilevati, 3,8 ha circa di aree di deposito temporanee, 7 ha occupati dai plinti di fondazione e dalle piazzole di deposito/montaggio degli aerogeneratori e 0,3 ha dedicati alla stazione di step-up.

Poiché le aree di deposito temporanee e le porzioni di piazzola dedicate alla posa temporanea delle componenti durante la fase di cantiere verranno restituite a contesto naturale dopo la cantierizzazione, si può pertanto considerare che le aree di terreno dedicate al progetto durante la sua fase di esercizio saranno di circa 26700 m<sup>2</sup> (ingombro piazzole permanenti e fondazioni aerogeneratori), a cui andranno sommati i circa 3.000 m<sup>2</sup> della step-up per l'innalzamento della tensione MT e 20000 m<sup>2</sup> di viabilità "ex novo". La restante parte della viabilità (esistente), avrà un uso promiscuo e non specificamente dedicato all'impianto; questo porta a considerare la superficie totale permanente dedicata all'impianto durante la sua fase di esercizio pari a circa 4,9 ha.

## 9 Aree di cantiere di base

In funzione dell'organizzazione planimetrica dell'impianto e dell'organizzazione delle lavorazioni sono state individuate tre aree logistiche di cantiere: la prima più a nord (7482 m<sup>2</sup>), la seconda in posizione intermedia (14450 m<sup>2</sup>) e la terza più a sud (16360 m<sup>2</sup>). A tal fine sono state privilegiate aree a conformazione regolare per minimizzare le alterazioni morfologiche conseguenti alla sistemazione preliminare dei siti.

## 10 Movimenti di terra

Come riportato nello "Studio preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo" le terre e rocce da scavo provenienti dai lavori di realizzazione dell'Opera si possono suddividere in 2 categorie:

- terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico, considerando in prima approssimazione uno spessore di circa 15-20 cm);
- terreno sterile/ roccia derivante dagli scavi all'aperto, da selezionare e frantumare per il riutilizzo come misto granulare per la realizzazione della viabilità di cantiere.

La caratterizzazione e la gestione dei terreni dovrà seguire tale distinzione.

Lo scavo del materiale terrigeno-detritico avverrà utilizzando le normali tradizionali tecniche di scavo pale ed escavatori meccanici dotati di benne aperte di varia larghezza, senza l'uso di acqua o fanghi, esplosivi o altre sostanze chimiche di disaggregazione della roccia, frese, seghe a trefoli o nastro, o qualsiasi altra tecnica che possa, in linea generale, potenzialmente inquinare il terreno sottoposto a lavoro.

Lo scoticamento iniziale avverrà mediante pale cingolate con creazione di cumuli che, una volta selezionata la parte di vegetazione da conferire a discarica, verranno caricati sui mezzi di trasporto e posti nel deposito temporaneo di accumulo per il loro reimpiego.

Lo sbancamento generale avverrà mediante escavatore cingolato per fronti esposti di scavo di larghezze e pendenze opportunamente scelte in funzione del tipo di terreno e delle condizioni di stabilità del sito e della sicurezza delle maestranze e dei mezzi. Lo scavo avverrà creando piccoli accumuli da cui, sempre con mezzi escavatori e pale, saranno posti nel deposito temporaneo o direttamente riposizionati e rullati nei punti di riporto qualora materiali ritenuti geotecnicamente idonei.

Poiché le indagini geognostiche hanno evidenziato roccia alla profondità massima di 1m, ma in molti casi anche alla profondità di 0,50 m, è previsto scavo in roccia, il quale avverrà mediante tecniche non rischiose dal punto di vista delle potenziali fonti di inquinamento.

Il materiale prodotto dagli scavi verrà riutilizzato in cantiere all'interno del Parco Eolico secondo il seguente schema:

- accantonamento del materiale terrigeno di primo scotico, eliminando dall'accumulo dei materiali terrigeni, da riutilizzare per l'inerbimento delle aree a verde, la copertura erbosa, le ceppaie, il legname e quant'altro legato alla vegetazione esistente abbattuta non riconferibile in alcuna misura in loco;
- accantonamento dei materiali detritici di sbancamento, scelti in fase di scavo in funzione delle loro caratteristiche granulometriche e geotecniche che ne rendono possibile la riutilizzazione per la costruzione dei rilevati;

- selezione di eventuali materiali di rifiuto relative a discariche non autorizzate, eventualmente rilevate all'atto degli scavi e loro conferimento a discarica autorizzata (situazione non escludibile a priori anche se non ve ne sono i presupposti per temerne il verificarsi).

Durante tutte le attività di costruzione potrà essere definita una procedura atta a garantire la rintracciabilità dei materiali di scavo all'interno del cantiere: con l'applicazione di tale procedura ciascun volume di terre sarà identificato nelle fasi di produzione, trasporto, stoccaggio e riutilizzo.

Tutti i cumuli di materiale, sia destinati al riutilizzo che allo stoccaggio, verranno identificati con un codice alfanumerico.

Sarà inoltre possibile tenere un registro dei flussi di terre generati nell'ambito dei lavori, il quale potrà essere sottoposto a controllo da parte delle autorità preposte.

Questo registro potrà contenere le seguenti informazioni.

- Per ogni sito di progetto che determina la produzione di terre e rocce da scavo:
  - o volumi di materiali da scavo generati, distinti nelle categorie sopra indicate;
  - o data dello scavo;
  - o estremi dei documenti di caratterizzazione;
  - o identificativo del cumulo e del sito di deposito;
  - o identificativo del sito di riutilizzo o dell'impianto di conferimento.
- Per ciascuna parte dell'opera in progetto che determina il riutilizzo di terre e rocce da scavo:
  - o volumi di materiali impiegati;
  - o data della posa in opera;
  - o estremi dei documenti di caratterizzazione;
  - o identificativo del cumulo e del sito di deposito di provenienza;
  - o identificativo del sito di scavo di provenienza.
- Per ciascun impianto di cantiere che reimpiega terre e rocce da scavo come sottoprodotti in sostituzione di materiali di cava:
  - o volumi di materiali impiegati, distinti nelle categorie sopra indicate;
  - o processi produttivi nell'ambito dei quali si effettua il riutilizzo;
  - o data del ricevimento;
  - o estremi dei documenti di caratterizzazione;
  - o identificativo del cumulo e del sito di deposito di provenienza;
  - o identificativo del sito di scavo di provenienza;
  - o indicazione di eventuali superamenti dei limiti di normativa.

## 11 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 dismissione 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 dismissione e recupero ambientale, i relativi costi saranno coperti da specifica polizza fidejussoria, a tale scopo costituita dalla società titolare dell'impianto (Econergy Project 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 7 mesi, consisterà nelle attività descritte in dettaglio nello specifico elaborato progettuale (Elaborato VIA-WIND001.REL017b – *Cronoprogramma dei lavori di dismissione e ripristino*).

## 12 Cantierizzazione e messa a regime

### 12.1 Caratteristiche delle lavorazioni

L'appalto delle opere civili ed elettromeccaniche del parco eolico "*Bruncu 'e Niada*" 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.

#### 12.1.1 Opere civili dell'impianto eolico

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

- allestimento delle aree logistiche di cantiere;
- 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;
- 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;
- approntamento degli interventi funzionali alla regimazione delle acque superficiali;
- 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;
- realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori e dei collegamenti all'impianto di terra;
- approntamento delle piazzole di cantiere funzionali al montaggio degli aerogeneratori;
- scavo e posa dei cavidotti MT interrati di interconnessione aerogeneratori e collegamento con la stazione di utenza;
- completamento delle principali opere civili delle piazzole degli aerogeneratori,
- realizzazione delle opere di ripristino morfologico e ambientale dell'area interessata dai lavori (eliminazione/ripristino 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);
- smobilizzo del cantiere.

### 12.1.2 Fornitura e montaggio dell'aerogeneratore

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

- trasporto e posizionamento a piè d'opera dei componenti.
- preassemblaggio a terra dei singoli tronchi della torre.
- montaggio dei tronchi della torre.
- assemblaggio a terra e successivo posizionamento della navicella.
- posizionamento delle pale.
- allacciamento elettrico alla prevista SSE 30/150 kV, prove funzionali ed avviamento.

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

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

- allestimento del cantiere e/o dell'area di deposito;
- scavo e posa dei cavidotti interrati;
- realizzazione delle giunzioni e delle prese di terra e successivo riempimento e costipazione del terreno negli scavi;
- attività propedeutiche alla messa in servizio delle linee distribuzione di energia;
- opere di ripristino morfologico e ambientale (ripristino al primitivo stato dei terreni) dell'area interessata dai lavori;
- smobilizzo del cantiere;
- collaudo e messa in servizio.

### 12.1.4 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:

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

### 12.1.5 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;
  - 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.

#### **12.1.6 Realizzazione opere di rete all'interno della SSE RTN 150 kV**

- realizzazione opere civili;
- esecuzione montaggi elettromeccanici;
- collaudi e energizzazione;
- smobilizzo del cantiere.

#### **12.1.7 Gestione delle terre e delle rocce da scavo**

### 12.1.7.1 Premessa Normativa

Come disposto dall'art. 24 c. 1 del DPR 120/2017, ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione. La sussistenza della "non contaminazione" deve essere verificata ai sensi dell'allegato 4 del regolamento.

Per le opere soggette a VIA, ferme restando le indicazioni generali dell'articolo 24 c. 1, la verifica circa la possibilità di utilizzare in sito le terre e rocce deve essere oggetto di uno specifico "*Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti*" il cui livello di dettaglio sarà in funzione del livello di progettazione e comunque predisposto nell'ambito dell'elaborazione dello studio di impatto ambientale.

Il Piano, parte integrante del progetto ed al quale si rimanda per ogni dettaglio, deve obbligatoriamente indicare:

- descrizione delle opere da realizzare comprese le modalità di scavo;
- inquadramento ambientale del sito (geografico, geomorfologico, geologico, idrogeologico, destinazione d'uso delle aree attraversate, ricognizione dei siti a rischio potenziale di inquinamento);
- proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, che contenga almeno:
  - o numero e caratteristiche dei punti di indagine;
  - o numero e modalità dei campionamenti;
  - o Parametri da determinare;
- volumetrie previste delle terre e rocce da scavo;
- modalità e volumetrie previste delle terre e rocce da scavo da riutilizzare in sito.

In una fase successiva, e cioè nella progettazione esecutiva (o comunque prima dell'inizio dei lavori), il proponente/esecutore (art. 24 c. 4 DPR 120/2017):

- effettuerà il campionamento dei terreni per verificare la conformità con il Piano Preliminare redigerà un apposito progetto contenente:
  - o volumetrie definitive;
  - o quantità utilizzabile;
  - o depositi in attesa utilizzo;
  - o localizzazione quantità utilizzabile.

Le informazioni che precedono devono essere comunicate all'Autorità competente VIA, all'ARPA, al Comune o alla stazione appaltante se trattasi di opera pubblica, prima dell'inizio lavori.

Gli esiti delle attività di caratterizzazione dei siti di escavazione sono trasmessi all'autorità competente e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente, prima dell'avvio dei lavori

Qualora in fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori non venga accertata l'idoneità del materiale scavato all'utilizzo ai sensi dell'articolo 185, comma 1, lettera c), le terre e rocce sono gestite come rifiuti ai sensi della Parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

#### **12.1.7.2 Gestione delle terre e rocce da scavo**

Dall'esame del Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (ex art.24 c.3 D.P.R.120/2017) si evince che 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:

- stoccaggio dei materiali di scavo a bordo delle aree di lavorazione;
- frantumazione in loco del materiale roccioso oggetto di scavo al fine di favorirne il riutilizzo per la formazione dei rilevati di strade e/o delle piazzole ai sensi dell'art. 185 c. 1 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.;
- carico dei mezzi necessari;
- riutilizzo in sito del materiale scavato per rinterri, riempimenti e ripristini.

Il calcolo dei volumi di terra movimentati nell'area dell'impianto tiene conto delle diverse operazioni di cantiere ed è stato eseguito come segue:

- calcolo dei volumi di scavo per le piazzole;
- calcolo dei volumi di scavo delle strade e delle cunette;
- calcolo degli scavi per le fondazioni degli aerogeneratori.

Il calcolo del volume di scavo per i cavidotti non è stato effettuato in quanto si è assunto che tale volume risulti interamente compensato con il totale riutilizzo per il riempimento dello scavo stesso successivamente alla posa dei cavi.

Per il calcolo preliminare dei volumi sono stati considerati i seguenti dati di input generali:

<b>spessore di terreno superficiale (m):</b>	<b>variabile</b>
<b>altezza dello scotico (m):</b>	<b>0,15 - 0,20</b>
<b>scavo complessivo di sbancamento (m<sup>3</sup>)</b>	<b>168.807,20</b>
<b>rilevato complessivo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>160.541,43</b>
<b>larghezza strade minima (m):</b>	<b>6,00</b>

Per quanto riguarda le strade, è stata analizzata puntualmente l'incidenza in base ai seguenti possibili interventi:

<b>Volumi relativi alla viabilità:</b>	
<b>scavo di sbancamento (m<sup>3</sup>)</b>	<b>132.017,73</b>
<b>rilevato (m<sup>3</sup>)</b>	<b>122.438,89</b>

Il bilancio delle terre e rocce da scavo relativamente alla viabilità evidenzia una necessità di materiale tipo roccia tenera e dura con inerti per formazione di misto granulare, i quali saranno recuperati dallo scavo per le piazzole e gli aerogeneratori, provvedendo ad allestire idonei impianti mobili autorizzati per la frantumazione e la selezione degli inerti.

Il dettaglio per la viabilità e per i 14 aerogeneratori evidenzia un bilancio positivo per quanto riguarda produzione e riutilizzo, con un surplus di materiale. Il materiale non utilizzato verrà utilizzato, se idoneo, al ripristino delle aree di deposito temporaneo o altrimenti trasportato a discarica.

Il volume complessivo di roccia da destinare ad altro utilizzo/discarica è pari a circa 8.265,77 m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda il materiale di scotico, esso sarà accantonato previa separazione della porzione vegetale e riutilizzato per i ripristini ambientali, per la sistemazione finale delle piazzole e per la sistemazione scarpe strade. Non si esclude inoltre la possibilità che parte del materiale attualmente computato in esubero possa essere riutilizzato come sottoprodotto in altri siti, idonei e conformi alle direttive del DLgs 152/2006 e DPR 120/2017 riducendo pertanto il volume da gestire in regime di rifiuto. Tali valutazioni saranno effettuate in fase di progettazione esecutiva.

*I volumi prodotti a partire dalla frantumazione della roccia tenera e dura, risulteranno al termine delle lavorazioni aumentati di un fattore moltiplicativo pari a 1,35. Nel calcolo finale dei volumi da trasportare a discarica è stato tenuto conto di questo aspetto. Il fattore moltiplicativo è stato utilizzato, quindi, unicamente per i totali, mentre i volumi parziali fanno fede al volume realmente estratto dalla roccia.*

Le volumetrie di materiale da movimentare per la realizzazione dell'opera richiedono un'attenta valutazione nella ricerca di aree opportunamente allestite per poter accumulare temporaneamente il materiale estratto in fase di scavo e diretto alle aree in cui effettuare riporti.

Come detto, si tratta quindi di aree che nelle fasi di scavo consentono di accumulare il materiale che non può essere movimentato in via diretta.

La ricerca di aree libere da adibire a siti di stoccaggio temporaneo è stata condotta secondo le seguenti fasi:

- A. individuazione di tutte le possibili aree utilizzabili;

B. acquisizione dei dati territoriali per determinare la presenza di vincoli, destinazione urbanistica e limiti infrastrutturali nell'estensione dell'area di accumulo.

Al fine di limitare le interferenze tra le aree di stoccaggio ed i recettori presenti nelle vicinanze delle stesse, nell'individuazione dei siti idonei per le aree di accumulo sono stati adottati una serie di criteri di sicurezza basati su esperienze analoghe o riferiti a valori di letteratura. Si è scelti detti siti anche considerando la matrice orografica del suolo: le aree sono semi pianeggianti in modo che l'accumulo di materiale non possa interferire con il normale deflusso delle acque meteoriche.

In questa fase sono state individuate tre aree idonee a divenire aree di cantiere da utilizzare anche per l'accumulo temporaneo dei materiali provenienti dagli scavi in attesa del loro riutilizzo.

Per la descrizione delle attività previste nell'ambito della gestione dei materiali di scavo si rimanda al *Studio preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo* facente parte del progetto definitivo (Elaborato VIA-WIND001.REL003e).

### 13 Cronoprogramma preliminare dei lavori

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:

- Predisposizione di tutte le opere ed infrastrutture civili, compresa la realizzazione dei cavidotti di impianto, suddivisa nelle seguenti sottofasi:
  - o realizzazione viabilità (nuova e riattamento esistente);
  - o conformazione della piazzola;
  - o realizzazione fondazione aerogeneratore e maglia di terra;
  - o allestimento piazzola;
  - o realizzazione cavidotti di impianto.
- Trasporto in sito, assemblaggio e montaggio aerogeneratore;
- 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 è stata progettualmente stimata una durata indicativa dei lavori di circa 52 settimane con uno sviluppo delle attività ipotizzato secondo quanto riportato nel cronoprogramma riportato nell'Elaborato VIA-WIND001.REL017a - *Cronoprogramma dei lavori di esecuzione*.

