



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN
IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 61.2 MW
DENOMINATO "LACCANU" DA REALIZZARSI NEI
COMUNI DI BESSUDE, ITTIRI, THIESI E BANARI (SS) CON
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICHE



Committente:

Queequeg Renewables Due S.r.l.
piazza Cinque Giornate, 10
20129 Milano (MI)
C. F. e P. IVA: 04578310163
PEC: queequegrenewablesdue@pec.it

RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA

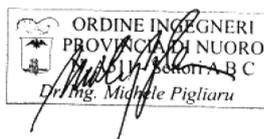
Rev. 0.0

Data: 13 dicembre 2023

QQR-WND-026

Progetto e sviluppo:

Queequeg Renewables, ltd
2nd Floor, the Works,
14 Turnham Green Terrace Mews,
W41QU London (UK)
Company number: 11780524
email: mail@quren.co.uk



SOMMARIO

1	Premessa.....	4
2	Inquadramento territoriale	7
2.1	Localizzazione	7
2.2	Inquadramento geologico – geotecnico generale.....	11
2.3	Rischio sismico	13
3	Analisi della fattibilità dell'intervento	14
3.1	Fattibilità tecnico-procedurale.....	14
3.2	Indicazione dei limiti operativi, spaziali e temporali, relativi alle fasi di costruzione, esercizio e dismissione dell'impianto	16
4	Caratteristiche tecniche Generali dell'opera	18
4.1	Criteri generali di progetto e potenza installata	18
4.2	Aerogeneratori.....	19
4.2.1	Aspetti generali	19
4.2.2	Dati caratteristici.....	20
4.3	Producibilità energetica dell'impianto	21
4.4	Gli interventi in progetto	21
5	Opere civili e di ingegneria ambientale.....	23
5.1	Opere stradali	23
5.1.1	Viabilità principale di accesso al sito	23
5.1.2	Viabilità di servizio e piazzole.....	23
5.2	Fondazione aerogeneratore.....	33
5.3	Opere di regolazione dei deflussi.....	36
5.4	Interventi di ripristino, mitigazione e compensazione ambientale	36
5.4.1	Criteri generali	36
5.4.2	Interventi di ripristino ambientale: criteri esecutivi.....	37
5.5	Misure di compensazione e miglioramento ambientale.....	38
5.6	Superfici occupate	38
5.7	Aree di cantiere di base	39
5.8	Produzione di terre e rocce da scavo: aspetti quantitativi e caratteristiche litologico-tecniche	40
5.8.1	Premessa.....	40
5.8.2	Riepilogo dei movimenti terra previsti.....	41
5.9	Criteri di gestione dell'impianto.....	43
5.10	Programma temporale.....	43
5.11	Dismissione e ripristino dei luoghi	44
6	Scavi e cavidotti	45

6.1	Cavidotto per la connessione a 36 kV	45
7	Impianto gestore di rete	47
8	Autorizzazioni enti aeronautici civili.....	48

1 Premessa

Il settore energetico ha un ruolo cardinale nello sviluppo dell'economia, sia come fattore abilitante (fornire energia a costi competitivi, con limitato impatto ambientale e con elevata qualità del servizio è una condizione essenziale per lo sviluppo delle imprese e per le famiglie), sia come fattore di crescita di per sé (si pensi al grande potenziale economico della cosiddetta *Green economy*). Come riconosciuto nelle più recenti strategie energetiche europee e nazionali, assicurare un'energia più competitiva e sostenibile è uno degli obiettivi di maggiore interesse per il futuro.

IEA (International Energy Agency) stima che per il 2023 un totale di oltre 1.7 miliardi di dollari verranno investiti in tecnologie a bassa emissione di CO₂. Questo importo rappresenta oltre il 60% degli investimenti totali stimati in energia, con un aumento anno su anno di oltre il 55%.

La produzione energetica da fonte eolica ha vissuto negli ultimi anni un incremento massiccio nella efficienza, con conseguente abbassamento del costo dell'energia prodotto che si riversa su un prezzo all'utente finale (commerciale o privato) più competitivo. L'eolico onshore rappresenta attualmente una delle fonti di produzione di energia più efficienti ed economiche disponibili.

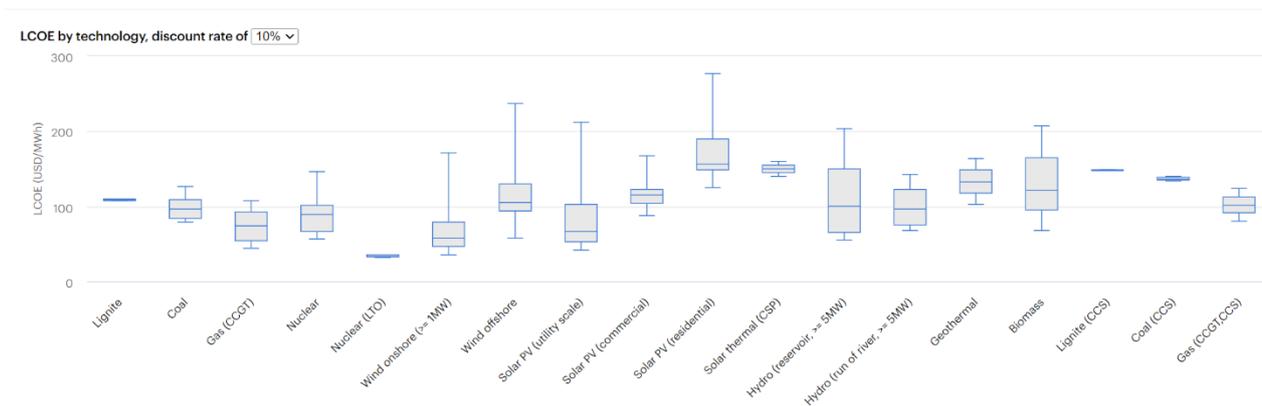


Figura 2.1-1 — Costo del MWh per fonte di energia (fonte: IEA)

Ciò è il risultato dei progressivi miglioramenti nella tecnologia, scaturiti da importanti investimenti in ricerca applicata, e dalla diffusione globale degli impianti (economie di scala), alimentata dalle politiche di incentivazione adottate dai governi a livello mondiale. Lo scenario attuale, contraddistinto dalla riduzione degli incentivi, ha contribuito ad accelerare il progressivo annullamento del differenziale di costo tra la generazione elettrica convenzionale e la generazione FER.

In questo contesto, la misura dell'efficienza di prodotto di impianti come quello proposto ma più in generale delle stazioni di generazione elettrica, sono misurati da un parametro chiamati LCOE (*"Levelized Cost of Energy"* o *"Costo Livellato dell'Elettricità"*) che indica in sintesi il costo netto di produzione di una unità di energia prodotta durante il periodo di vita utile del generatore.

In questo contesto, la società proponente, controllata dal gruppo Queequeg Renewables, rappresenta un player su scala internazionale nel settore delle FER, detenendo al momento oltre 10 GW di asset rinnovabili in vari stadi di sviluppo in Italia e in Europa.

In tale direzione si inquadra il presente progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica che Queequeg Renewables Due S.r.l., società controllata interamente dalla capofila, ha in programma di realizzare nei comuni di Bessude, Thiesi, Ittiri e Banari, Regione Sardegna, Città Metropolitana di Sassari.

In considerazione del rapido evolversi della tecnologia, che oggi mette a disposizione aerogeneratori di provata efficienza, con potenze di circa un ordine di grandezza superiori rispetto a quelle disponibili solo vent'anni or sono, il progetto proposto prevede l'installazione e la messa in esercizio di 9 turbine della potenza nominale di 6.8 MW ciascuna, posizionate su torri di sostegno metalliche dell'altezza indicativa di 134 m, nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per il funzionamento e la gestione degli aerogeneratori (viabilità, piazzole, distribuzione elettrica di impianto, cavidotto di connessione alla RTN e opere accessorie necessarie al funzionamento dell'impianto stesso). Gli aerogeneratori in progetto saranno dislocati tra quote altimetriche indicativamente comprese nell'intervallo tra i 470 e i 650 m s.l.m, permettendo ai generatori di accedere a un flusso ventoso scevro dalla maggior parte delle turbolenze quali quelle generate da edifici, orografia montuosa o altre strutture geomorfologiche.

La potenza complessiva del parco eolico sarà di 61.2 MW, con una potenza elettrica in immissione di 61.2 MWac come stabilito dal preventivo di connessione rilasciato dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Terna) con codice pratica 20220091547 del 19/10/2022, e accettato dalla società in data 06/02/2023.

Le opere di connessione da realizzare riguardano esclusivamente il comune di Ittiri, in cui è ipotizzata la connessione elettrica a 36kV dell'impianto alla RTN presso la sezione a 36kV della attuale SE RTN di Terna a 380kV da inserire in entra – esce alla linea 380kV.

Nello scenario progettuale prospettato, l'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale alla citata stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

In coerenza con la normativa nazionale e regionale applicabile, la procedura autorizzativa dell'impianto si articola attraverso le seguenti fasi:

- istanza di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale) al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) ed al Ministero della Cultura (MiC), in quanto intervento di cui alla tipologia progettuale di cui al punto 2 dell'Allegato 2 parte seconda del TUA *"impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW"*, oltre alle successive modifiche e integrazioni di legge.

-
- istanza di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art.12 DLgs 387/2003, del D.M. 10/09/2010 e della D.G.R. 3/25 del 23.01.2018 alla Regione Sardegna – Servizio Energia ed Economia Verde, trattandosi di un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di potenza pari a 61.2 MW.

Le interdistanze tra le turbine, dovute dalle accresciute dimensioni degli aerogeneratori scelti per lo sviluppo del progetto proposto, contribuiscono ad affievolire i principali impatti o disturbi ambientali caratteristici della tecnologia, quali l'eccessivo accentramento di turbine in aree ristrette (in particolare il disordine visivo determinato dal cosiddetto "effetto selva"), le probabilità di collisione con l'avifauna e la chiroterofauna, attenuate dalla ridotta velocità di rotazione dei gruppi rotore, la pressione acustica e l'ombreggiamento intermittente (*shadow flickering*).

La presente costituisce la relazione tecnico-illustrativa generale del progetto definitivo delle opere di realizzazione indispensabili per assicurare il processo costruttivo e l'ottimale esercizio della centrale (viabilità di servizio, piazzole, opere di regimazione dei deflussi e ripristini). La descrizione delle opere elettromeccaniche è riportata nello specifico progetto delle infrastrutture elettriche e qui solo introdotta per praticità.

2 Inquadramento territoriale

2.1 Localizzazione

Il proposto parco eolico "Laccanu" ricade nella regione geografica del Logudoro in agro dei comuni di Ittiri, Banari, Bessude e Thiesi (Provincia di Sassari), abbracciando da nord verso sud le località identificate con i toponimi di Sa Seasa, Monte Uppas, Sa Frissa, Monte Gherra, Monte Longos, Sea Lepere e Monte Cheia, a cavallo tra due regioni storiche della Regione Autonoma della Sardegna denominate *Mejlogu* e *Coros*. In particolare, dei 9 aerogeneratori a progetto, due sono localizzati nel territorio comunale di Ittiri, quattro in quello di Bessude, uno in quello di Thiesi, e due in quello di Banari, attraversandolo diagonalmente da nord-est a sud-ovest i limiti territoriali dei Comuni.

Le opere da realizzare per la connessione riguardano soltanto il Comune di Ittiri, in quanto interessato dall'ampliamento della SE Terna 380 kV "Ittiri" che prevederà le opere funzionali alla connessione dell'impianto alla RTN a 36kV e della viabilità di servizio dell'impianto.

In funzione della direzione di provenienza dei venti dominanti, il layout di progetto si sviluppa secondo un allineamento diagonale da sudovest a nordest degli aerogeneratori. È inoltre possibile riconoscere quattro raggruppamenti principali: uno nord-occidentale costituito da due macchine, WTG-A e WTG-B, ricadenti nel comune di Ittiri; uno nord-orientale, comprendente le macchine WTG-D e WTG-C, nel comune di Banari; uno centrale costituito dalle macchine WTG-E, WTG-F, WTG-G ricadenti nel comune di Bessude ed infine uno orientale, comprendente le turbine WTG-H e WTG-I, ricadenti rispettivamente nei comuni di Bessude e Thiesi.



Figura 2.1-1 – Inquadramento su territorio comunale

Rispetto al tessuto edificato degli insediamenti abitativi più vicini, il progetto presenta indicativamente la collocazione indicata in

Centro abitato	Posizionamento	Distanza minima (km)
Ittiri	N-O	2,3
Ozieri	E	3,7
Thiesi	S-E	7,00
Bessude	E	6,8

Tabella 2.1-1

Centro abitato	Posizionamento	Distanza minima (km)
Ittiri	N-O	2,3
Ozieri	E	3,7
Thiesi	S-E	7,00
Bessude	E	6,8

Tabella 2.1-1

L'inquadramento delle postazioni eoliche nei luoghi di intervento, secondo la toponomastica locale, è riportato in tabella di seguito.

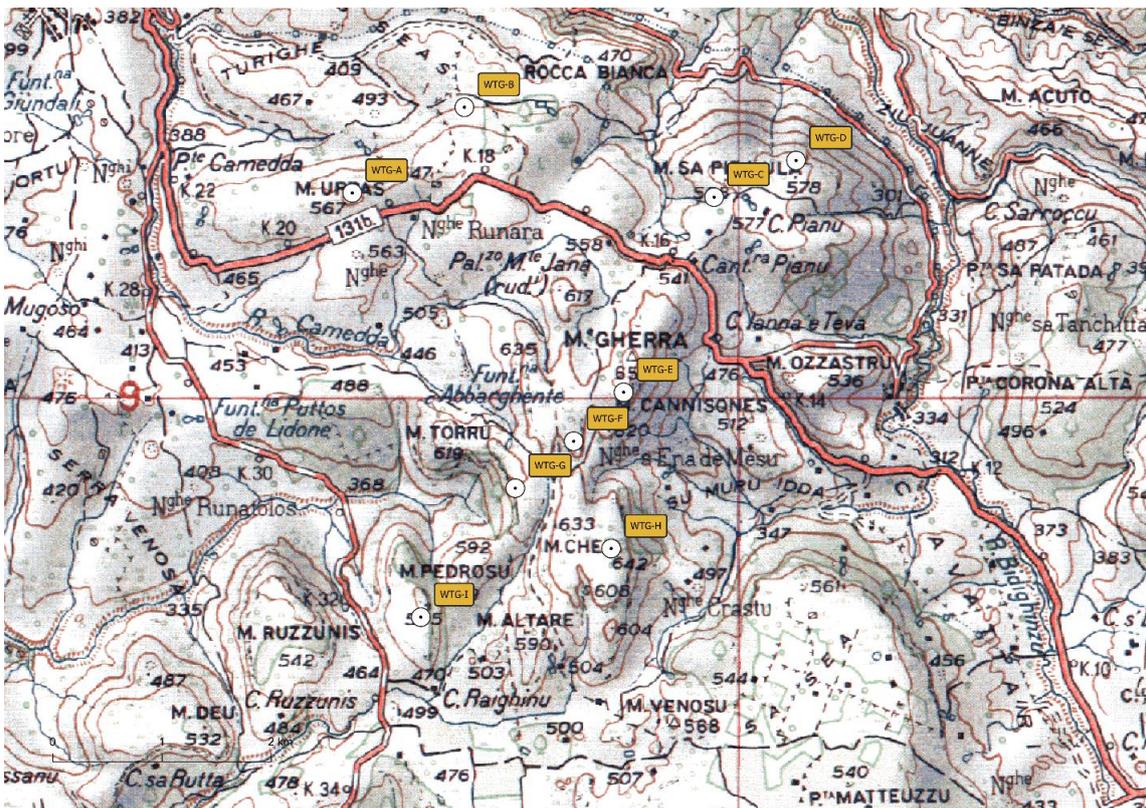


Figura 2.1-2 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su IGM

ID Aerogeneratore	Località
WTG-A	<i>M. Uppas</i>
WTG-B	<i>Sa Seasa</i>
WTG-C	<i>Sa Frassa</i>
WTG-D	<i>Sa Coaldos</i>
WTG-E	<i>Sa Pala de Sa Piga</i>
WTG-F	<i>Badde Mela</i>
WTG-G	<i>Sea Lepere</i>
WTG-H	<i>Monte Cheia</i>
WTG-I	<i>M.Palma</i>

Tabella 2.1-2

Sotto il profilo dell'infrastrutturazione viaria, il sito è raggiungibile attraverso un sistema di viabilità secondaria innestato su alcune direttrici principali: la SS131 Bis "Carlo Felice", che percorre l'area del parco da nordovest a sudest, e che permette di raggiungere la viabilità di accesso degli aerogeneratori a progetto. Le viabilità di accesso interessano tutti i Comuni a progetto: Ittiri, Bessude, Banari e Thiesi.

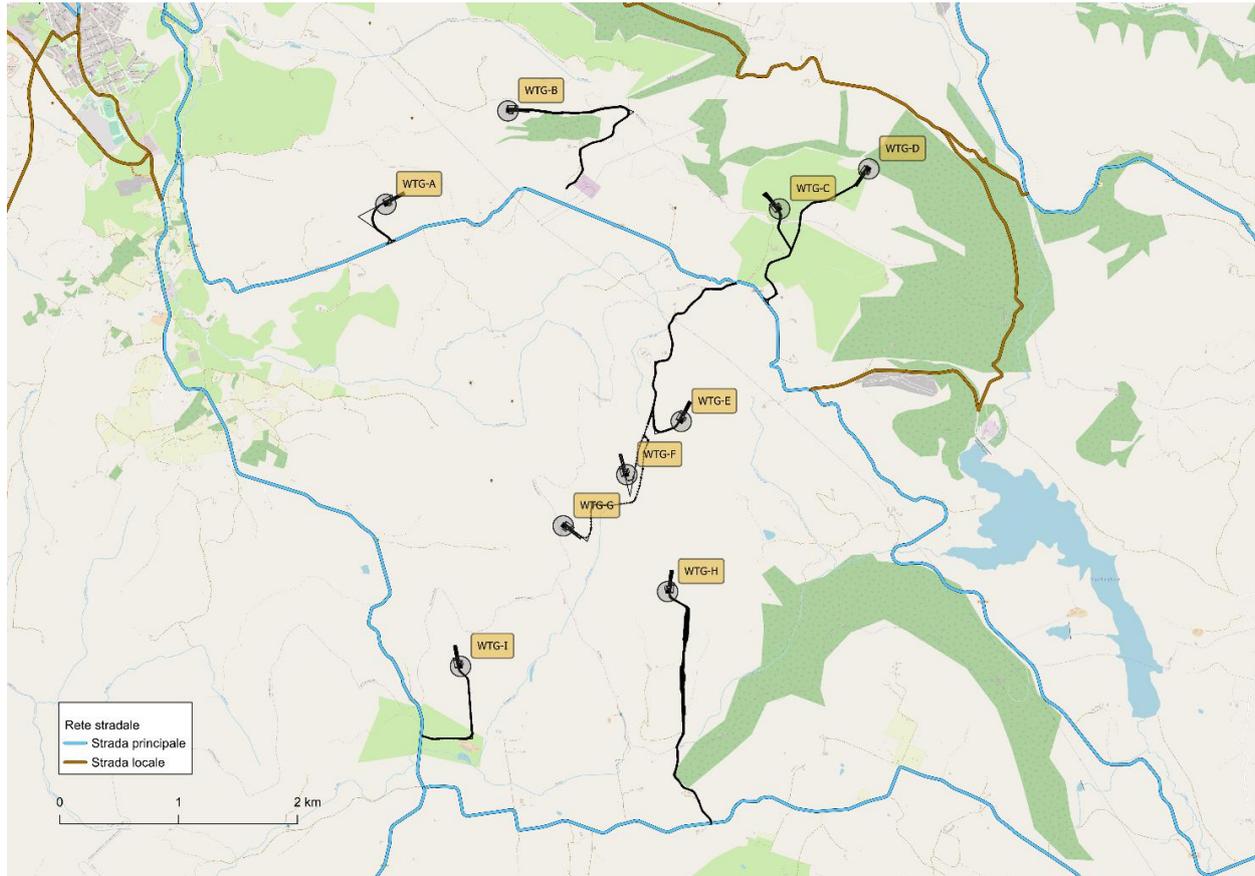


Figura 2.1-3 – Inquadramento viabilità interna

L'impianto sarà servito da una viabilità interna di collegamento tra gli aerogeneratori, prevalentemente sovrapposta sulla viabilità esistente, funzionale a consentire il processo costruttivo e le ordinarie attività di manutenzione in fase di esercizio. La viabilità rimarrà aperta al pubblico durante la fase di esercizio dell'impianto, valorizzando le aree a progetto anche per interventi quali riqualificazione delle aree ad uso pascolo o rimboschimento parziale.

Le coordinate degli aerogeneratori espresse nel sistema Gauss Boaga – Roma 40 sono le seguenti.

Aerogeneratore	X	Y
WTG-A	1466416	4491683
WTG-B	1467284	4492617
WTG-C	1469729	4491645
WTG-D	1470480	4491984
WTG-E	1468902	4489845
WTG-F	1468444	4489393
WTG-G	1467909	4488960
WTG-H	1468787	4488403
WTG-I	1467045	4487770

Tabella 2.1-3 - Coordinate aerogeneratori in Gauss Boaga – Roma 40

2.2 Inquadramento geologico – geotecnico generale

Il presente progetto è accompagnato da uno studio geologico e geotecnico che ha compiutamente analizzato gli aspetti geologico-litologici, morfologici ed idrogeologici preliminari che interagiscono con l'opera, nonché valutato —con il necessario dettaglio dello stadio di progettazione definitiva dell'opera— le condizioni di pericolosità geologico-idraulica in atto e potenziali, o altre criticità in grado di condizionare negativamente la fattibilità dell'intervento nel suo complesso. Ciò al fine di poter predisporre il programma di indagini più consono ad approfondire e meglio specificare alcuni aspetti di dettaglio necessari a supportare adeguatamente la successiva fase di progettazione in relazione alla natura dell'intervento e dell'assetto geologico s.l. e geotecnico dei luoghi.

Nel rimandare all'esame delle relazioni specialistiche per maggiori dettagli, e per una valutazione puntuale si riportano per praticità le analisi e le valutazioni conclusive.

L'area di intervento ricade nella regione del Logudoro, un'area che sin dal Terziario è stata interessata dai movimenti tettonici distensivi legati all'apertura del bacino balearico ed alla rotazione del blocco sardo-corso e che, in Sardegna, ha avuto come conseguenza più evidente la formazione della Fossa Sarda, una vasta fossa tettonica che si estende in direzione NW-SE dal Golfo dell'Asinara sino al Golfo di Cagliari.

L'areale interessato è caratterizzato dall'esteso affioramento di ignimbriti riolitiche e riodacitiche afferenti Distretto Vulcanico di Capo Marargiu con subordinanti prodotti lavici basaltici e andesitici spesso in facies di domi.

L'assetto geologico si caratterizza per la presenza di un basamento litificato in facies effusiva che soggiace a

profondità abbastanza uniformi, presumibilmente variabili tra 0,00 m e 1,00 m, rispetto al piano di campagna, sormontato da una coltre eluvio colluviale interessata da fenomeni di alterazione più o meno spinti. In un settore limitato dell'areale di intervento affiora il basamento calcareo – arenaceo.

Sotto il profilo geomorfologico, il territorio di questa regione presenta una morfologia collinare con quote assolute che variano tra 642 m s.l.m. in corrispondenza di Monte Cheia e i circa 250 m s.l.m. della valle fluviale del Riu Bidighinzu. Coerentemente con l'esteso affioramento di litologie vulcaniche in facies ignimbratica e con l'assetto strutturale del Logudoro, caratterizzato dalla presenza di un semigraben inclinato verso i quadranti orientali, il settore NW così come il settore centrale e quello meridionale del parco eolico in progetto si caratterizza per la presenza di estesi altopiani di forma circolare o allungata principalmente in direzione NS e debolmente inclinati verso est, delimitati da versanti gradonati aventi una pendenza media compresa tra il 40 e il 50%. I singoli gradini morfologici, spesso caratterizzati da pareti subverticali, coincidono con le unità ignimbratiche o con le singole unità di flusso che le costituiscono.

All'estremità nord del parco una faglia ad andamento EW mette a contatto le litologie vulcaniche con quelle sedimentarie mioceniche caratterizzate anch'esse da una morfologia contraddistinta dalla presenza di colline dalla sommità pianeggiante, sebbene caratterizzate da una morfologia meno aspra dei versanti e da quote minori rispetto ai settori posti a meridione.

Il settore nord-orientale è caratterizzato da una morfologia collinare più irregolare dominata dalla presenza di litologie laviche in affioramento o sormontate da esigui spessori di depositi olocenici di origine eluviocolluviale, più o meno pedogenizzati, e da detriti di versante in corrispondenza delle zone di raccordo con le aree vallive.

Nelle zone vallive i corsi d'acqua scorrono prevalentemente su roccia ed i depositi alluvionali attuali e recenti coprono aree limitate.

Anche il settore a sud del parco, caratterizzato dall'esteso affioramento di litologie laviche, presenta una morfologia collinare irregolare con zone sub pianeggianti nei bassi topografico contraddistinti dalla presenza di spessori significativi di coltri eluvio-colluviali. Gli alti topografici sono spesso interessati da limitati affioramenti di calcareniti afferenti alla Formazione di Mores che poggiano in discordanza sul basamento vulcanico. I versanti di questi rilievi sono spesso contraddistinti dalla presenza di detrito di versante che raccorda gli alti morfologici con le aree vallive.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico il settore interessato dall'impianto è condizionato dalla presenza di un substrato roccioso vulcanico sostanzialmente poco permeabile e da una modestissima coltre detritica prevalentemente eluviale di spessore poco significativo, non favorevole alla formazione di una circolazione idrica sotterranea a carattere freatico alle profondità di interessate dalle opere fondali degli aerogeneratori. La predominanza di rocce vulcaniche coerenti, contraddistinte da permeabilità da nulla a molto bassa, consente di escludere qualsiasi interazione tra scavi e flussi idrici sotterranei.

2.3 Rischio sismico

L'area ricade in *Zona Sismica di Classe 4* ai sensi dell'OPCM 3274/2003 contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro a_g è assegnato un valore di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) compreso tra $0,025 \div 0,05$ g da adottare nella progettazione.

Dal database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) non si evince alcun elemento tettonico capace di interferire direttamente con i luoghi di intervento.

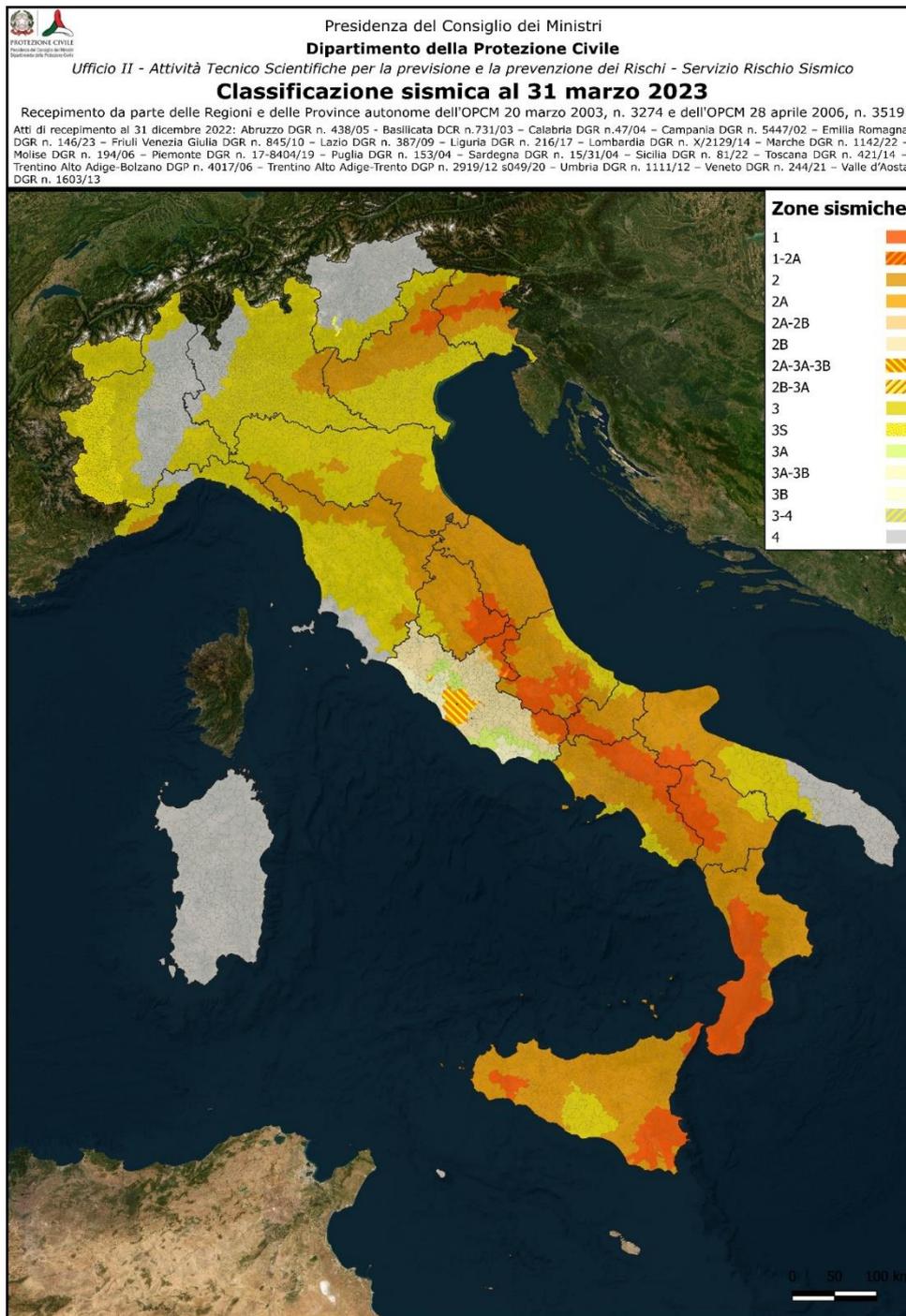


Figura 2.3-1 – Classificazione sismica delle Regioni

3 Analisi della fattibilità dell'intervento

3.1 Fattibilità tecnico-procedurale

Come anticipato in premessa, l'intervento proposto si inserisce in un periodo di significativo sviluppo per gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, inclusa quella eolica, sostenuto ed auspicato dai più recenti strumenti di programmazione internazionali, nazionali e regionali in materia energetica.

Per valutare la fattibilità tecnico-procedurale dell'intervento a progetto, deve necessariamente rilevarsi come l'iter autorizzativo del progetto debba rapportarsi a un quadro regolatorio stratificato, incentrato sulle Linee Guida Nazionali concernenti le modalità di attuazione del procedimento unico di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003 ed i requisiti tecnici degli impianti, emanate con D.M. 10/09/2010. A livello regionale, anche a seguito del tardivo recepimento delle Linee Guida Nazionali rispetto alle previsioni del D.Lgs. 387/2003, si è assistito negli ultimi quindici anni all'emanazione di numerosi atti di indirizzo e dispositivi di Legge intesi a regolare la materia, nonché alla promulgazione di numerose sentenze della Giustizia Amministrativa e della Corte Costituzionale, intervenute sull'argomento revocando disposizioni regionali ritenute in contrasto con la normativa comunitaria e nazionale in tema di energia e promozione delle fonti rinnovabili.

Sulla base delle informazioni acquisite nell'ambito della fase di studio del progetto, nel riconoscere la locale presenza di elementi territoriali di interesse paesaggistico e ambientale, con i quali il progetto si è dovuto necessariamente confrontare, non è stata riscontrata la sussistenza di vincoli o prescrizioni normative di fatto preclusivi alla realizzazione dell'intervento proposto. All'interno del Quadro di Riferimento Programmatico dello SIA (cui si rimanda per ogni miglior definizione di quanto detto) sono stati esaminati i rapporti tra l'iniziativa proposta ed i principali riferimenti di legge ed atti di indirizzo regionali che hanno orientato le scelte progettuali, segnatamente riferibili ai seguenti:

- D.M. 10 settembre 2010 *"Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"*.
- D.G.R. 59/90 del 27/11/2020 *"Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione degli impianti alimentati da fonti di energia eolica"*.
- D.G.R. 24/12 del 19/05/2015 *"Linee guida per i paesaggi industriali della Sardegna"*.
- Decreto del Presidente della Regione 7 settembre 2006, n. 82 *"Approvazione del Piano Paesaggistico Regionale Primo ambito omogeneo Deliberazione della Giunta Regionale n° 36/7 del 5 settembre 2006"*.

Sulla scorta dei riscontri scaturiti da mirate ricognizioni, analisi settoriali e monitoraggi, lo Studio di Impatto Ambientale ha individuato, descritto e documentato la significatività dei potenziali effetti del progetto sulle principali componenti ambientali "bersaglio". Detta analisi, nell'individuare all'occorrenza appropriate misure mitigative o compensative, ha consentito di individuare e stimare gli effetti del progetto sulle categorie dell'ambiente e del paesaggio più vulnerabili ed oggetto di attenzione da parte dei dispositivi normativi di

carattere regionale sopra richiamati (p.e. aree a forte naturalità, sistemi idrici superficiali, areali di interesse faunistico, aree di interesse archeologico o beni di valore identitario). Ogni valutazione di merito rispetto all'accettabilità degli impatti ambientali prospettati presuppone, evidentemente, una valutazione bilanciata tra gli innegabili benefici ambientali misurabili alla scala sovralocale (dal livello globale, nazionale e regionale), che derivano dalla produzione energetica a fonte rinnovabile, e gli effetti potenzialmente avversi che si riconoscono alla scala locale, principalmente di natura estetico-percettiva. Nell'ambito di tali considerazioni, peraltro, un peso significativo nel processo di valutazione ambientale deve attribuirsi alla sostanziale reversibilità delle principali interazioni negative sull'ambiente e sul paesaggio al termine dell'operatività della centrale eolica.

In termini di fattibilità tecnica dell'impianto, in sede di progetto sono stati attentamente esaminati tutti i principali aspetti concernenti:

- la disponibilità delle aree di intervento, rispetto a cui la società proponente si è da tempo attivata per acquisire contrattualmente il consenso dei proprietari dei poderi agricoli interessati dall'installazione degli aerogeneratori. Alla data di predisposizione del presente progetto sono in via di perfezionamento i relativi contratti di diritto di superficie con i proprietari interessati;
- la disponibilità della risorsa vento ai fini della produzione di energia da fonte eolica, oggetto di osservazioni di lunga durata disponibili sull'area vasta e su quella puntuale di installazione degli aerogeneratori;
- la fase di trasporto della componentistica delle macchine attraverso la viabilità principale e secondaria di accesso al sito, la cui idoneità di massima, in termini di tracciato planoaltimetrico, raggi di curvatura e consistenza del fondo, è stata progettualmente verificata ed è stata oggetto di mirate ricognizioni a seguito delle ricognizioni operate da trasportatore specializzato (*road survey*);
- i condizionamenti ambientali (caratteristiche morfologiche, geologiche, vegetazionali, faunistiche, insediative, archeologiche e storico-culturali ecc.), di estrema importanza per realizzare una progettazione che determini un impatto sostenibile sul territorio;
- le caratteristiche infrastrutturali della rete elettrica per la successiva immissione dell'energia prodotta alla RTN, in accordo con quanto indicato dal Gestore di Rete nel preventivo di connessione (STMG).

Il quadro complessivo di informazioni e di riscontri che è scaturito dall'analisi di fattibilità del progetto ha condotto a ritenere che la scelta localizzativa di Ittiri, Thiesi, Bessude e Banari —e più in dettaglio delle aree identificate per l'installazione degli aerogeneratori— presenti condizioni favorevoli, sotto il profilo tecnico-gestionale, alla realizzazione di una centrale eolica come quella proposta e derivanti principalmente da:

- le ottimali condizioni di ventosità del territorio, conseguenti alle particolari condizioni orografiche e di esposizione, di sicuro interesse ai fini della produzione di energia dal vento, e per la cui analisi di dettaglio si rimanda alla relazione anemologica;

- le idonee condizioni geologiche e morfologiche locali, contraddistinte da un esteso altopiano basaltico;
- la vicinanza di una SE di proprietà del gestore della rete AT e AAT idonea a ospitare capacità di energia elettrica in immissione come quella a progetto;
- le accettabili condizioni infrastrutturali di accessibilità generali.

3.2 Indicazione dei limiti operativi, spaziali e temporali, relativi alle fasi di costruzione, esercizio e dismissione dell'impianto

Lo scalo portuale presso il quale avverrà lo sbarco della componentistica degli aerogeneratori sarà quello di Porto Torres nel quale è stata individuata un'area di trasbordo della componentistica su mezzi appropriati. Trattasi difatti di una infrastruttura portuale provvista di idonee caratteristiche infrastrutturali in rapporto ai requisiti richiesti dal progetto, e situata a distanza ragionevolmente contenuta dalle opere di intervento a progetto.

Il tracciato di trasporto dei componenti principali degli aerogeneratori dal predetto scalo portuale al sito di intervento è previsto lungo arterie stradali di preminente importanza statale e provinciale. Le sue caratteristiche, come preliminarmente verificate in sede di road survey, sono sostanzialmente idonee al transito dei mezzi speciali di trasporto.

L'area di impianto è apparsa raggiungibile percorrendo la suddetta viabilità principale prevedendo — ove ciò fosse necessario— puntuali interventi di adeguamento, consistenti nella rimozione di alcuni cartelli, cordoli o barriere stradali, o realizzando limitati allargamenti per favorire il transito dei mezzi di trasporto alla viabilità di impianto. Tali interventi comporteranno necessariamente l'acquisizione dei diritti per l'occupazione temporanea di nuove aree o il rilascio dei necessari consensi da parte degli Enti titolari della viabilità.

La costruzione di elettrodotti interrati a 36 kV per il convogliamento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori alla stazione RTN a 380 kV "Ittiri" da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV che la alimenta, ipotizzata in via preliminare in adiacenza alla pre-esistente stazione elettrica suddetta.

Per quanto concerne la fase di funzionamento dell'impianto, l'esperienza gestionale dei parchi eolici operativi nel territorio regionale testimonia come l'esercizio degli aerogeneratori non arrecherà pregiudizio alle condizioni di fruibilità dei fondi da parte degli operatori agricoli e non contrasterà con il proseguimento delle tradizionali pratiche di utilizzo dei terreni, attualmente interessati prevalentemente da coltivazioni erbacee e pascoli.

Avuto riguardo delle limitazioni di carattere vincolistico riscontrate, (quali fasce di rispetto da beni di interesse storico-archeologico, fasce di tutela dei corsi d'acqua, aree a pericolosità da frana, aree boscate), i nuovi percorsi stradali previsti in progetto sono stati concepiti per limitare al minimo le perturbazioni all'organizzazione delle trame fondiari e alla gestione degli appezzamenti agricoli.

D'altro canto, la presenza degli aerogeneratori potrebbe suggerire comunque di prevedere adeguate distanze di sicurezza rispetto alle aree di edificazione di eventuali nuovi fabbricati o infrastrutture, da definirsi di concerto con gli Enti e i soggetti interessati.

Per quanto attiene alla fase di dismissione dell'impianto, che avrà inizio una volta conclusa la vita utile dei proposti generatori eolici (circa 40 anni, salvo proroga), il progetto prevede espressamente la rimozione degli aerogeneratori con contestuale demolizione delle strutture di fondazione per la profondità di 1 metro circa al di sotto del piano campagna, piano di sistemazione e il successivo ricoprimento della restante parte il ripristino delle piazzole di servizio, la rimozione o conversione della stazione elettrica di utenza e il recupero dei cavi, in accordo con le disposizioni del DM 10/09/2010 e sulla base delle indicazioni che verranno eventualmente impartite dagli Enti competenti.

4 Caratteristiche tecniche Generali dell'opera

4.1 Criteri generali di progetto e potenza installata

L'impianto sarà composto da 9 aerogeneratori della potenza nominale di 6.8 MW per una potenza complessiva in immissione di 61.2 MW, nonché da tutte le opere e infrastrutture accessorie necessarie e funzionali alla costruzione ed esercizio della centrale.

Gli interventi relativi all'installazione degli aerogeneratori e alla relativa viabilità ricadono nei territori di Ittiri, Bessude, Banari e Thiesi.

La posizione sul terreno degli aerogeneratori (o anche *lay-out* di impianto) è stata condizionata da numerosi fattori di carattere tecnico-realizzativo, paesaggistico e ambientale con particolare riferimento ai seguenti:

- conseguire una più ampia aderenza possibile del progetto, per quanto tecnicamente fattibile e laddove motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica, ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati nella Deliberazione G.R. 59/90 del 2020 della Regione Autonoma della Sardegna. Ciò con particolare riferimento agli aspetti:
 - o sostanziale osservanza delle mutue distanze tecnicamente consigliate tra le turbine al fine di conseguire un più gradevole effetto visivo e minimizzare le perdite energetiche per effetto scia nonché gli effetti di turbolenza;
 - o distanze di rispetto delle turbine:
 - dal ciglio della viabilità statale e provinciale;
 - dalle aree urbane, edifici residenziali o corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia stata accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno, sempre superiore ai 500 metri;
 - da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia stata accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno, sempre superiore ai 300 metri;
 - da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR, sempre superiori ai 700 m.
- assicurare la salvaguardia dei siti di interesse storico-culturale censiti nel territorio, riferibili in particolar modo alla presenza di siti archeologici del periodo nuragico;
- ottimizzare lo studio della viabilità di impianto contenendo, per quanto tecnicamente possibile, la lunghezza dei percorsi ed impostando i tracciati della viabilità di servizio in prevalenza su strade esistenti o su strade interpoderali;

- privilegiare l'installazione dei nuovi aerogeneratori e lo sviluppo della viabilità di impianto entro aree stabili dal punto di vista geomorfologico e geo-tecnico nonché su superfici a conformazione il più possibile regolare per contenere opportunamente le operazioni di movimento terra;
- minimizzare le interferenze con il reticolo idrografico superficiale.

L'aerogeneratore di progetto, scelto in funzione delle caratteristiche anemologiche del sito, dell'efficienza e delle caratteristiche funzionali disponibili, avrà indicativamente le caratteristiche tecnico-prestazionali del modello V172-6.8 MW – 172 HH134 e sarà una macchina dell'ultima generazione che configura elevate *performance* energetiche nelle condizioni di vento che caratterizzano il sito di progetto. Fermo restante il rispetto delle massime caratteristiche dimensionali/prestazionali dell'aerogeneratore, la scelta definitiva potrà ricadere su un modello simile, anche successivamente all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica alla costruzione ed esercizio dell'impianto.

Gli aerogeneratori previsti a progetto, coerentemente con i più diffusi standard costruttivi, saranno del tipo a tre pale in materiale composito, con disposizione *upwind* (o "sovrapvento"), regolazione attiva del passo della pala e dell'angolo di imbardata della navicella.

La torre di sostegno della navicella sarà in acciaio di tipo tubolare, adeguatamente dimensionata per resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento, ed ancorata al terreno mediante fondazioni dirette.

Come accennato in precedenza, tutti gli aerogeneratori saranno collegati elettricamente alla sezione a 36kV di una futura SE di smistamento della RTN 380kV, da inserire in entra-esce sulla linea 380kV, la cui costruzione e messa in esercizio è prevista dalla STMG rilasciata da Terna.

Le linee elettriche di trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori saranno completamente interrato e realizzate in parallelismo alla viabilità esistente o in progetto.

Per maggiori dettagli sulle opere elettriche si rimanda al Progetto Definitivo delle infrastrutture elettriche, allegato all'istanza di VIA ed Autorizzazione Unica.

4.2 Aerogeneratori

4.2.1 Aspetti generali

Il tipo di aerogeneratore previsto ("aerogeneratore di progetto") è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza di 6,8 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro di 172 m, posto sovrapvento alla torre di sostegno, costituito da pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;

- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore di macchina e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a 134 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 220,0 m.

4.2.2 Dati caratteristici

Posizione rotore:	sopravento
Regolazione di potenza:	a passo variabile
Diametro rotore:	172 m
Area spazzata:	23.234 m ²
Direzione di rotazione:	senso orario (<i>clockwise</i>)
Temperatura di esercizio:	-20°C / +40°C
Velocità del vento all'avviamento:	minimo 3 m/s
Arresto per eccesso di velocità del vento:	25 m/s
Freni aerodinamici:	messa in bandiera totale
Numero di pale:	3

Modalità di trasporto di tutti i componenti dallo sbarco all'area di trasbordo individuata in area portuale: mezzi di trasporto eccezionale standard/speciali aventi uno snodo ed il componente fissato al rimorchio in senso orizzontale.

Modalità trasporto singola pala da area di trasbordo, individuata in area portuale, al sito di installazione: mezzo speciale "blade lifter" per il sollevamento della pala fino ad un'inclinazione massima di 90° rispetto al suolo.

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

- lo studio di impatto acustico, avendo queste macchine la possibilità di installare dispositivi di abbattimento della pressione acustica;
- le verifiche strutturali preliminari;
- la possibilità di installare dispositivi per la mitigazione dell'effetto tremolio delle ombre;
- la possibilità di installare dispositivi per la dissuasione della chiroterofauna;
- la progettazione trasportistica (componenti più pesanti e più ingombranti dei differenti modelli).

Per tutti gli altri aspetti progettuali sono state utilizzate le caratteristiche generali sopra riportate, sufficienti in particolare alla predisposizione del progetto civile ed elettrico, del report di producibilità (curato dalla Proponente) e dello studio di impatto ambientale



Figura 4.2-1 – Aerogeneratore Vestas Enventus 172

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate nell'elaborato relativo.

4.3 Producibilità energetica dell'impianto

La produzione di energia elettrica annuale P50 del parco eolico al netto delle perdite è stimata in 2.990 ore equivalenti considerando la potenza installata di 61,2 MW. Si stima pertanto che il parco eolico a progetto avrà una produzione annua media di circa 183 GWh.

Per maggiori dettagli si rimanda ai contenuti della *Relazione anemologica*.

4.4 Gli interventi in progetto

Al fine di garantire l'installazione e la piena operatività delle macchine a progetto, durante la fase di cantiere saranno da prevedersi le seguenti opere:

- allestimento delle aree temporanee funzionali alla logistica del cantiere e delle aree di trasbordo dei componenti degli aerogeneratori da mezzi di trasporto eccezionale "standard" a mezzi di trasporto eccezionale "speciale" provvisti di dispositivo "alza-pala" ("Blade Lifter");
- interventi di adeguamento della viabilità principale di accesso al sito del parco eolico, consistenti nella temporanea eliminazione di ostacoli e barriere o in limitati spianamenti e/o allargamenti stradali, al fine di renderla transitabile dai mezzi di trasporto della componentistica delle turbine;

-
- allestimento della viabilità di cantiere dell'impianto da realizzarsi attraverso il locale adeguamento della viabilità esistente o, laddove indispensabile, prevedendo la creazione di nuovi tratti di viabilità; ciò per assicurare adeguate condizioni di accesso alle postazioni degli aerogeneratori, in accordo con le specifiche indicate dalla casa costruttrice delle turbine eoliche;
 - approntamento delle piazzole di cantiere funzionali all'assemblaggio ed all'installazione degli aerogeneratori;
 - realizzazione delle opere in cemento armato di fondazione delle torri di sostegno;
 - realizzazione delle opere di regimazione delle acque superficiali, attraverso l'approntamento di canali di scolo e tombinamenti stradali funzionali al convogliamento delle acque di ruscellamento diffuso e incanalato verso i compluvi naturali;
 - installazione degli aerogeneratori;
 - approntamento di recinzioni, muri a secco e cancelli laddove richiesto;
 - al termine dei lavori di installazione e collaudo funzionale "a freddo" degli aerogeneratori;
 - esecuzione di interventi di aggiornamento morfologico-ambientale in corrispondenza delle piazzole e dei tracciati stradali di cantiere; ciò al fine di ridurre l'occupazione permanente delle infrastrutture connesse all'esercizio del parco eolico, non indispensabili nella fase di ordinaria gestione e manutenzione dell'impianto, contenere opportunamente il verificarsi di fenomeni erosivi e dissesti e favorire un più equilibrato inserimento delle opere nel contesto paesaggistico;
 - ripristino ambientale delle aree individuate per le operazioni di trasbordo della componentistica degli aerogeneratori e dell'area logistica di cantiere;
 - esecuzione di mirati interventi di mitigazione e recupero ambientale, in particolar modo in corrispondenza delle scarpate in scavo e/o in rilevato, in accordo con quanto specificato nei disegni di progetto.

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

- realizzazione scavi per posa dei cavi interrati a 36 kV di vettoriamento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori;
- realizzazione di una cabina di raccolta delle linee a 36 kV afferenti ai cluster di produzione del parco eolico;
- realizzazione delle opere di rete in accordo con la soluzione di connessione prospettata da Terna;
- realizzazione delle opere di compensazione pattuite con le autorità locali quale il Comune.
- Opere civili e di ingegneria ambientale

5 Opere civili e di ingegneria ambientale

5.1 Opere stradali

5.1.1 Viabilità principale di accesso al sito

Sulla base di analisi e valutazioni scaturite da verifiche progettuali definitive, validate a seguito di road survey eseguita da trasportatore specializzato incaricato dalla proponente, le infrastrutture viarie principali di accesso al parco eolico sono rappresentate dalla viabilità locale di collegamento allo scalo portuale di Porto Torres SP34, SS 131, SP 42, SP 291, SS 127, SS 127bis, NSA 167, SP 28, SP 28bis e infine SS 131bis in direzione Thiesi.

Al fine di consentire il transito dei convogli speciali potrà essere richiesto il locale approntamento di temporanei interventi in corrispondenza della sede viaria o nell'immediata prossimità; si tratterà prevedibilmente di opere minimali di rimozione temporanea di cordoli, cartellonistica stradale, guard rail, o altri dispositivi stradali che saranno prontamente ripristinati una volta concluse le attività di trasporto, nonché — solo se indispensabile — di locali e limitati spianamenti e taglio di vegetazione presente a brodo carreggiata. Per brevi tratti, al fine di limitare gli impatti derivanti dall'apertura di nuova viabilità di cantiere, è prevista la percorrenza in verso contrario di marcia.

Le caratteristiche principali del suddetto percorso sono descritte nell'elaborato dedicato alla viabilità principale di accesso al parco eolico ai fini del trasporto degli aerogeneratori (RELO46 – *Relazione di interventi su viabilità di trasporto turbine*).

5.1.2 Viabilità di servizio e piazzole

5.1.2.1 Fasi costruttive

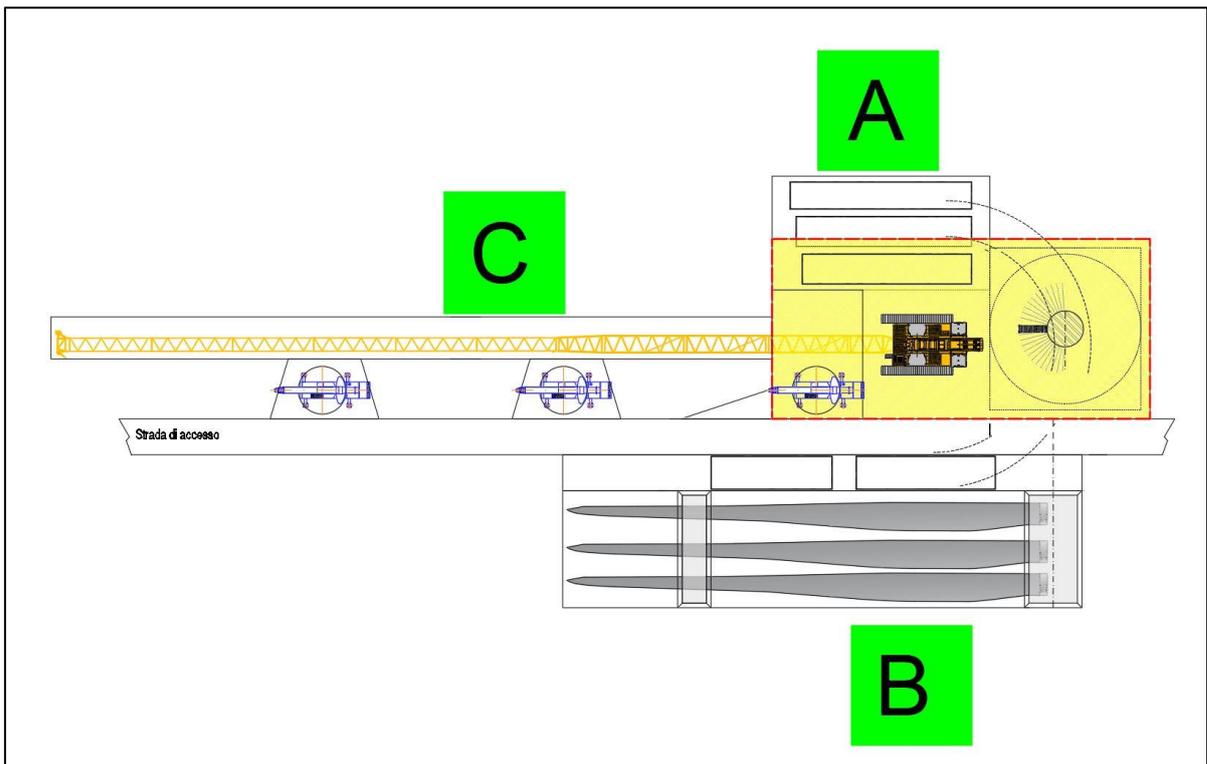
La realizzazione del parco avverrà prevedibilmente secondo la sequenza delle fasi costruttive indicate nel cronoprogramma allegato al progetto definitivo. Ai fini di consentire il montaggio e l'innalzamento degli aerogeneratori, le piazzole di cantiere dovranno essere allestite prevedendo superfici piane e regolari sufficientemente ampie da permettere lo stoccaggio dei componenti dell'aerogeneratore (tronchi della torre, navicella, mozzo e, ove possibile, delle stesse pale). Gli spazi livellati così ricavati, di adeguata portanza, dovranno assicurare, inoltre, spazi idonei 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.

Nello schema che segue è stato evidenziato il rapporto tra l'area occupata dalla piazzola in fase di cantiere e l'area della piazzola permanente (in giallo) che sarà mantenuta per tutta la vita utile dell'impianto.

Le aree contraddistinte dalle lettere A, B e C indicano nel caso della configurazione della piazzola "COMPLETA", nell'ordine l'area destinata al deposito temporaneo di alcuni elementi della torre metallica,

all'area destinata per il deposito delle pale prima del montaggio e all'area necessaria al montaggio del braccio tralicciato della gru principale. Mentre in alcuni casi in cui l'orografia particolarmente accidentata richieda di limitare al massimo l'area della piazzola le zone "A" e "B" potrebbero mancare dalla configurazione della piazzola, la zona "C" deve essere sempre presente a meno che la viabilità di cantiere non permetta lo spostamento della gru montata da una piazzola all'altra. In fase di cantiere la configurazione "completa" occuperà una superficie minima di 6'942 m² mentre in fase di esercizio si ridurrà a 1'875 m².



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*.

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

L'installazione degli aerogeneratori previsti in progetto presuppone l'accesso, presso i siti di intervento, di mezzi speciali per il trasporto della componentistica delle macchine eoliche, nonché l'installazione di due autogrù: una principale (indicativamente da 750 t di capacità max a 8 m di raggio di lavoro, braccio da circa 150 m) e una ausiliaria (indicativamente da 250 t), necessarie per il montaggio delle torri, delle navicelle e dei rotori.

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

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

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

Strade di nuova realizzazione (m)	
Lunghezza	5 657,46
Strade rurali in adeguamento di percorsi esistenti (m)	
Lunghezza	6 797,70
Totale viabilità di cantiere (comprensivo di viabilità piazzole)	12 455,16

La viabilità complessiva di impianto, al netto dei percorsi sulle strade principali e secondarie esistenti per l'accesso al sito del parco eolico, ammonta, pertanto, a circa 12,46 km, riferibili a percorsi di nuova realizzazione per circa il 45% della lunghezza complessiva e tracciati in adeguamento/adattamento della viabilità esistente in misura del 55% circa.

Ai fini della scelta dei tracciati stradali di nuova realizzazione e della valutazione dell'idoneità della viabilità esistente, uno dei parametri più importanti è il minimo raggio di curvatura stradale accettabile, variabile in relazione alla lunghezza degli elementi da trasportare e della pendenza della carreggiata. Nel caso specifico il minimo raggio di curvatura orizzontale adottato è pari a 35 m, in coerenza con quanto suggerito dalle case costruttrici degli aerogeneratori a seguito dell'utilizzo del "blade lifter" che permette di ridurre la lunghezza del convoglio a circa 20÷25 m.

La definizione dell'andamento planimetrico ed altimetrico delle strade è stata attentamente verificata nell'ambito dei sopralluoghi condotti dal gruppo di progettazione e dai professionisti incaricati delle analisi ambientali specialistiche, nonché progettualmente sviluppata sulla base di curve di livello con passo 2 m, base cartografica ritenuta sufficientemente affidabile per il livello di progettazione richiesto e per pervenire ad una stima sufficientemente attendibile dei movimenti terra necessari.

Coerentemente con quanto richiesto dai costruttori delle turbine eoliche, i nuovi tratti viari in progetto e quelli in adeguamento della viabilità esistente saranno realizzati prevedendo una carreggiata stradale di larghezza complessiva pari a 6,0 m in rettilineo.

Nei tratti in adeguamento, nell'ottica di garantire il transito dei convogli che trasportano i componenti degli aerogeneratori, in corrispondenza di curve particolarmente strette si è provveduto a modificare il raggio di curvatura e, dove non possibile, sono stati previsti locali allargamenti così come rappresentato negli elaborati grafici di progetto.

La sovrastruttura stradale, oltre dover essere dimensionata in funzione delle sollecitazioni indotte dal passaggio dei veicoli pesanti, dovrà presentare caratteristiche di uniformità e aderenza tali da garantire le condizioni di percorribilità più sicure possibili.

La soprastruttura in materiale arido avrà finitura superficiale della massiciata sarà perlopiù realizzata in ghiaietto stabilizzato con funzione di chiusura della massiciata. Lo strato di fondazione sarà composto da un aggregato che sarà costituito da *tout venant* proveniente dagli scavi, laddove giudicato idoneo dalla D.L., oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio. Ciò in modo che la curva granulometrica di queste terre rispetti le prescrizioni contenute nelle Norme CNR-UNI 10006; in particolare la dimensione massima degli inerti dovrà essere 71 mm.

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

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

Laddove i tracciati stradali presentino localmente pendenze superiori indicativamente al 10%, al fine di assicurare adeguate condizioni di aderenza per i mezzi di trasporto eccezionale, si prevede di adottare un rivestimento con pavimentazione ecologica, di impiego sempre più diffuso nell'ambito della realizzazione di interventi in aree rurali, con particolare riferimento alla viabilità montana. Nell'ottica di assicurare un'opportuna tutela degli ambiti di intervento, la pavimentazione ecologica dovrà prevedere l'utilizzo di composti inorganici, privi di etichettatura di pericolosità, di rischio e totalmente immuni da materie plastiche in qualsiasi forma. Un tipo di pavimentazione ecologica è la terra stabilizzata, cioè una superficie priva di vegetazione, altamente drenante. Prima di procedere alla stesura, indipendentemente che sia manuale o meccanica, il supporto deve essere adeguatamente costipato e va bagnato bene il sottofondo. Durante la realizzazione è importante che non si creino irregolarità o avvallamenti. Come successivo step la pavimentazione deve essere rullata. A seguito della definizione del progetto esecutivo e dei necessari rilievi di

dettaglio, nei tratti con pendenze superiori al 14% si provvederà a predisporre un adeguato traino e/o l'utilizzo di calcestruzzo per la realizzazione di alcuni brevi tratti stradali prevedendone la demolizione una volta terminato il trasporto dei componenti la pala eolica.

Considerata l'entità dei carichi da sostenere (massimo carico stimato per asse del rimorchio di circa 15 t – peso complessivo dei convogli nel range di 120-145 t), il dimensionamento della pavimentazione stradale, in relazione alla tipologia di materiali ed alle caratteristiche prestazionali, potrà essere oggetto di eventuali affinamenti solo a seguito degli opportuni accertamenti di dettaglio da condursi in fase esecutiva. La capacità portante della sede stradale dovrà essere almeno pari a 2 kg/cm² ed andrà rigorosamente verificata in sede di collaudo attraverso specifiche prove di carico con piastra.

Le carreggiate saranno conformate trasversalmente conferendo una pendenza dell'ordine del 2 % per garantire il drenaggio ed evitare ristagni delle acque meteoriche.

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

Per una più agevole lettura degli elaborati grafici di progetto, si riporta di seguito una descrizione tecnica delle opere stradali previste, opportunamente distinte in rapporto a tronchi omogenei per caratteristiche tecnico-costruttive e funzionali. La descrizione esamina i tratti stradali procedendo da nord-ovest, in corrispondenza dell'ingresso viario all'area del parco eolico.

Accesso al sito del parco eolico

La SS131bis è la principale viabilità che consente il raggiungimento delle singole turbine del parco eolico. Proseguendo verso nord sulla SS131bis si raggiunge la WTG-B, mentre imboccando la SP28bis verso sud si giunge alle WTG-H e WTG-I. Alle restanti turbine, WTG-A, C, D, E, F, G si accede tramite strade vicinali/rurali che si diramano sempre dalla SS131bis.

L'area di cantiere è prevista nei pressi della turbina WTG-C e la SE Terna.

I tratti di viabilità di accesso, anche se in buone condizioni generali, saranno oggetto di interventi puntuali di adeguamento finalizzati a garantirne la percorribilità da parte dei mezzi di trasporto della componentistica degli aerogeneratori, con interventi che minimizzino l'impatto sull'ambiente circostante.

Gli interventi sulla viabilità riguarderanno prevalentemente la realizzazione di nuovi tratti stradali e marginalmente di adeguamento delle infrastrutture viarie esistenti.

La viabilità di servizio al parco eolico consiste in una infrastruttura viaria composta da un corpo stradale avente una carreggiata di 5,00 m passo

. Il pacchetto stradale sarà composto da uno strato di fondazione di 40 cm e uno strato superiore di finitura

da 20 cm in misto stabilizzato con materiali ecologici.

Viabilità di accesso alle turbine

L'accesso alle postazioni delle turbine avviene attraverso viabilità interpoderale che s'innesta sulla strada statale SS131bis per la maggior parte delle WTGs mentre dalla SP41bis e la SP28 si raggiungono rispettivamente le turbine WTG-B e WTG-I/H. Le porzioni ex novo di viabilità riguardano, nella maggior parte dei casi, i tratti finali di raggiungimento delle macchine.

Le strade che daranno accesso agli aerogeneratori risultano essere per il 45% strade di nuova apertura (circa 5,66 km) e la rimanente parte del 55% (6,8 km) rappresentano tratti di viabilità esistente da adeguare.

Dal punto di vista pedologico, in accordo con quanto riportato nella relazione specialistica REL004 – *Relazione Agronomica forestale pedologica*, l'area interessata è stata storicamente interessata da utilizzazioni forestali indiscriminate e, in seguito, da numerosi e spesso devastanti incendi boschivi. Queste concause unite nei tempi passati ad un eccessivo sfruttamento della terra per il pascolo del bestiame (in particolare ovini, caprini e suini) hanno impedito che la macchia mediterranea potesse riprendere dopo le perturbazioni di origine antropica.

Ne deriva che nell'areale comprendente le turbine WTG-A, B, E, F, G, H, I presenta un paesaggio con forme da aspre a subpianeggianti, prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea e a prevalente utilizzazione agricola per quanto riguarda l'areale delle WTG-C e D.

Viabilità di accesso alle postazione WTG-A e WTG-B (settore nord occidentale)

Per il raggiungimento della postazione della turbina WTG-A è prevista l'apertura di un nuovo tratto di viabilità di 446 metri di lunghezza circa (comprensiva dei 62 metri di tratto di raccordo alle piazzole), quale diramazione sulla SS131bis. La WTG-B si raggiunge percorrendo interamente viabilità esistente, da adeguare per un tratto di lunghezza pari a 3049 metri circa.

Il percorso attraverserà un'area occupata generalmente prati stabili artificiali associati a vegetazione terofitica, formazioni pre-forestali della serie sarda, neutro-acidofila, mesomediterranea della sughera e Seminativi a foraggiere ad uso pabulare diretto, associati a vegetazione terofitica.

Globalmente la viabilità descritta si sviluppa con pendenze comprese tra lo 0,3% e il 12%.

Viabilità di accesso alla postazione WTG-C e WTG-D (settore nord orientale)

L'accesso alle postazioni delle turbine avviene attraverso viabilità interpoderale direttamente connessa alla strada statale SS131bis. Per il raggiungimento delle macchine si prevede l'utilizzo di viabilità esistente da

adeguare per una lunghezza di 450 metri e l'apertura di nuova viabilità per i tratti a ridosso delle macchine di lunghezza complessiva di 631 metri circa. Nell'asse principale da cui si snodano le suddette diramazioni (ASSE P01 come riportato in Tabella 5.1-1) è previsto un tratto in adeguamento di 501 metri mentre la porzione ex novo risulta di 275 metri. Globalmente la viabilità descritta si sviluppa con pendenze comprese tra lo 0,3% e il 10,3%.

Il percorso attraverserà un'area occupata da aree a Pascoli semi-naturali, sub-nitrofilo e meso-xerofilo, Formazioni forestali e pre-forestali della serie sarda e cumuli di spietramento con vegetazione erbacea associata.

Nei pressi della postazione WTG-C è previsto l'allestimento dell'area di cantiere di 24025 m².

Viabilità di accesso alle postazioni WTG-E, WTG-F e WTG-G (settore centrale)

Le postazioni delle WTGs sopra menzionate sono raggiungibili tramite viabilità interpoderale direttamente connessa alla SS131bis. Per il raggiungimento del cluster di macchine avverrà percorrendo un tratto di viabilità esistente da adeguare per 1974 metri circa e conseguente apertura di una nuova viabilità avente lunghezza di 2228 metri (comprensiva dei 62 metri di tratto di raccordo alle piazzole). Complessivamente la viabilità si sviluppa con una pendenza massima del 14,9%.

Il percorso attraverserà aree con mosaici di pascoli semi-naturali, formazioni forestali e pre-forestali della serie sarda, garighe secondarie ed elementi arbusteti di sostituzione della serie sarda, mesomediterranea della quercia di Sardegna.

Viabilità di accesso alle postazioni WTG-H e WTG-I (settore orientale)

L'accesso alle postazioni delle turbine avviene per la maggior parte attraverso viabilità esistente quali diramazioni su strada provinciale SP28. Le diramazioni necessarie al raggiungimento delle turbine prevedono l'apertura di tratti di nuova viabilità avente lunghezza complessiva di circa 2077 metri che si sommano ai circa 1131 metri in adeguamento. La viabilità si sviluppa con una pendenza massima del 4,3%.

Il percorsi attraverseranno aree con mosaici di pascoli semi-naturali e formazioni pre-forestali della gariga semi-rupicola con elementi endemici quali *Genista corsica* e *Stachys glutinosa*, da riferire alla serie sarda, mesomediterranea della quercia di Sardegna.

Si riportano di seguito i valori sopra citati delle lunghezze dei tratti di viabilità a progetto e gli ingombri.

NOME ASSE	Lunghezza con piazzole (m)	Lunghezza piazzola [m]	Solo Viabilità (m)	Viabilità tratto in adeguamento [m]	Solo viabilità tratto ex novo [m]	Pendenza minima [%]	Pendenza massima [%]	Raggio Verticale min. [m]	Area ingombro Corpo Stradale e Piazzola [m ²]
VIABILITA' PRINCIPALE									
ASSE P01	776,32		776,32	501,32	275,00	1,1	8,9	550	7 734
ASSE P02	1 666,35		1 666,35	1 666,35	0,00	0,0	10,4	350	16 353
ASSE P03	1 973,96		1 973,96	1 973,96	0,00	0,1	15,4	350	17 997
VIABILITA' SECONDARIA									
DIRAMAZIONE WTG-A	627,66	181,37	446,29		446,29	4,0	12,0	700	15 490
DIRAMAZIONE WTG-B	1 256,52	181,37	1 075,15	1 075,15		0,3	11,9	350	20 117
DIRAMAZIONE WTG-C	540,18	181,37	358,81		358,81	0,3	10,3	350	19 101
DIRAMAZIONE WTG-D	903,38	181,37	722,01	450,00	272,01	0,1	8,9	700	17 841
DIRAMAZIONE WTG-E	584,41	181,37	403,04		403,04	4,9	14,9	550	16 811
DIRAMAZIONE WTG-F	730,03	181,37	548,66		548,66	0,0	7,6	350	17 847
DIRAMAZIONE WTG-G	1 457,76	181,37	1 276,39		1 276,39	0,1	21,5	350	28 792
DIRAMAZIONE WTG-H	2 343,29	181,37	2 161,92	918,29	1 243,63	0,1	22,4	350	48 670
DIRAMAZIONE WTG-I	1 227,63	181,37	1 046,26	212,63	833,63	2,4	4,3	500	21 811
	14 087,49	1 632,33	12 455,16	6 797,70	5 657,46				248 564
					45,42%				
Area Dep Temp	Cassonetto	Sterro (m ³)	Rilevato (m ³)	Ingombro totale					
1	24 025	22 341	803	25 812					

Tabella 5.1-1 – Tabelle viabilità a progetto

5.1.2.3 Piazzole

5.1.2.3.1 Principali caratteristiche costruttive e funzionali

La fase di montaggio degli aerogeneratori comporterà l'esigenza di poter disporre, in fase di cantiere, di aree pianeggianti con dimensioni indicative standard di circa 4.902 m², al netto della superficie provvisoria di stoccaggio delle pale (2.040 m² circa) per complessivi 6.942 m²

Al termine dei lavori la suddetta area verrà ridotta ad una superficie di circa 1.875 m², estensione necessaria per consentire l'accesso all'aerogeneratore e le operazioni di manutenzione. A tal fine le superfici in esubero saranno ripristinate morfologicamente, stabilizzate e rinverdite in accordo con le tecniche previste per le operazioni di ripristino ambientale.

Nelle aree allestite per le operazioni di cantiere troveranno collocazione l'impronta della fondazione in cemento armato, le aree destinate al posizionamento delle gru principale e secondaria di sollevamento nonché dei tronchi della torre e della navicella.

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

Sotto il profilo realizzativo e funzionale, in particolare, gli spazi destinati al posizionamento delle gru ed allo stoccaggio dei tronchi della torre in acciaio e della navicella dovranno essere opportunamente spianate ed assumere appropriati requisiti di portanza. Per quanto attiene all'area provvisoria di stoccaggio delle pale, non è di norma richiesto lo spianamento del terreno, essendo sufficiente la presenza di un'area stabile sufficientemente estesa ed a conformazione regolare, priva di ostacoli e vegetazione arborea per tutta la lunghezza delle pale. In tale area dovranno, in ogni caso, essere garantiti stabili piani di appoggio su cui

posizionare specifici supporti in acciaio, opportunamente sagomati, su cui le pale saranno provvisoriamente posizionate ad una conveniente altezza dal suolo. Al riguardo corre l'obbligo di segnalare come le aree di stoccaggio pale individuate negli elaborati grafici di progetto assumano inevitabilmente carattere indicativo, potendosi prevedere, in funzione delle situazioni locali, anche uno stoccaggio separato delle pale, in posizioni comunque compatibili con lo sbraccio delle gru, ai fini del successivo sollevamento.

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

Le piazzole di cantiere saranno realizzate, previe operazioni di scavo e riporto e regolarizzazione del terreno, attraverso la posa di materiale arido, opportunamente steso e rullato per conferirgli portanza adeguata a sostenere il carico derivante dalle operazioni di sollevamento dei componenti principali dell'aerogeneratore (circa 20 t/m² nell'area più sollecitata).

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

5.1.2.3.2 *Movimenti terra previsti per viabilità, piazzole e area di deposito temporaneo*

Di seguito si procederà ad illustrare le caratteristiche degli interventi previsti in corrispondenza delle postazioni eoliche in progetto. Si specifica che la dicitura "diramazione" è comprensiva dell'ingombro della piazzola e per "ASSE" si considerano le viabilità principale da cui si dipartono le diramazioni.

Per una più puntuale descrizione dei luoghi sotto il profilo ambientale si rimanda alle relazioni specialistiche di progetto e dello SIA. La dettagliata illustrazione degli interventi è lasciata all'esame degli Elaborati grafici di progetto.

Viabilità primaria (ASSE P03), secondaria (diramazioni) e piazzole aerogeneratori WTG-A, WTG-B

DESCRIZIONE	SCAVI (m ³)	RIPORTO (m ³)
ASSE P03	9.360,17	175,81
Diramazione WTG-A	1.580	1.580
Diramazione WTG-B	10.601	737
Totale	21.541,17	2.492,81

Viabilità primaria (ASSE P01), secondaria (diramazioni) comprensiva piazzole aerogeneratori WTG-C, WTG-D e area di deposito

DESCRIZIONE	SCAVI (m ³)	RIPORTO (m ³)
ASSE P01	3.021,82	40,47

Diramazione WTG-C	57.152	9.613
Diramazione WTG-D	18.918	5.183
Area Deposito Temporaneo	22.341,39	802,56
Totale	101.433,21	15.639,03

Viabilità primaria (ASSE P02) e secondaria (diramazioni) comprensiva di piazzole aerogeneratori WTG-E, F, G

DESCRIZIONE	SCAVI (m³)	RIPORTO (m³)
ASSE P02	7.347,97	224,70
Diramazione WTG-E	18.514	21.102
Diramazione WTG-F	11.734	5.207
Diramazione WTG-G	19.631	14.242
Totale	57.226,97	40.775,70

Viabilità secondaria (diramazioni) comprensive di piazzole aerogeneratori WTG-H e I

DESCRIZIONE	SCAVI (m³)	RIPORTO (m³)
Diramazione WTG-H	44.527	22.569
Diramazione WTG-I	36.114	970
Totale	80.641	23.539

5.1.2.3.3 Spazi di montaggio e manovra delle gru



Figura 5.1-1 — Una gru Liebherr 1750 mentre solleva un gruppo rotore per l'installazione.

Per assicurare il sollevamento e l'assemblaggio dei componenti delle torri eoliche (conci della torre, navicella, pale e mozzo) è previsto l'impiego di due autogrù in simultaneo: una gru principale da circa 750 tonnellate (tipo Liebherr 1750) ed una gru ausiliaria da circa 250 tonnellate.

Operativamente, entrambe le gru iniziano contemporaneamente il sollevamento dei componenti. Allorquando il carico è innalzato alcuni metri dal suolo, la gru ausiliaria interrompe il sollevamento che, da questo punto, in poi sarà affidato alla sola gru principale, secondo quanto rappresentato schematicamente nella figura successiva.

Il montaggio del braccio tralicciato della gru principale avviene in sito e richiede di poter disporre di un'area pressoché pianeggiante sgombera da ostacoli e vegetazione arboreo/arbustiva. Dove l'orografia accidentata del terreno non permetta la movimentazione in sicurezza delle gru

ausiliarie per il montaggio del braccio tralicciato, sarà necessario provvedere al preventivo spianamento dell'area. Una volta sistemato il terreno, quando necessario, per il montaggio dei vari componenti del braccio è infatti richiesto che si provveda alla predisposizione di limitati punti di appoggio atti a sostenere opportunamente il braccio della gru durante la fase di montaggio nonché di realizzare due piazzole temporanee per il posizionamento della gru secondaria.

5.2 Fondazione aerogeneratore

Lo schema "tipo" della struttura principale di fondazione per la torre di sostegno prevede la realizzazione in opera di un plinto isolato in conglomerato cementizio armato a sezione circolare (Elaborato ELB005b – *Schema plinto aerogeneratore e Figura 5.2-1*).

Il basamento di fondazione previsto in progetto è del tipo a plinto superficiale, da realizzare in opera in calcestruzzo armato, a pianta circolare di diametro indicativo pari a 25 metri.

Le opere di fondazione saranno del tipo diretto, costituite da un plinto con forma tronco-conica, circolare in pianta con diametro massimo pari a 25,00 metri, ed una sezione trapezia avente altezza minima al bordo esterno pari a 1,00 metri, altezza di 2,50 metri nel profilo della connessione della parte tronco-conica con il colletto centrale, avente diametro di 7,00 m e spessore di 0,50 m, dove raggiunge i 4,00 metri di altezza.

Il colletto è il nucleo del basamento in cui verranno posizionati i tirafondi di ancoraggio del primo anello della torre metallica, la restante parte del plinto sarà ricoperto con uno strato orizzontale di rilevato misto arido, con funzione stabilizzante e di mascheramento e sarà livellato perché facente parte della piazzola che dovrà ospitare le gru per il montaggio dell'aerogeneratore.

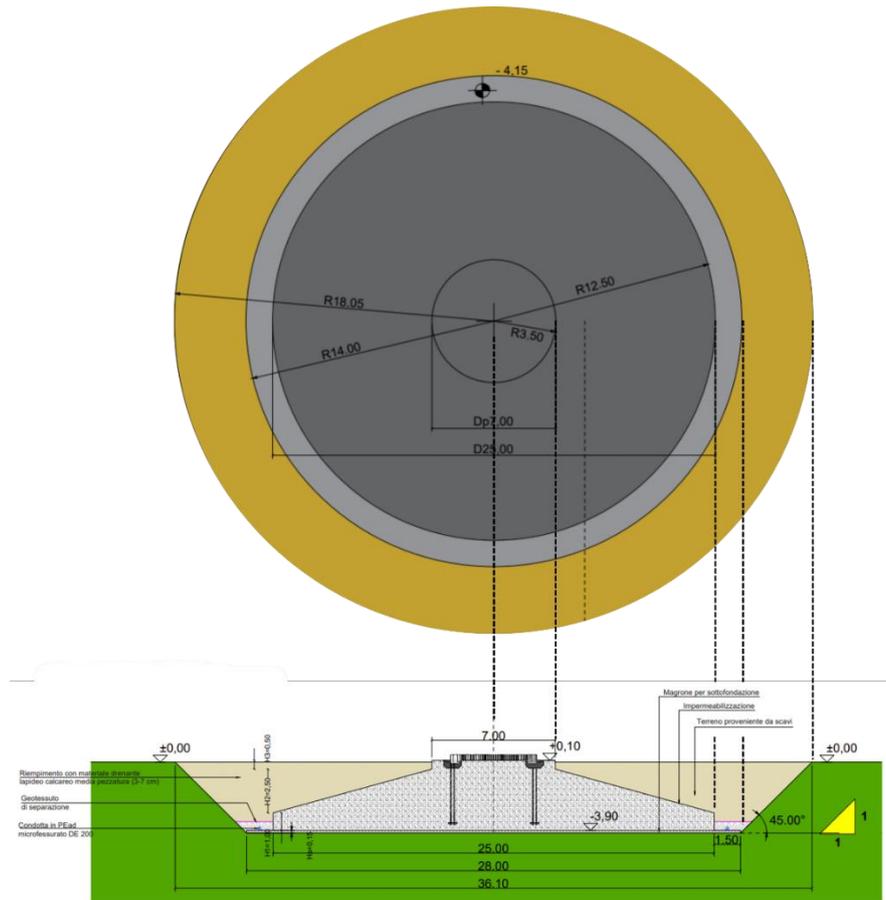


Figura 5.2-1 – Pianta e vista della fondazione tipo dell'aerogeneratore

Il calcestruzzo dovrà essere composto da una miscela preparata in accordo con la norma EN 206-1 nella classe di resistenza C35/45 per la platea e C50/60 per il colletto, essendo questa la zona maggiormente sollecitata a taglio e torsione. Per l'inghisaggio finale della gabbia di ancoraggio (anchor cage) si utilizzerà una malta ad altissima resistenza del tipo C90/105.

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

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

Il plinto deve essere rinterrato con materiale adeguatamente compattato in modo che raggiunga un peso specifico non inferiore a quello del materiale utilizzato nella relazione di calcolo.

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

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

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

Dal punto di vista strutturale la fondazione viene verificata considerando:

- il peso proprio della fondazione stessa e del terreno soprastante determinato in conformità alla normativa vigente;
- l'azione di compressione generata dai tiranti che collegano l'anello superiore (solidale con la flangia di base della torre) con l'anello inferiore posato all'interno del getto del plinto.
- i carichi di progetto trasmessi dall'aerogeneratore, riferibili ad una turbina riferibile al modello "Enventus" 172 con altezza del mozzo da terra di 134 m, diametro rotore di 172 m e potenza nominale di 6,8 MW.

La verifica preliminare del dimensionamento delle fondazioni è riportata nell'allegato REL045 - *Calcoli preliminari plinto*.

La profondità del piano di appoggio della fondazione rispetto alla quota del terreno sarà variabile in funzione della quota stabilita per il piano finito della piazzola, in relazione alle caratteristiche morfologiche dello specifico sito di installazione e delle esigenze di limitare le operazioni di movimento terra, secondo quanto rappresentato nei disegni costruttivi nell'Elaborato *ELB005b - Schema plinto aerogeneratore*.

Le attività di scavo per l'approntamento della fondazione interesseranno una superficie circolare di circa 37 m di diametro e raggiungeranno la profondità massima di circa 4 m dal piano di campagna. I volumi del calcestruzzo del plinto e del terreno di rinterro sono i seguenti:

- | | |
|---|--------------------------|
| - volume del calcestruzzo magro di sottofondazione: | 92,36 m ³ |
| - volume della platea in c.a.: | ~1.065,78 m ³ |
| - volume del colletto in c.a.: | 19,24 m ³ |
| - volume del terreno di rinterro: | ~623 m ³ |

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

Si riportano nella tabella di seguito i movimenti terra previsti per la realizzazione dei plinti di fondazione .

DESCRIZIONE	SCAVI (m ³)	RIPORTO (m ³)
Plinto WTG-A	3.300	2.141
Plinto WTG-B	3.300	2.141
Plinto WTG-C	3.300	1.400
Plinto WTG-D	1.622	463
Plinto WTG-E	2.080	921
Plinto WTG-F	3.300	2.141
Plinto WTG-G	2.840	1.681
Plinto WTG-H	3.300	2.141
Plinto WTG-I	3.000	2.141
TOTALE	26.342	15.170

5.3 Opere di regolazione dei deflussi

La realizzazione della viabilità di servizio alle postazioni eoliche in progetto comporterà necessariamente di prevedere adeguate opere di regimazione delle acque superficiali al fine di scongiurare fenomeni di ristagno ed erosione accelerata dei manufatti.

Come criterio generale, si prevede una pendenza minima trasversale della carreggiata e dei piazzali del 2% nonché la predisposizione di cunette stradali atte a favorire il deflusso delle acque meteoriche (ELB005e – *Sezioni stradali tipo*). Laddove necessario, soprattutto in corrispondenza delle aree in cui i terreni presentino caratteristiche di idromorfia ed avvallamenti, il progetto della viabilità è stato concepito per non ostacolare il naturale deflusso delle acque superficiali, evitando un effetto diga, attraverso la predisposizione di un capillare sistema di tombini di attraversamento del corpo stradale, in numero e dimensioni ridondanti rispetto alle portate da smaltire.

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

5.4 Interventi di ripristino, mitigazione e compensazione ambientale

5.4.1 Criteri generali

Come criteri generali di conduzione del cantiere si provvederà a:

1. garantire ed accertare:
 - a. la periodica revisione e la perfetta funzionalità di tutte le macchine ed apparecchiature di cantiere, in modo da minimizzare i rischi per gli operatori, le emissioni anomale di gas e la produzione di vibrazioni e rumori;
 - b. il rapido intervento per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali di rifiuti liquidi e/solidi interessanti acqua e suolo;
2. la gestione, in conformità alle leggi vigenti in materia, di tutti i rifiuti prodotti durante l'esecuzione delle attività e opere;

3. ridurre al minimo indispensabile gli spazi destinati allo stoccaggio temporaneo del materiale movimentato, le aree delle piazzole e i tracciati delle piste;
4. per quanto riguarda le operazioni di escavo:
 - a) asportare, preliminarmente alla realizzazione delle opere, il terreno di scotico, che sarà prelevato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali e quelli più profondi, ai fini di un successivo riutilizzo per i ripristini ambientali. Si avrà inoltre cura di riutilizzare gli orizzonti superficiali del suolo in corrispondenza del sito dal quale sono stati rimossi o, in alternativa, in aree con caratteristiche edafiche e vegetazionali compatibili;
 - b) privilegiare il riutilizzo in situ dei materiali profondi derivanti dagli escavi, in particolare di quelli provenienti dagli scavi necessari per realizzare le fondazioni degli aerogeneratori, giacché il substrato roccioso assicura la disponibilità abbondante di materiale idoneo da impiegare per la costruzione della soprastruttura di strade e piazzole;
5. smantellare i cantieri immediatamente al termine dei lavori ed effettuare lo sgombero e l'eliminazione dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera, evitando la creazione di accumuli permanenti in situ;
6. adottare, in fase esecutiva, particolari accorgimenti per minimizzare le interferenze sul patrimonio arboreo dovute alla realizzazione delle piste e delle piazzole, sia adottando specifiche soluzioni progettuali che limitando l'impatto al taglio di rami. Nei casi in cui si renderà necessario il taglio di alberi si provvederà, in tutte le situazioni in cui ciò sia attuabile, a espiantare e reimpiantare, in luoghi idonei dal punto di vista pedologico le specie autoctone presenti sia lungo i tracciati stradali che nelle piazzole. Tali interventi saranno eseguiti nella stagione più idonea, secondo le appropriate tecniche colturali e pianificati con l'assistenza di un esperto, al fine di valutare correttamente la possibilità di eseguirle in funzione delle dimensioni dell'apparato radicale e delle caratteristiche di lavorabilità del terreno;
7. definire il cronoprogramma delle attività di cantiere al fine di limitare al minimo la durata delle fasi provvisorie (scavi aperti, passaggio di mezzi d'opera, stoccaggio temporaneo di materiali) nell'ottica di ridurre convenientemente gli effetti delle attività realizzative sull'ambiente circostante non interessato dagli interventi;
8. durante l'esecuzione dei lavori, operare in modo da ridurre al minimo l'emissione di polvere, privilegiando, se necessario, l'utilizzo di mezzi pesanti gommati, prevedendo la periodica bagnatura delle aree di lavorazione, minimizzando la durata temporale e le dimensioni degli stoccaggi provvisori di materiale inerte, contenendo l'altezza di caduta dei materiali movimentati nell'ambito delle attività di caricamento degli automezzi di trasporto.

5.4.2 Interventi di ripristino ambientale: criteri esecutivi

Per la realizzazione dell'opera si prevede il coinvolgimento di diverse tipologie di vegetazione (erbacea, arbustiva ed arborea). Al termine delle attività di cantiere, occorrerà pertanto procedere al ripristino delle

superfici non più utili in fase di esercizio attraverso interventi sito-specifici sulla base del contesto vegetazionale riscontrato nell'ante-operam. In tutti i casi, i suoli asportati durante le operazioni di movimento terra dovranno essere mantenuti in loco, avendo cura di mantenere separati gli strati superficiali da quelli più profondi, e riutilizzati per il ripristino delle superfici coinvolte temporaneamente durante le fasi di cantiere, al fine di favorire la naturale ricostituzione della copertura vegetazionale e massimizzare l'efficacia degli interventi di rivegetazione.

In presenza di coperture erbacee adibite al pascolo estensivo, si procederà alla semina a spaglio di miscugli per prati-pascolo a base di sementi locali. In presenza di vegetazione arbustiva, si dovrà procedere con lo spaglio di sementi appartenenti alle stesse specie (qualora disponibili da vivai locali) e la messa a dimora di esemplari a formare nuclei di ripartenza. In presenza di esemplari arborei interferenti, in particolare sughere e roverelle, si dovrà procedere alla sostituzione con nuovi esemplari giovani della stessa specie, reperiti da vivai locali autorizzati ed adeguatamente protetti e mantenuti nel post-impianto. L'impatto sul patrimonio arboreo dovrà inoltre essere ulteriormente compensato mediante più ampi interventi di riforestazione da eseguire in area idonea individuata ad hoc.

5.5 Misure di compensazione e miglioramento ambientale

A fronte dell'interessamento di settori ad alto grado di naturalità e degli effetti esercitati dalla realizzazione delle opere civili necessarie all'installazione degli aerogeneratori e del sistema di viabilità di accesso e collegamento, suscettibili di determinare la sottrazione permanente di cenosi pre-forestali, forestali e erbacee naturali, le misure mitigative sono orientate alla minima occupazione di superfici, intese a minimizzare il consumo delle formazioni a maggiore naturalità e rappresentatività strutturale/fisionomica. Saranno inoltre previsti interventi di compensazione da attuarsi, ove opportuno e ritenuto di reale efficacia, nell'ambito delle misure compensative territoriali previste dalla normativa vigente (D.M. 10/09/2010).

5.6 Superfici occupate

La superficie produttiva complessivamente interessata dall'impianto, valutata come inviluppo delle postazioni degli aerogeneratori, ammonta a circa 800 ha; quella effettivamente occupata dalle opere in fase di cantiere è pari a circa 24,9 ettari, ridotti indicativamente a 20,3 ettari a seguito delle operazioni di ripristino morfologico-ambientale (ossia circa il 2,5 % della superficie di inviluppo delle postazioni). Le superfici occupate dalle opere sono così suddivise:

Superfici complessivamente occupate in fase di cantiere	~248.560 m ²
Superfici complessivamente occupate a ripristino avvenuto	~ 202.960 m ²

Corre l'obbligo di evidenziare come in corrispondenza delle superfici funzionali al montaggio degli aerogeneratori, a fine lavori sarà favorita la ripresa della vegetazione naturale, assicurando la possibilità di recupero delle funzioni ecologiche delle aree nonché il loro reinserimento estetico-percettivo, in accordo con i criteri descritti al par. 5.4.

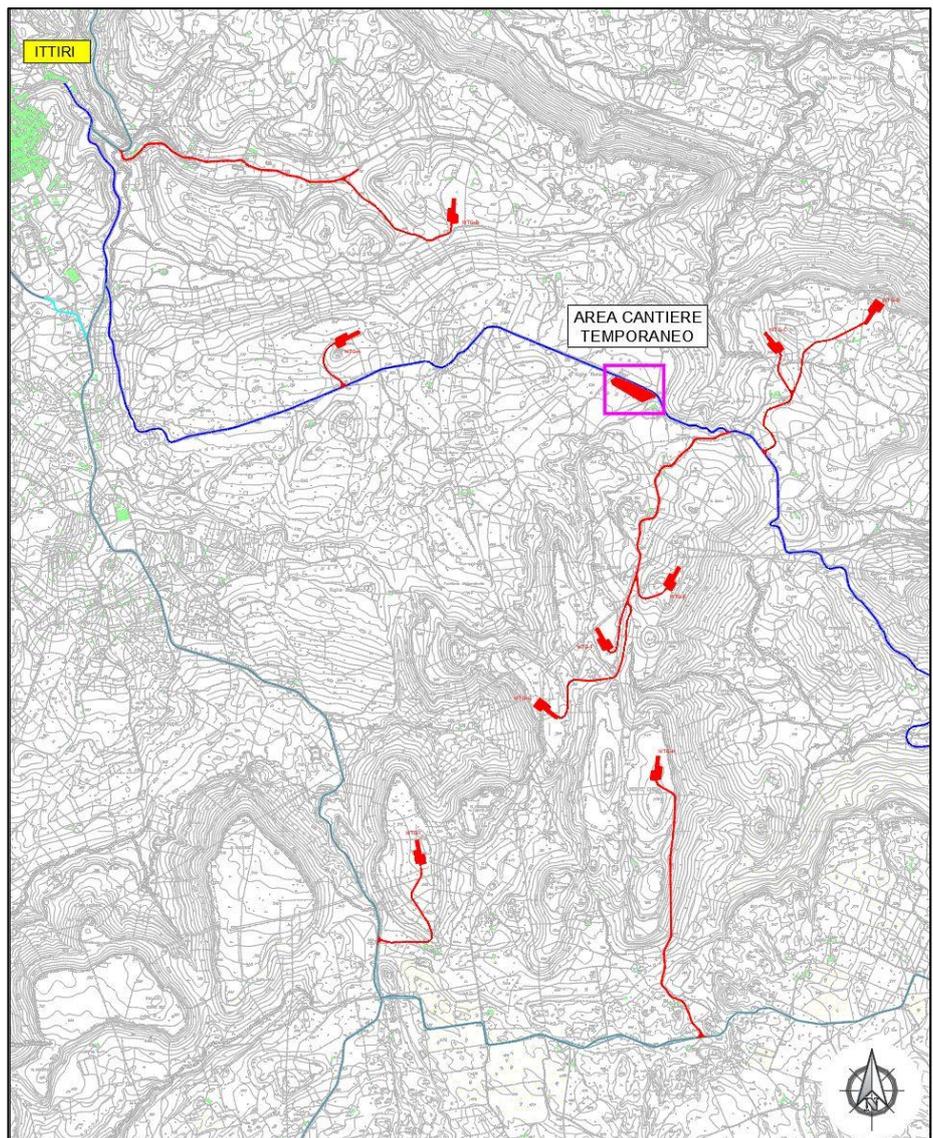
5.7 Area di cantiere di base

Per lo stoccaggio temporaneo dei vari componenti degli aerogeneratori che non possono essere portati direttamente sulla piazzola temporanea delle varie torri eoliche, è stata prevista un'unica area con funzione di cantiere temporaneo dimensionato per l'intero parco eolico. Tale area è stata individuata in prossimità della SS131bis, non distante dalle diramazioni che servono le turbine WTG-C e WTG-D da una parte e la WTG-E, WTG-F e WTG-G dall'altra. In tale area di cantiere troveranno posto i baraccamenti, adeguati stalli per il ricovero dei mezzi d'opera nonché appropriati spazi per lo stoccaggio temporaneo di materiali. In prossimità di ciascuna piazzola verranno approntate delle piccole aree di cantiere per un box uffici e un bagno chimico. Il cantiere per la realizzazione di un parco eolico può infatti assimilarsi ad un cantiere mobile (vista la significativa distanza tra le postazioni eoliche estreme) e, pertanto, le funzioni relative alla logistica di mezzi e/o attrezzature potranno individuarsi, oltre che nell'area logistica principale, anche negli spazi individuati presso le piazzole. Durante la fase costruttiva, la disponibilità di adeguati spazi di conformazione regolare potrà consentire, se necessario ed in funzione delle esigenze dell'appaltatore, la dislocazione di ulteriori apprestamenti (quali locali di ricovero o bagni chimici per il personale) in posizione maggiormente accessibile per i lavoratori.

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

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

Per quanto riguarda il cantiere delle linee elettriche 36 kV, in considerazione del loro sviluppo lineare, i materiali provenienti dagli scavi saranno provvisoriamente collocati ai bordi dello scavo in attesa del loro reimpiego per la chiusura degli stessi scavi. Le recinzioni per la delimitazione degli scavi non saranno fisse ma, trattandosi di un cantiere mobile, verranno spostate con il procedere dei lavori.



5.8 Produzione di terre e rocce da scavo: aspetti quantitativi e caratteristiche litologico-tecniche

5.8.1 Premessa

Lo scenario di gestione delle terre da scavo è delineato nell'alveo delle possibili opzioni concesse dalla normativa applicabile (REL003e - *Studio preliminare TRS*) ed in relazione alle informazioni tecnico-ambientali al momento disponibili. Tale scenario, essendo ricostruito sulla base di attività tecniche e ricognitive da completare (progettazione esecutiva delle opere e verifiche analitiche sulle matrici ambientali) potrebbe essere suscettibile di affinamenti alla luce di nuovi dati e/o informazioni conseguenti dallo sviluppo di tali attività. Si precisa fin d'ora, pertanto, che, preventivamente all'avvio dei lavori di realizzazione delle opere sarà

cura di Queequeg Renewables Due S.r.l. procedere alla trasmissione di un aggiornamento del Piano di utilizzo agli Enti interessati.

5.8.2 Riepilogo dei movimenti terra previsti

Alla luce delle stime condotte nell'ambito dello sviluppo del progetto definitivo delle opere civili funzionali all'esercizio del parco eolico, si prevede che la realizzazione delle stesse determinerà l'esigenza di procedere complessivamente allo scavo di circa 287 184 m³ di materiale, misurati in posto, al netto dei volumi che scaturiscono dalla realizzazione dei cavidotti.

L'assetto geologico e litostratigrafico è contraddistinta dalla presenza, sotto la coltre eluvio-colluviale limoso-sabbiosa e conglomeratica [Strato LL_A] di spessore prevalentemente decimetrico e raramente metrico, di un substrato vulcanico [Strato LL_C] sia in facies ignimbritica che lavica. Solo in WTG-B il basamento si identifica con una sequenza di sedimenti miocenici calcarei e calcarenitici [Strato LL_B]. Schematicamente, la sequenza stratigrafica è stata ricondotta alla sovrapposizione dei seguenti strati a partire dalla sommità:

LL_A Depositi eluvio-colluviali	[Olocene]
LL_B Calcari e calcareniti	[Miocene]
LL_C Vulcaniti	[Miocene]

Tali circostanze, per le finalità del Piano di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (relazione REL003e – *Studio preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo*), si traducono nell'individuazione di un litotipo di scavo con idonee proprietà fisico-meccaniche e geotecniche per il riutilizzo allo stato naturale, nel sito in cui è stato escavato, ai fini della formazione di rilevati e soprastrutture di strade di impianto e piazzole di macchina.

La Tabella 5.8-2 si riepiloga il bilancio complessivo dei movimenti di terra previsti nell'ambito della costruzione del parco eolico, comprensivo dei cavidotti di impianto e del cavidotto a 36 kV di collegamento alla RTN in Tabella 5.8-1.

Parco eolico	
	[m ³]
Totale materiale scavato in posto	287 184
Totale materiale riutilizzato in sito	97 617
a rifiuto	189 567
Cavidotti	
	[m ³]
Totale materiale scavato	20 475
Totale materiale riutilizzato in sito	20 475
a rifiuto	0
Totale complessivo	
	[m ³]
Totale materiale scavato in posto	307 659
Totale materiale riutilizzato in sito	118 092
Totale a rifiuto	189 567

Tabella 5.8-1 – Bilancio complessivo dei movimenti di terra

LAVORAZIONE	VOLUME [m ³]	
	SCAVI	RILEVATI
Viabilità principale	19.729,96	440,98
Viabilità secondaria	218.771,00	81.203,00
Aree di deposito temporaneo	22.341,39	802,56
Alloggiamento fondazioni	26.342,00	15.170,00
Totale	287.184,35	97.616,54

Tabella 5.8-2 - Volumetrie movimentate delle terre e rocce da scavo

Complessivamente si prevede una produzione di terre e rocce da scavo di circa 287.184,35 m³ (proveniente dalla voce "sterro") come meglio precisato dall'immagine in e schematizzato in Tabella 5.8-2, ripartite in circa 60% in roccia (172.000,00 m³) e 40% (115.184,35 m³) in terre.

Per tali materiali, trattandosi di un riutilizzo nel sito in cui è avvenuta l'escavazione, previa caratterizzazione dei terreni (i.e. il cantiere), se ricorrono le condizioni per l'esclusione diretta dal regime di gestione dei rifiuti, in accordo con le previsioni dell'art. 185 c. 1 lett. c del TUA, si cederà:

- **riutilizzo in sito dei materiali litoidi e sciolti**, allo stato naturale per le operazioni di rinterro delle fondazioni, formazione di rilevati stradali, costruzione della soprastruttura delle piazzole di macchina e delle strade di servizio del parco eolico (in adeguamento e di nuova realizzazione);
- **Riutilizzo integrale in sito del suolo vegetale** nell'ambito delle operazioni di recupero ambientale;
- **Riutilizzo totale in sito del terreno escavato nell'ambito della realizzazione dei cavidotti**;
- **Gestione delle terre e rocce da scavo in esubero rispetto alle esigenze del cantiere in regime di rifiuto**, da destinarsi ad operazioni di recupero o smaltimento.

Come specificato in precedenza, il materiale in esubero è al momento stimato in circa 189.567 m³.

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

5.9 Criteri di gestione dell'impianto

La gestione delle macchine eoliche in progetto e delle opere ad esse funzionali avverrà in accordo con i criteri generali adottati dalla Proponente per la gestione dei propri parchi eolici.

Le condizioni di esercizio saranno monitorate da un sistema di controllo automatizzato che permette di rilevare le condizioni di funzionamento con continuità e da posizione remota.

A fronte di situazioni anomale rilevate dal sistema di monitoraggio, di controllo e di sicurezza, è prevista l'attivazione di interventi da parte di personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, le cui principali funzioni possono riassumersi nelle seguenti attività:

- servizio di guardiania;
- conduzione impianto, in conformità a procedure stabilite, liste di controllo e verifica programmata;
- manutenzione preventiva ed ordinaria, programmate in conformità a procedure stabilite per garantire efficienza e regolarità di funzionamento;
- segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria anche da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate dai produttori delle macchine ed apparecchiature;
- predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

La gestione dell'impianto sarà effettuata programmando la frequenza della manutenzione ordinaria, con interventi a periodicità di alcuni mesi, sulla base delle indicazioni della casa costruttrice degli aerogeneratori ed in base all'esperienza specifica maturata nella gestione dell'impianto stesso.

5.10 Programma temporale

Per la realizzazione degli interventi previsti dal presente progetto può stimarsi una durata indicativa dei lavori di circa 46 mesi con uno sviluppo delle attività ipotizzato secondo quanto riportato nel cronoprogramma riportato nell'Elaborato "*Cronoprogramma degli interventi*".

5.11 Dismissione e ripristino dei luoghi

Le moderne turbine eoliche di media-grande taglia hanno ad oggi un'aspettativa di vita di circa 40 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 40 anni (c.d. *repowering*). 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 (Queequeg Renewables Due 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 38 mesi, consisterà nelle attività descritte in dettaglio nello specifico elaborato progettuale ("*Piano di dismissione e costi relativi*").

6 Scavi e cavidotti

6.1 Cavidotto per la connessione a 36 kV

La connessione del produttore alla stazione RTN sarà realizzata secondo le indicazioni fornite dal gestore di rete, tramite collegamento in antenna a 36 kV su futuro ampliamento a 36 kV della stazione elettrica SE RTN 380 kV "Ittiri".

La modalità di connessione avverrà secondo le specifiche dell'allegato A2 - Appendice d – schemi e requisiti per le connessioni a 36 kV.

La posa delle linee a 36 kV funzionali ai collegamenti tra gli aerogeneratori e tra questi e la cabina di smistamento e, infine, alla SE RTN è interamente prevista interrata; all'uopo sono previsti scavi della profondità indicativa di 1.50 m e della larghezza dipendente dal numero di linee transitanti.

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

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

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

In Figura 6.1-1 e Figura 6.1-2 si riportano alcune delle sezioni tipo di posa cavidotto su campo/cunetta e in T.O.C per attraversamenti stradali e corpi idrici, ad una profondità di 2 metri da piano stradale e alveo.

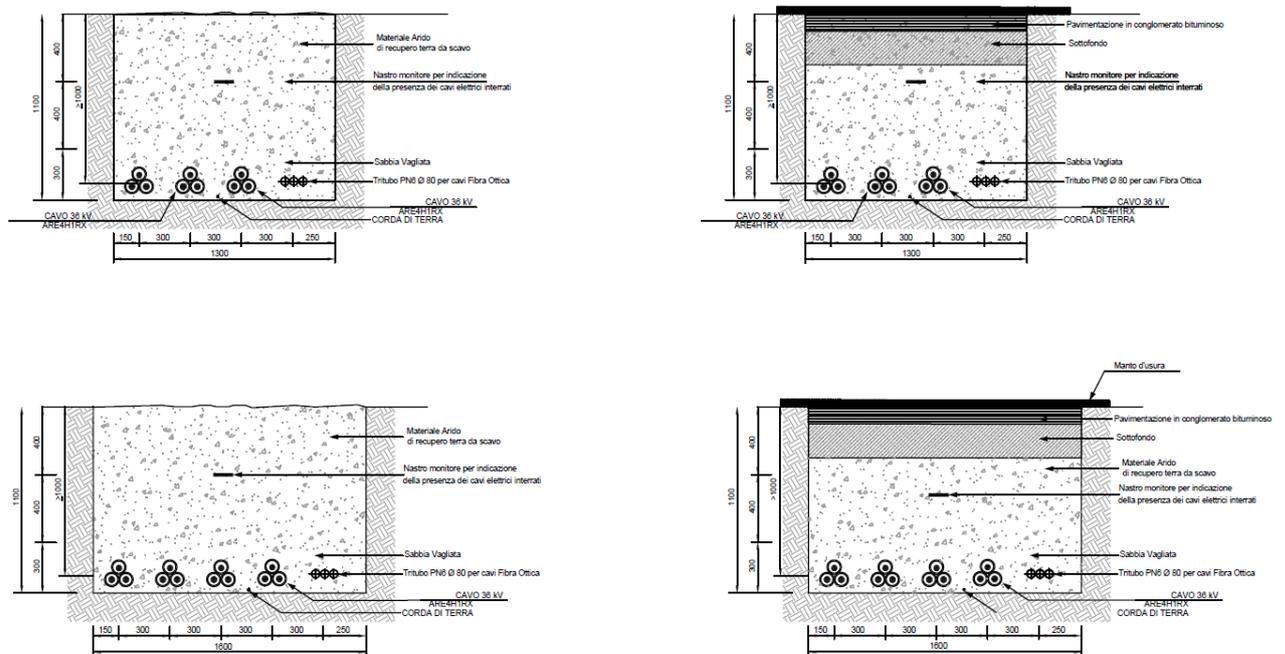


Figura 6.1-1 - Cavidotti in progetto 36 kV con sezioni variabili 50 a 300mm²

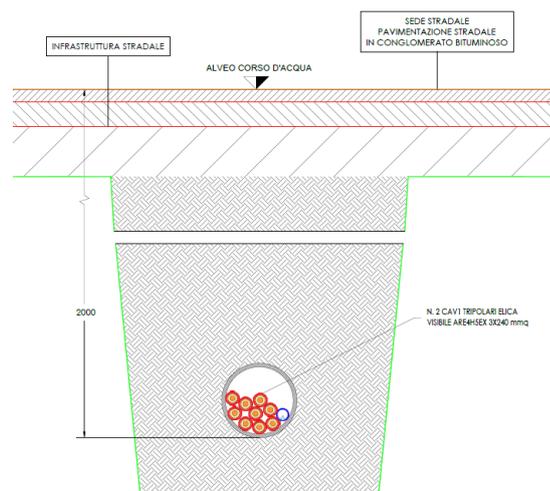


Figura 6.1-2 – Sezione cavidotti in T.O.C per attraversamenti stradali e corpi idrici

Per ogni ulteriore dettaglio in merito si rimanda agli elaborati componenti il progetto delle opere elettromeccaniche.

7 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.

L'Impianto Gestore di Rete è dunque costituito da concerne uno stallo arrivo produttore a 36 kV nella stazione SE 380 kV "Ittiri" da realizzarsi da parte di Terna Spa in quanto costituisce impianto di rete per la connessione.

Il progetto definitivo dell'Impianto Gestore di Rete è contenuto all'interno degli elaborati del progetto elettrico.

8 Autorizzazioni enti aeronautici civili

Nella relazione REL040 – *Segnalazione cromatica e luminosa* si riportano le prescrizioni normative e progettuali delle macchine a progetto.

9 Alternative progettuali e loro analisi

9.1 Localizzazione

La scelta progettuale relativa al proposto parco eolico "Laccanu" è stata sviluppando tenendo in considerazione una molteplicità di fattori, tra i quali —come ribadito in apertura della presente relazione— la risorsa vento, la presenza di vincoli di natura ambientale e paesaggistica, le naturali caratteristiche morfologiche delle aree, le componenti botaniche, faunistiche e il quadro archeologico e culturale dell'area interessata. La disponibilità di un punto di allaccio alla rete di trasmissione è stato un ulteriore motivo di fattibilità tecnica ed economica che ha spinto verso la scelta progettuale oggetto della presente proposta.

La fase progettuale di definizione del layout di impianto è stata accompagnata dallo sviluppo di studi ambientali specialistici necessari ad ottimizzare il posizionamento delle macchine: 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 nella Deliberazione Giunta Regionale Sardegna n. 59/90.

Più specificamente la posizione sul terreno delle turbine eoliche, definita e verificata sotto il profilo delle interferenze aerodinamiche da Queequeg Renewables Due S.r.l., è stata studiata sulla base di numerosi fattori di carattere tecnico-realizzativo e ambientale, come elencato nella sezione apposita del presente documento circa le scelte progettuali.

9.2 Alternativa progettuale

L'evoluzione del layout di progetto è stata caratterizzata dall'analisi di numerosi possibili alternative che, attraverso un procedimento iterativo di ottimizzazione rispetto ai numerosi condizionamenti, sia di carattere tecnico che riferibili alla normativa di natura paesaggistico-ambientale del PPR Regione Sardegna che delle aree oggetto di attenzione da parte del Ministero della Cultura, hanno condotto all'individuazione del layout proposto.

Di fatto, i criteri che hanno portato all'evoluzione del layout in fase progettuale sono stati molteplici e di diverse nature: si sono infatti, progressivamente stratificate scelte relative ai rapporti spaziali con ricettori, emergenze archeologiche, aree vincolate paesaggisticamente, in un processo continuo di affinamento delle scelte localizzative.

In particolare, la definizione delle scelte tecniche è stata preceduta da un'attenta fase di studio e analisi finalizzata a conseguire la più ampia aderenza del progetto, per quanto tecnicamente fattibile e laddove motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica, agli indirizzi di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati dalla Delibera Giunta Regionale 59/90 del 2020.

La scelta progettuale alternativa è scaturita dall'utilizzo di aerogeneratori di precedente generazioni, con un rotore di dimensioni ridotte, e un'altezza mozzo dal piano campagna inferiore a quella proposta a progetto. Per la valutazione puntuale di questa alternativa è stato ipotizzato l'utilizzo di aerogeneratori tipo **Siemens Gamesa SG 3.4-145**, dotato di gruppo rotore con diametro da 145 metri e mozzo situato a 133.5 metri dal piano campagna. Le macchine di questo modello hanno una potenza nominale di 3.4 MW.

Gli aerogeneratori della alternativa progettuale sono stati predisposti per raggiungere la medesima potenza nominale, ossia 61.2 MW in immissione, come da preventivo di connessione alla rete elettrica. Le macchine previste da questa configurazione sono pertanto 18. Segue un inquadramento generale del layout di questa alternativa progettuale.

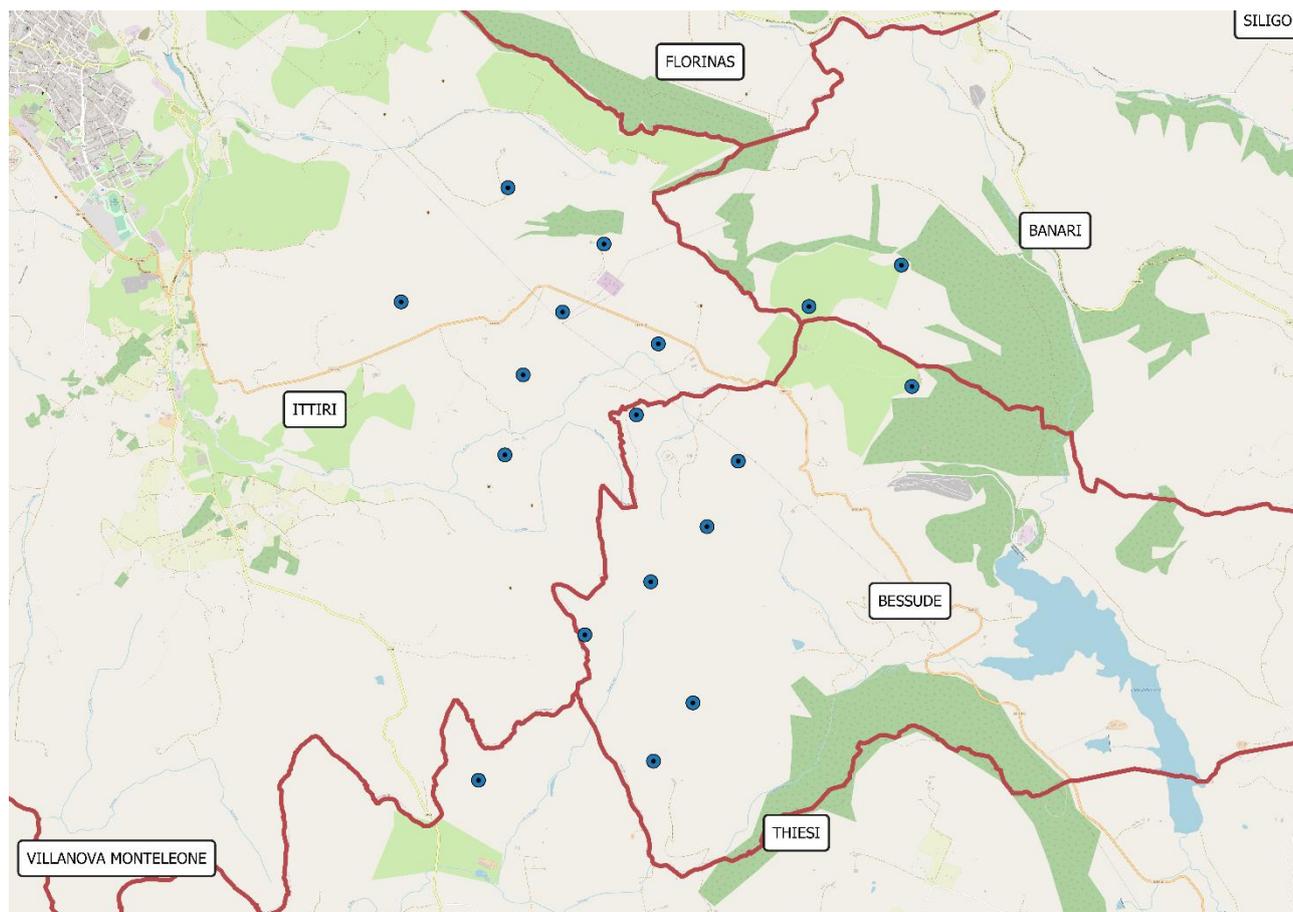


Figura 9.2-1 — Inquadramento generale dell'alternativa progettuale.

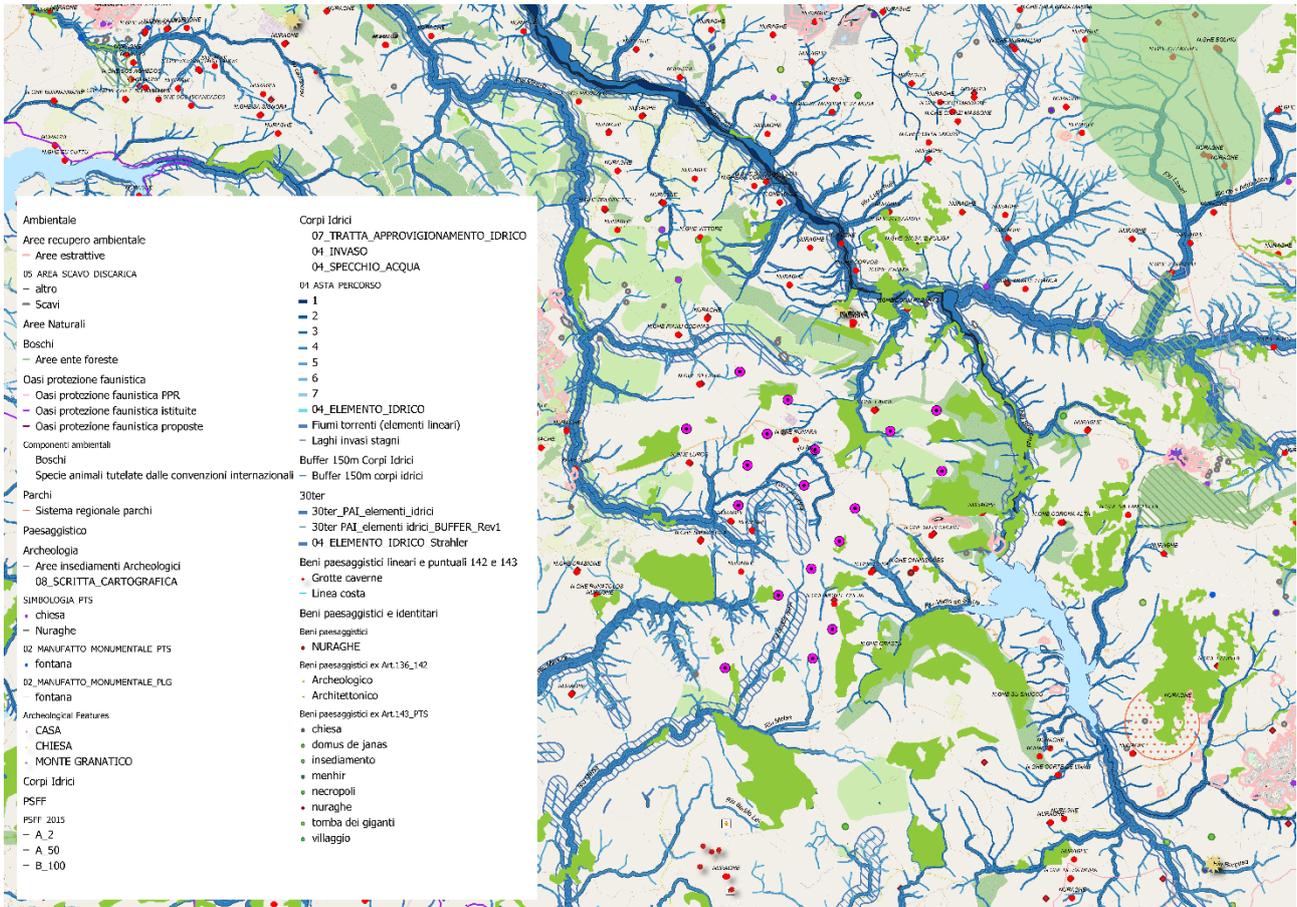


Figura 9.2-2 — Inquadramento su vincoli ambientali e paesaggistici

Come per la soluzione di progetto, anche per l’alternativa progettuale sono state tenute in considerazione le interdistanze tra le macchine eoliche, l’orografia e la morfologia delle aree, l’accessibilità delle posizioni e le distanze dai recettori sensibili. Sono inoltre state escluse le aree ad elevata naturalità e si sono tenute in considerazione le linee guida e le aree vincolate individuate dalla Deliberazione Giunta Regionale Sardegna n. 59/90. Gli aerogeneratori della soluzione di alternativa progettuale ricadono nei Comuni di Ittiri, Bessude, Banari e Thiesi come per la progettazione principale, e afferiscono le medesime aree e le medesime viabilità di accesso e servizio.

La produzione stimata con questa configurazione, considerando l’effetto scia e la risorsa vento rilevata in situ è pari a 2.675 ore equivalenti, pari a una produzione netta di energia media annua pari a 163,71 GWh.

L’alternativa progettuale illustrata rileva alcuni aspetti migliorativi e numerosi, notevoli aspetti peggiorativi rispetto alla soluzione portata a progetto.

In particolare, l’effetto selva dovuto al raddoppio degli aerogeneratori installati e la ridotta efficienza degli stessi rispetto ai più avanzati previsti a progetto, comporta un innalzamento sostanziale dei costi di commissionamento del parco, e una riduzione significativa della produzione annua, con conseguente deterioramento dell’analisi costi/benefici dell’iniziativa.