

COMMITTENTE



GRV WIND SARDEGNA 6 S.R.L.
Via Durini, 9 Tel. +39.02.50043159
20122 Milano PEC: grwindsardegna6@legalmail.it

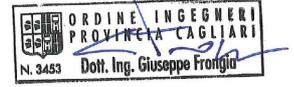


PROGETTISTI



Progettazione e coordinamento:
Ing. Giuseppe Frongia
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP
09122 Cagliari (I)

Tel./Fax. +39.070.658297
Email: info@iatprogetti.it
PEC: iat@pec.it



REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA SUD SARDEGNA



ESCOLCA



GERGERI



LAS PLASSAS



VILLANOVAFRANCA



GENONI



GESTURI



NURAGUS

PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DENOMINATO "LUMINU" COMPOSTO DA 17 AEROGENERATORI DA 6.6 MW, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 112.2 MW SITO NEI COMUNI DI BARUMINI, ESCOLCA, GERGERI, LAS PLASSAS E VILLANOVAFRANCA (SU), CON OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI BARUMINI, ESCOLCA, GENONI, GERGERI, GESTURI, LAS PLASSAS, NURAGUS E VILLANOVAFRANCA (SU)

ELABORATO

Titolo:

Studio di impatto ambientale - Sintesi non tecnica

Tav. / Doc:

WGG_RA3

Codice elaborato:

WGG_RA3_Studio di impatto ambientale_Sintesi non tecnica_R1

Scala / Formato:

-

1	Novembre 2023	Integrazioni documentali	IAT PROGETTI	IAT PROGETTI	GRVALUE
0	Gennaio 2023	Prima emissione	IAT PROGETTI	IAT PROGETTI	GRVALUE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE



31/12/2022

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DENOMINATO "LUMINU" COMPOSTO DA 17 AEROGENERATORI DA 6.6 MW, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 112.2 MW SITO NEI COMUNI DI BARUMINI, ESCOLCA, GERGEI, LAS PLASSAS E VILLANOVAFRANCA (SU), CON OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI BARUMINI, ESCOLCA, GENONI, GERGEI, GESTURI, LAS PLASSAS, NURAGUS E VILLANOVAFRANCA (SU)

PROPONENTE:

**GRV WIND SARDEGNA 6 S.R.L. - Via Durini,9 20122 Milano (MI)
pec grvwindsardegna6@legalmail.it**

ELABORATO N°RA3

**STUDIO DI IMPATTO
AMBIENTALE**

SINTESI NON TECNICA

Progettazione

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
www.iatprogetti.it

Ing. Giuseppe Frongia / n. ordine 3453 CA

Codice elaborato

*WGG_RA3_Studio di impatto ambientale_Sintesi
non tecnica*

PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore tecnico)

Gruppo di progettazione:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Pian. Terr. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Ing. Gianluca Melis

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Collaborazioni specialistiche:

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Maria Francesca Lobina e Dott. Geol. Mauro Pompei

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Francesco Mascia

Aspetti archeologici: NOSTOI S.r.l. Dott.ssa Maria Grazia Liseno

INDICE

INDICE	3
1 INTRODUZIONE GENERALE E MOTIVAZIONI DEL PROGETTO	4
2 LA PROPONENTE	6
3 FINALITÀ DELLA PROCEDURA DI IMPATTO AMBIENTALE ED ARTICOLAZIONE DELLO SIA	7
3.1 DIFFICOLTÀ NEL REPERIMENTO DEI DATI.....	8
4 QUADRO DI SFONDO E PRESUPPOSTI DELL'OPERA	9
4.1 L'ENERGIA EOLICA E IL SUO SFRUTTAMENTO	9
4.2 PRINCIPALI PRESUPPOSTI PROGRAMMATICI DEL PROGETTO.....	10
5 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	19
5.1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	27
6 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	29
6.1 PREMessa.....	29
6.2 LA SCELTA LOCALIZZATIVA	29
6.3 ALTERNATIVE DI LAYOUT E UBICAZIONE SOTTOSTAZIONE ELETTRICA	30
6.3.1 Criteri generali	30
6.3.2 Alternative progettuali ragionevoli	31
6.4 "OPZIONE ZERO" E PREVEDIBILE EVOLUZIONE DEL SISTEMA AMBIENTALE IN ASSENZA DELL'INTERVENTO	37
7 SINTESI DEI PARAMETRI DI LETTURA DELLE CARATTERISTICHE PAESAGGISTICHE 39	
7.1 DIVERSITÀ: RICONOSCIMENTO DI CARATTERI/ELEMENTI PECULIARI E DISTINTIVI, NATURALI E ANTROPICI, STORICI, CULTURALI, SIMBOLICI	39
7.2 INTEGRITÀ: PERMANENZA DEI CARATTERI DISTINTIVI DI SISTEMI NATURALI E DI SISTEMI ANTROPICI STORICI (RELAZIONI FUNZIONALI, VISIVE, SPAZIALI, SIMBOLICHE, ECC. TRA GLI ELEMENTI COSTITUTIVI)	41
7.3 QUALITÀ VISIVA: PRESENZA DI PARTICOLARI QUALITÀ SCENICHE, PANORAMICHE	42
8 GLI EFFETTI AMBIENTALI DEL PROGETTO	45
8.1 EFFETTI SULLA POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....	45
8.2 EFFETTI SULLA BIODIVERSITÀ	46
8.2.1 Vegetazione e flora.....	46
8.3 EFFETTI SU SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	51
8.4 EFFETTI SU GEOLOGIA	54
8.5 EFFETTI SULLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	54
8.6 EFFETTI SULL'ATMOSFERA	56
8.7 EFFETTI SUL SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI.....	58
8.8 AGENTI FISICI	65
8.8.1 Premessa.....	65
8.8.2 Rumore	65
8.8.3 Campi elettromagnetici.....	67
8.8.4 Ombreggiamento intermittente (shadow-flickering).....	68
8.9 RISORSE NATURALI	69

1 INTRODUZIONE GENERALE E MOTIVAZIONI DEL PROGETTO

Come noto, il settore energetico ha un ruolo fondamentale nella crescita dell'economia delle moderne nazioni, sia come fattore abilitante (disporre di 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 in sé (si pensi al grande potenziale economico della Green economy). Come riconosciuto nelle più recenti strategie energetiche europee e nazionali, assicurare un'energia più competitiva e sostenibile è dunque una delle sfide più rilevanti per il futuro.

Il ricorso spinto alle fonti di energia rinnovabile è centrale per la transizione energetica nonché per il conseguimento degli obiettivi di sicurezza degli approvvigionamenti energetici su scala nazionale ed europea.

Per quanto attiene al settore della produzione di energia elettrica da fonte eolica, nell'ultimo decennio si è registrata una consistente riduzione dei costi di generazione con valori ormai competitivi rispetto alle tecnologie convenzionali; tale circostanza è evidentemente amplificata per i grandi impianti installati in corrispondenza di aree con elevato potenziale energetico.

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 progressiva riduzione degli incentivi, ha contribuito ad accelerare il progressivo annullamento del differenziale di costo tra la generazione elettrica convenzionale e la generazione FER (c.d. grid parity).

In tale direzione si inquadra il presente progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica che il Gruppo GR Value, attraverso la sua controllata GRV Wind Sardegna 6 S.r.l. (di seguito "la Proponente"), ha in programma di realizzare nei Comuni di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca – Provincia del Sud Sardegna.

Oltre i predetti comuni le opere da realizzare riguardano i comuni di Gesturi e Nuragus, interessati da un tratto di cavidotto a 30 kV, nonché il comune di Genoni interessato dalla prevista Sottostazione Elettrica di Utenza per la trasformazione 150/30 kV e dalla linea AT di collegamento tra la stessa e la futura Stazione Elettrica della RTN a 150 kV in entra - esce alle linee RTN a 150 kV "Taloro - Villasor" e "Taloro - Tuili", anch'essa ipotizzata in comune di Genoni, come previsto dalla soluzione tecnica di connessione (STMG) rilasciata da Terna con Codice pratica 202200248.

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 di n. 17 turbine di grande taglia, aventi diametro del rotore pari a 170 m, posizionate su torri di sostegno in acciaio dell'altezza pari a 115 m, ed aventi altezza al tip pari a 200 m, nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione degli aerogeneratori (viabilità e piazzole di servizio, distribuzione elettrica di impianto, sottostazione utente di trasformazione 30/150 kV, opere per la successiva immissione dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale). La potenza nominale complessiva del parco eolico sarà di 112,2 MW, con potenza nominale dei singoli aerogeneratori pari a 6,6 MW.

In coerenza con la normativa 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 della Transizione Ecologica ed al ministero della Cultura, 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";

- Istanza di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art.12 D.Lgs. 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 112,2 MW in immissione.

Le significative interdistanze tra le turbine, imposte dalle accresciute dimensioni degli aerogeneratori oggi disponibili sul mercato, contribuiscono ad affievolire i principali impatti o disturbi ambientali caratteristici della tecnologia, quali l'eccessivo accentrimento di turbine in aree ristrette (in particolare il disordine visivo determinato dal cosiddetto "effetto selva"), le probabilità di collisione con l'avifauna, attenuate dalle basse velocità di rotazione dei rotori, la propagazione di rumore o l'ombreggiamento intermittente.

Il presente elaborato, costituente una sintesi in linguaggio non tecnico dello Studio di Impatto Ambientale (SIA), è destinato alla consultazione da parte del pubblico interessato. La Sintesi non tecnica è integrata da alcune immagini estratte dalle tavole dello SIA, opportunamente ridotte in formato A3 per una più agevole consultazione e riproduzione.

2 LA PROPONENTE

La GRV WIND SARDEGNA 6 S.r.l. è una società del Gruppo GR Value, dotata di un team di professionisti che rappresentano il massimo livello di esperienza tecnica, gestionale e finanziaria presente sul mercato delle energie rinnovabili. Tra le competenze della società si annoverano:

- L’acquisto e l’aggregazione di impianti fotovoltaici medio piccoli in esercizio, in maniera tale da incrementarne la redditività tramite l’aumento dei *performance ratios*;
- Il mantenimento dei livelli di efficienza delle prestazioni elevati nel tempo, con una riduzione del rapporto Opex/MW;
- La raccolta, gestione e interpretazione dei dati provenienti dagli impianti, finalizzata a realizzare manutenzioni predittive e mantenerli al massimo dell’efficienza produttiva;
- Lo sviluppo di progetti fotovoltaici ed eolici greenfield con elevate risorse rinnovabili che, grazie a una strategia di prestazioni di medio-lungo periodo, garantiscono valore anche al termine delle incentivazioni;
- La disponibilità di flussi di cassa stabili e prevedibili degli assets operativi nonché l’attrazione di partner investitori finanziari, tali da generare una assets rotation che garantisce risorse aggiuntive per i nuovi investimenti.

3 FINALITÀ DELLA PROCEDURA DI IMPATTO AMBIENTALE ED ARTICOLAZIONE DELLO SIA

La direttiva 85/337/CEE, come modificata dalla direttiva 97/11/CE e aggiornata dalla Direttiva 2011/92/CE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, è considerata come uno dei "*principali testi legislativi in materia di ambiente*" dell'Unione Europea. La VIA ha il compito principale di individuare eventuali impatti ambientali significativi connessi con un progetto di sviluppo di dimensioni rilevanti e, se possibile, definire misure di mitigazione per ridurre tale impatto o risolvere la situazione prima di autorizzare la costruzione del progetto. Come strumento di ausilio alle decisioni, la VIA viene in genere considerata come una salvaguardia ambientale di tipo proattivo che, unita alla partecipazione e alla consultazione del pubblico, può aiutare a superare i timori più generali di carattere ambientale e a rispettare i principi definiti nelle varie politiche (Relazione della Commissione al Parlamento Europeo ed al Consiglio sull'applicazione e sull'efficacia della direttiva 85/337/CEE e s.m.i.).

Nel preambolo della direttiva VIA si legge che "*la migliore politica ecologica consiste nell'evitare fin dall'inizio inquinamenti ed altre perturbazioni anziché combatterne successivamente gli effetti*". Con tali presupposti, il presente SIA rappresenta il principale strumento per valutare l'ammissibilità per l'ambiente degli effetti che l'intervento in oggetto potrà determinare. Esso si propone, infatti, di individuare in modo integrato le molteplici interconnessioni che esistono tra l'opera proposta e l'ambiente che lo deve accogliere, inteso come "*sistema complesso delle risorse naturali ed umane e delle loro interrelazioni*".

Formalmente il documento si articola in distinte sezioni, relazioni specialistiche ed elaborati grafici e/o multimediali. Nella sezione introduttiva della Relazione generale (WGG_RA1), a valle dell'illustrazione dei presupposti dell'iniziativa progettuale, è sviluppato un sintetico inquadramento generale dei disposti normativi e degli obiettivi alla base della procedura di valutazione di impatto ambientale nonché una breve descrizione dell'intervento e dell'area di progetto.

La seconda sezione dello SIA (Quadro di riferimento programmatico) esamina il grado di coerenza dell'intervento in rapporto agli obiettivi dei piani e/o programmi che possono interferire con la realizzazione dell'opera.

In tal senso, un particolare approfondimento è stato dedicato ad esaminare le finalità e caratteristiche del progetto rispetto agli indirizzi contenuti nelle strategie, protocolli e normative, dal livello internazionale a quello regionale, orientate ad intervenire per ridurre le emissioni di gas climalteranti. In ordine alla valutazione della fattibilità e compatibilità urbanistica del progetto, l'analisi è stata focalizzata sulle interazioni dell'opera con le norme di tutela del territorio, dal livello statale a quello regionale, con particolare riferimento alla disciplina introdotta dal Piano Paesaggistico Regionale ed agli indirizzi introdotti dalle Deliberazioni della Giunta Regionale in materia di sviluppo delle fonti rinnovabili.

Nel Quadro di riferimento progettuale dello SIA sono approfonditi e descritti gli aspetti tecnici dell'iniziativa esaminando, da un lato, le potenzialità energetiche del sito, ricostruite sulla base di dati anemologici di area vasta, e dall'altro, i requisiti tecnici dell'intervento, avuto particolare riguardo di focalizzare l'attenzione sugli accorgimenti e soluzioni tecniche orientate ad un opportuno contenimento degli impatti ambientali. In tale capitolo dello SIA, inoltre, sono state illustrate e documentate le motivazioni alla base delle scelte tecniche operate nonché le principali alternative di tipo tecnologico-tecnico e localizzativo esaminate dal Proponente.

In coerenza con la normativa in materia di VIA, le condizioni di operatività dell'impianto sono state analizzate anche in rapporto al verificarsi di eventi incidentali, peraltro estremamente improbabili per questo tipo di installazioni, con particolare riferimento ai rischi di distacco delle pale.

Il Quadro di riferimento ambientale dello SIA individua, in primo luogo, i principali fattori di impatto sottesi dal processo realizzativo e dalla fase di operatività dell'impianto. Alla fase di individuazione degli aspetti ambientali del progetto segue una descrizione dello stato qualitativo delle componenti ambientali potenzialmente impattate, particolarmente mirata ed approfondita sulla componente paesistico-insediativa, che è oggetto di specifica trattazione nella allegata Relazione paesaggistica redatta in accordo con i canoni definiti dal D.P.C.M. 12/12/05 (Elaborato WGG_RA5).

All'ultimo capitolo del Quadro di riferimento ambientale è affidato il compito di esaminare e valutare gli aspetti del progetto dai quali possono originarsi gli impatti a carico delle diverse componenti ambientali. In quella sede sono stati analizzati i fattori di impatto associati al processo costruttivo (modifiche morfologiche, asportazione di vegetazione, produzione di materiali di scavo, occupazione di volumi, traffico di automezzi, ecc.) nonché quelli più direttamente riferibili alla fase gestione, con particolare riferimento alle modifiche introdotte sul sistema paesaggistico, alla propagazione di rumore ed agli effetti sull'avifauna. Per ciascun fattore di impatto si è proceduto a valutare qualitativamente e, ove possibile, quantitativamente, il grado di significatività in relazione a specifici requisiti, riconosciuti espressamente dalla direttiva VIA, riferibili alla connotazione spaziale, durata, magnitudo, probabilità di manifestarsi, reversibilità o meno e cumulabilità degli impatti.

Si è proceduto, in ultimo, a rappresentare in forma sintetica il legame tra fattori di impatto e componenti ambientali al fine di favorire l'immediato riconoscimento degli aspetti del progetto più suscettibili di alterare la qualità ambientale, sui quali intervenire, eventualmente, per ridurre ulteriormente la portata o, comunque, assicurarne un adeguato controllo e monitoraggio in fase di esercizio (Elaborato WGG_RA4).

Lo SIA è corredato, infine, da numerose tavole grafiche e carte tematiche volte a sintetizzare i rapporti spaziali e funzionali tra le opere proposte il quadro regolatorio territoriale ed il sistema ambientale nonché a rappresentare le dinamiche di generazione e le ricadute degli aspetti ambientali del progetto.

3.1 DIFFICOLTÀ NEL REPERIMENTO DEI DATI

Come richiesto nel punto 12 dell'Allegato VII alla Parte Seconda del TUA in riferimento alla necessità di evidenziare nel SIA *"eventuali difficoltà, quali lacune tecniche o mancanza di conoscenze, incontrate dal proponente nella raccolta dei dati richiesti e nella previsione degli impatti ...[omissis]"* si segnala che non è stato possibile consultare:

- il PUC di Escolca;
- il Piani di Classificazione Acustica dei comuni di Escolca e di Gergei.

Peraltro, tali carenze informative non hanno condizionato la stima dei potenziali impatti ambientali, trattandosi di documenti afferenti prevalentemente alla sfera dell'urbanistica.

In riferimento ai territori di Escolca e Gergei, in particolare, le stime e valutazioni condotte all'interno dello studio previsionale di impatto acustico sono state improntate alla cautela. In tal senso, la verifica del rispetto dei limiti di zona è stata operata attraverso il confronto dei livelli sonori attesi con i limiti potenzialmente più restrittivi (cfr. Elaborato WGG_RA10).

4 QUADRO DI SFONDO E PRESUPPOSTI DELL'OPERA

4.1 L'ENERGIA EOLICA E IL SUO SFRUTTAMENTO

Il vento possiede un'energia che dipende dalla sua velocità e una parte di questa energia (generalmente non più del 40%) può essere catturata e convertita in altra forma, meccanica o elettrica, mediante una macchina. A fronte di questa apparente inefficienza intrinseca del sistema vi è il grande vantaggio di poter disporre gratuitamente della risorsa naturale che, per essere sfruttata, richiede solo la macchina.

Il vento, peraltro, a differenza dell'energia idraulica (altra energia rinnovabile per eccellenza), non può essere imbrigliato, incanalato o accumulato, né quindi regolato, ma deve essere utilizzato così come la natura lo consegna. Questa è proprio la principale peculiarità della risorsa eolica e delle macchine che la sfruttano: l'efficienza del sistema è assolutamente dipendente dalle condizioni anemologiche. D'altra parte, se si eccettuano aree climatiche particolari, il vento è sempre caratterizzato da un'estrema irregolarità, sia negli intervalli di tempo di breve e brevissimo periodo (qualche minuto) che in quelli di lungo periodo (settimane e mesi). Considerato che l'energia eolica è proporzionale al cubo della velocità del vento, tali fluttuazioni possono determinare rapide variazioni energetiche, misurabili anche in alcuni ordini di grandezza.

Una conseguenza pratica di tale peculiarità è che la macchina eolica non può essere adoperata per alimentare direttamente un carico, meccanico o elettrico che sia: il carico (ossia la domanda di energia), infatti, varia a sua volta con un andamento che dipende dal consumo e le sue oscillazioni non potranno mai coincidere con quelle del vento. Per tali ragioni l'energia prodotta dovrà in qualche modo essere accumulata per poterla utilizzare in funzione delle necessità. Allo stato attuale della tecnologia, gli aerogeneratori hanno due sole possibilità teoriche di accumulazione: sottoforma di corrente continua in batteria (sistema adottato da impianti che alimentano località isolate) o sottoforma di corrente alternata da immettere nella rete elettrica (sistema adottato da tutti gli aerogeneratori di media e grande potenza).

L'immissione nella rete è certamente l'opzione più frequente e pratica per l'utilizzazione dell'energia da fonte eolica. La rete, in un certo senso, funziona da accumulo, consentendo la compensazione dell'energia da fonte eolica mediante la regolazione degli impianti energetici convenzionali, anch'essi connessi alla rete.

Sotto la spinta di un'accresciuta consapevolezza dell'importanza delle tematiche ambientali, dello sviluppo economico, del progresso tecnologico e della liberalizzazione del mercato energetico, negli ultimi quindici anni si è assistito in Europa ad un rapido progresso nello sviluppo delle tecnologie di sfruttamento del vento, con la produzione di aerogeneratori sempre più efficienti e potenti.

Una moderna turbina eolica è progettata per generare elettricità di elevata qualità per l'immissione nella rete elettrica e per operare in modo continuo per circa 30 anni (indicativamente 160.000 ore), in assenza di presidio diretto e con bassissima manutenzione. Come elemento di confronto, si consideri che un motore d'auto è normalmente progettato per un tempo di vita di 4.000÷6.000 ore.

La macchina eolica è molto sensibile alle condizioni del sito in cui viene installata. L'energia sfruttata dipende, infatti: dalla densità dell'aria, e quindi dalla temperatura e dall'altitudine, dalla distribuzione locale della probabilità del vento, dai fenomeni di turbolenza (e quindi dalle condizioni orografiche, vegetazionali ed antropiche) nonché dall'altezza della turbina dal suolo. Conseguentemente le prestazioni di una stessa macchina in siti diversi possono essere sensibilmente differenti. Poiché l'aria, che trasferisce la sua energia alla turbina, possiede una bassa densità, per sviluppare potenze elevate occorrono macchine di grande diametro: potenze dell'ordine del megawatt richiedono turbine di diametri fra i 50 e i 100 metri. Conseguentemente anche la torre su cui la turbina è installata deve avere altezze elevate.

Le prime turbine commerciali risalgono ai primi anni '80; negli ultimi 20 anni la potenza caratteristica delle macchine è aumentata di un fattore 100. Nello stesso periodo i costi di generazione dell'energia elettrica da fonte eolica sono diminuiti dell'80 per cento. Da unità della potenza di 20÷60 kW nei primi anni '80, con diametri dei rotori di circa 20 metri, allo stato attuale sono prodotti generatori della potenza superiore a 5.000 kW, caratterizzati da diametri del rotore superiori a 100 metri (Figura 4.1). Alcuni prototipi di turbine, concepite per la produzione eolica off-shore, possiedono generatori e sviluppano potenze persino superiori.

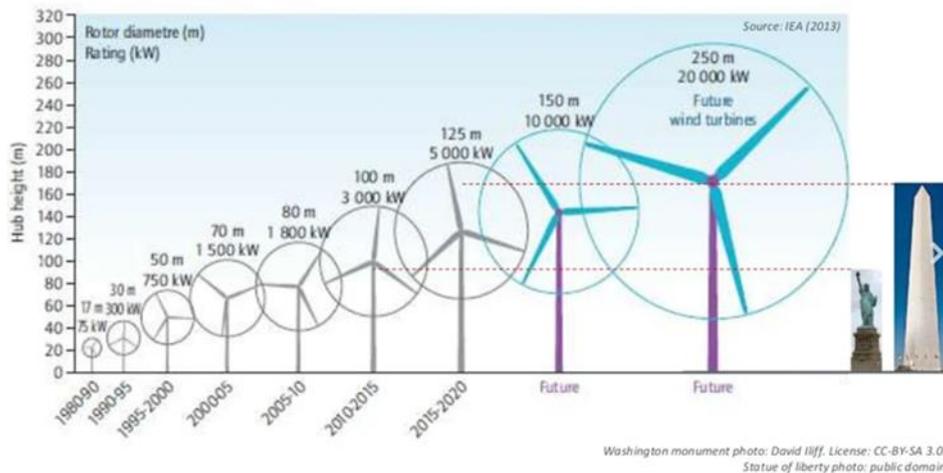


Figura 4.1 : Sviluppo delle dimensioni degli aerogeneratori commerciali (Fonte Sandia 2014 – Wind Turbine Blade Workshop – Zayas)

La tumultuosa crescita fatta registrare dal settore negli ultimi decenni, unitamente alle economie di scala conseguenti allo sviluppo del mercato ed alle maggiori produzioni, hanno determinato una drastica riduzione dei costi di generazione dell'energia eolica al punto che, relativamente ad alcuni grandi impianti su terra (onshore), gli stessi risultano addirittura competitivi rispetto alle più economiche alternative costituite dalle centrali a gas a ciclo combinato.

4.2 PRINCIPALI PRESUPPOSTI PROGRAMMATICI DEL PROGETTO

Nell'ottica di fornire una rappresentazione d'insieme dei valori paesaggistici e ambientali di area vasta, gli elaborati grafici WGG_RA5_1, WGG_RA5_2 e WGG_RA5_3, mostrano, all'interno dell'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori in progetto e dei settori più prossimi, la distribuzione delle seguenti aree tutelate per legge, interessate da dispositivi di tutela naturalistica e/o ambientale, istituiti o solo proposti, o, comunque, di valenza paesaggistica:

- I Fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142 comma 1 lettera c D.Lgs. 42/04);
- Fiumi, torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, riparali, risorgive e cascate, ancorché temporanee (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.);
- Aree caratterizzate da insediamenti storici (artt. 51, 52, 53 N.T.A. del P.P.R.);
- Aree a pericolosità idrogeologica perimetrate dal PAI;
- Fasce fluviali perimetrate nell'ambito del Piano Stralcio Fasce Fluviali;
- Aree presenza specie animali tutelati da convenzioni internazionali;
- Aree Rete Natura 2000

- Aree percorse dal fuoco;
- Usi civici.

Non essendo disponibile uno strato informativo "certificato" delle aree coperte da foreste e da boschi paesaggisticamente tutelate (art.142 comma 1 lettera g) si ritiene che l'eventuale ascrizione di alcune porzioni delle aree di intervento alla suddetta categoria di bene paesaggistico debba essere necessariamente ricondotta alle competenze del Corpo forestale e di vigilanza ambientale, a cui sono attribuiti compiti di vigilanza, prevenzione e repressione di comportamenti e attività illegali in campo ambientale. Peraltro, come evidenziato nello Studio di impatto ambientale, le ricognizioni specialistiche eseguite sulle aree di intervento hanno consentito di escludere interazioni tra le opere e aree a copertura boscata.

Come si evince dall'esame della cartografia allegata, le interferenze rilevate tra gli interventi in esame e i dispositivi di tutela paesaggistica possono esclusivamente ricondursi alle opere accessorie in riferimento a:

- Interessamento della fascia di Tutela di 150 metri da "fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775", di cui all'art. 142 comma 1 lettera c, relativamente a:
 - Tracciato elettrodoto 30 kV che si sovrappone a "Flumini Mannu", "Riu Riolu", "Riu Su Spaniadroxiu" e "Riu Lixius", per il quale risulta ragionevole applicare le disposizioni contenute nell'Allegato A al D.P.R. 31/2017 che esonerano dall'obbligo di acquisire l'autorizzazione paesaggistica alcune categorie di interventi, tra cui le opere di connessione alla rete su cavidotto interrato.
 - Tracciato elettrodoto 30 kV e brevi tratti di viabilità da adeguare che si sovrappongono a "Riu Murera" e "Riu Auledu (Riu Coronas)"
- Interessamento della fascia di tutela di 150 m dei corsi d'acqua cartografati dal P.P.R. (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) in corrispondenza di "Riu Gora niu Acchili", "Flumini Mannu", "Riu Riolu", "Riu Su Spaniadroxiu" e "Riu Pitziedda" relativamente a:
 - Alcune porzioni del cavidotto 30 kV impostato su viabilità esistente.
- Interessamento della fascia di tutela di 150 m dei corsi d'acqua cartografati dal P.P.R. (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) in corrispondenza di "Riu Auledu" e "Riu Murera_041" relativamente a:
 - Alcune porzioni del cavidotto 30 kV, impostato su viabilità esistente e, viabilità da adeguare.

A fronte delle segnalate circostanze, ai sensi dell'art. 146, comma 3 del D.Lgs. 42/04 e dell'art. 23 del TUA il progetto e l'istanza di VIA sono corredati dalla Relazione paesaggistica (Elaborato WGG RA5) ai fini del conseguimento della relativa autorizzazione.

- Relativamente all'Assetto Storico-Culturale, le installazioni eoliche e le opere accessorie si collocano interamente all'esterno del buffer di 100m da manufatti di valenza storico-culturale cartografati dal P.P.R. (artt. 47, 48, 49, 50 N.T.A.) nonché esternamente ai siti archeologici per i quali sussista un vincolo di tutela ai sensi della L. 1089/39 e del D.Lgs. 42/04 art. 10.
- Alcuni tratti di cavidotto 30 kV interrato, ivi impostato su viabilità esistente, presentano limitatissime e periferiche sovrapposizioni con buffer di tutela paesaggistica di 100m da beni e manufatti di valenza storico culturale, così come cartografati dal PPR, in prossimità di "Nuraghe" (Comune di Gergei - Figura 4.2), "Nuraghe Santa Cecilia" (Figura 4.3), "Chiesa di San Salvatore" (Figura 4.4) e "Nuraghe Turri" (Figura 4.5). Corre l'obbligo sottolineare che tali interventi sono progettati in stretta aderenza alla viabilità esistente e che le sovrapposizioni risultano essere marginali rispetto alle aree tutelate.

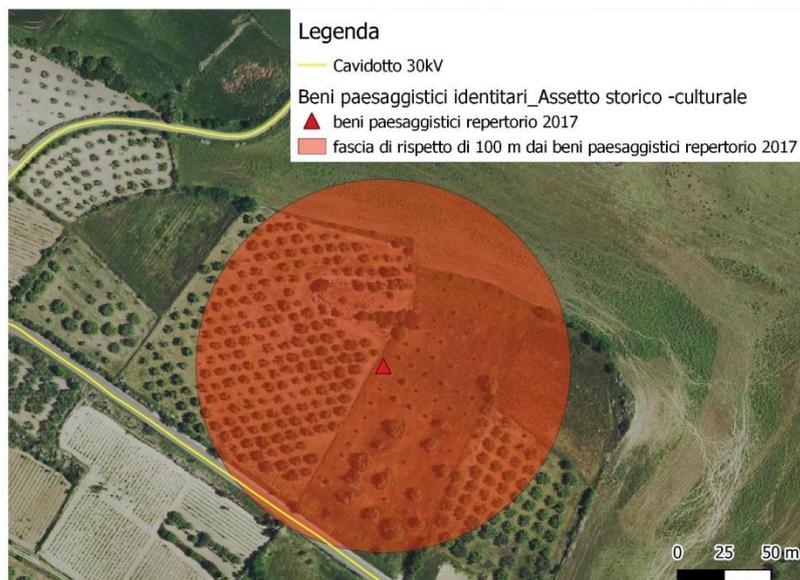


Figura 4.2: Sovrapposizione del Cavidotto MT, ivi impostato su viabilità esistente, con buffer di 100m da bene di valenza storico culturale, così come cartografato dal PPR, in prossimità di "Nuraghe"

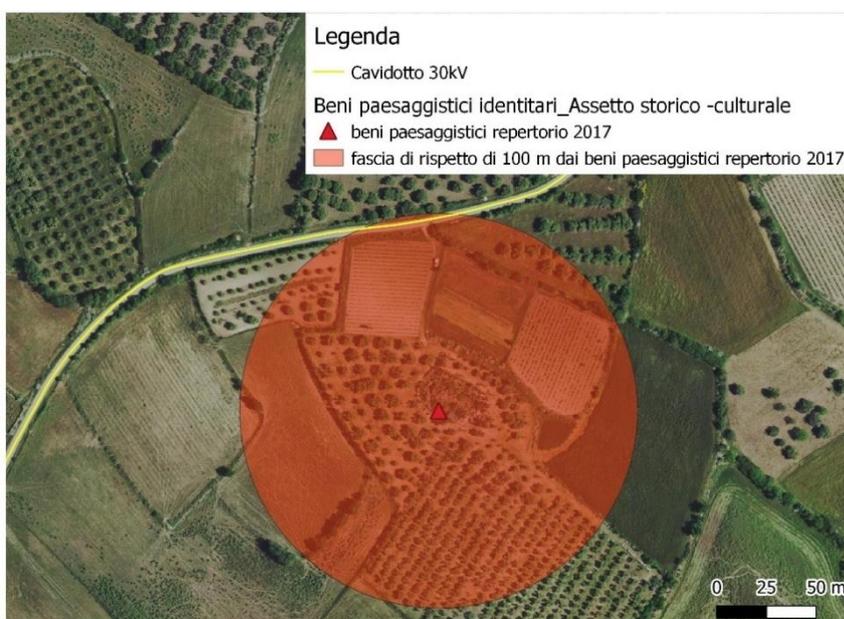


Figura 4.3: Sovrapposizione del Cavidotto MT, ivi impostato su viabilità esistente, con buffer di 100m da bene di valenza storico culturale, così come cartografato dal PPR, in prossimità di "Nuraghe Santa Cecilia"

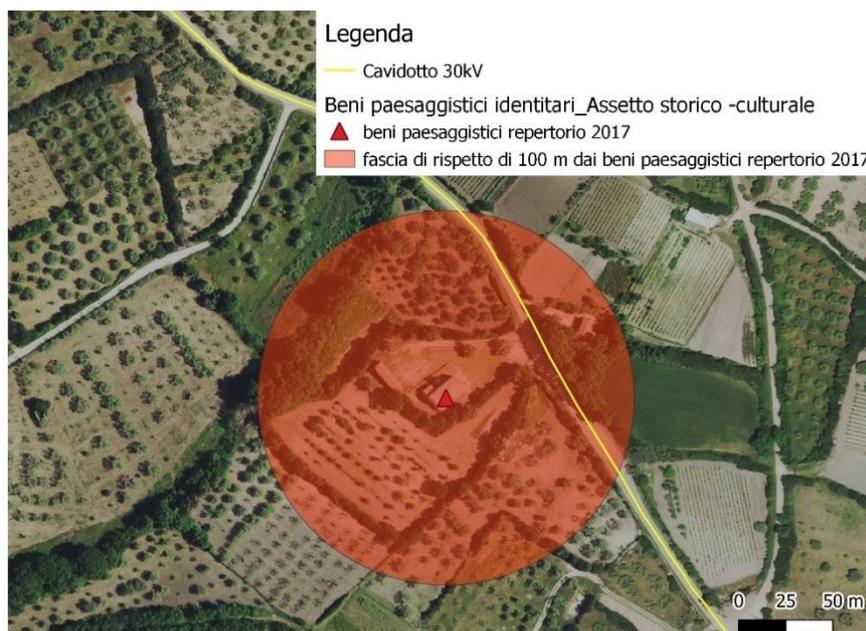


Figura 4.4: Sovrapposizione del Cavidotto MT, ivi impostato su viabilità esistente, con buffer di 100m da bene di valenza storico culturale, così come cartografato dal PPR, in prossimità di "Chiesa di San Salvatore"

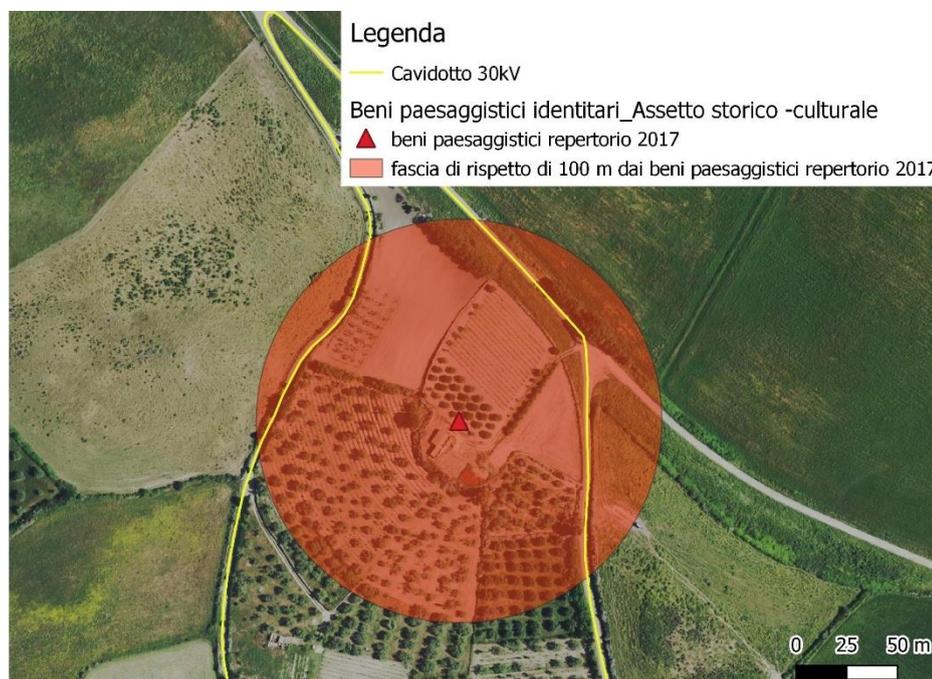


Figura 4.5: Sovrapposizione del Cavidotto MT, ivi impostato su viabilità esistente, con buffer di 100m da bene di valenza storico culturale, così come cartografato dal PPR, in prossimità di "Nuraghe Turri"

- In relazione alla sovrapposizione di limitati tratti di cavidotto a 30kV, ivi impostato su viabilità esistente, si segnala la sovrapposizione con aree gravate da usi civici, in Comune di Gergei (Foglio 4 Particella 29) e Nuragus (Foglio 5 Particella 1972). Corre l'obbligo sottolineare che tale intervento è esentato dall'acquisire l'autorizzazione paesaggistica (Allegato A al DPR 31/2017). Inoltre, possono trovare applicazione le seguenti disposizioni di semplificazione amministrativa in materia di infrastrutture elettriche (articolo 31-bis comma 1, lettera a del D.L. 17/2022): "1-ter. Fermo restando il rispetto

della normativa paesaggistica, si intendono di norma compatibili con l'esercizio dell'uso civico gli elettrodotti di cui all'articolo 52-quinquies, comma 1, fatta salva la possibilità che la regione, o un comune da essa delegato, possa esprimere caso per caso una diversa valutazione, con congrua motivazione, nell'ambito del procedimento autorizzativo per l'adozione del provvedimento che dichiara la pubblica utilità dell'infrastruttura".

- Interessamento di aree agroforestali di cui agli artt. 28, 29 e 30 delle N.T.A. del P.P.R., in corrispondenza delle postazioni eoliche, della viabilità di impianto, dell'area di cantiere e della sottostazione elettrica di utenza.
- Interessamento di aree percorse dal fuoco (art. 10 Legge n. 353/2000) in corrispondenza di alcune porzioni del tracciato del cavidotto 30 kV e della viabilità da adeguare. Tali aree, incendiate nel 2014 e categorizzate come "Pascolo" (negli strati informativi della RAS), sono impostate su viabilità esistente. Corre l'obbligo evidenziare che le opere sovrappoventisi a tali aree incendiate non sono né nuove costruzioni né tanto meno richiederanno la modifica destinazione d'uso della zona, non contrastando pertanto con le prescrizioni dell'art. 10 della L. n. 353/2000.
- Relativamente al cavidotto interrato a 30 kV di collegamento elettrico tra l'impianto eolico e la SSE Utente, si rileva la sovrapposizione con aree cartografate come "Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali L.R. 31/89" (artt. 33 e 36 N.T.A. PPR). Dette aree, in particolare, risultano interne al Parco regionale della Giara di Gesturi, proposto dalla Legge Regionale 31/89 e mai istituito. A questo riguardo si evidenzia, peraltro, come le norme di salvaguardia previste ai termini della L.R. 31/89 nelle more dell'istituzione dei parchi regionali non trovino applicazione ai sensi dell'art. 26 c. 1 della suddetta Legge, essendo alla data odierna abbondantemente decadute. Pertanto, al riguardo, non si riscontrano elementi programmatici condizionanti.

Con riferimento ad altri ambiti meritevoli di tutela, infine, si evidenzia che:

- Il sito non è inserito nel patrimonio UNESCO. La distanza, in linea d'aria, tra l'aerogeneratore più vicino e il sito UNESCO di Barumini risulta essere di 4,8 km; i rapporti di visibilità tra l'impianto e il sito sono approfonditi nell'allegata Relazione paesaggistica (Elaborato WGG_RA5);
- l'area non ricade all'interno di aree naturali protette istituite ai sensi della Legge 394/91 ed inserite nell'Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette né interessa, direttamente o indirettamente, zone umide di importanza internazionale designate ai sensi della Convenzione di Ramsar, aree SIC o ZPS istituite ai sensi delle Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE;
- il sito non è prossimo a parchi archeologici o strettamente contermini ad emergenze di rinomato interesse culturale, storico e/o religioso. Sarà, in ogni caso, assicurata un'opportuna salvaguardia delle emergenze archeologiche riscontrate;
- l'intervento non sottrae significative porzioni di superficie agricola e non interferisce in modo apprezzabile con le pratiche agricole in essere nel territorio in esame;
- non si prevede alcun impatto su tipologie vegetazionali di interesse conservazionistico né effetti significativi sulla componente arborea; le aree oggetto di intervento non ospitano né habitat di interesse comunitario o altre cenosi rare. Non si ritiene infatti, che il sito in esame svolga funzioni determinanti per la conservazione della biodiversità che possano essere compromesse a seguito della realizzazione dell'opera.

Relativamente al settore d'intervento, non si segnalano interferenze tra le aree di sedime degli aerogeneratori e le aree cartografate a pericolosità idraulica; con riferimento alle opere accessorie, si segnala la sovrapposizione del cavidotto 30 kV, impostato sulla viabilità esistente e, della viabilità di servizio, con aree cartografate a pericolosità idraulica Hi4 dalle NTA del PAI. Considerando la disciplina relativa alle aree a pericolosità idraulica Hi4 - Molto elevata (art. 27 delle norme di attuazione del PAI,) sono considerati ammissibili, tra gli altri, alcuni interventi a

rete o puntuali, pubblici o di interesse pubblico, tra cui *allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti (art. 27 comma 3 lettera h)*. Nel caso di **condotte e di cavidotti**, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle suddette norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.

Per **l'adeguamento delle strade esistenti**, atte all'ottimale conduzione del cantiere, tali interventi sono ammessi ai sensi dell'art. 27, comma 3 lettera a, che recita:

“In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

- a. *gli interventi di manutenzione ordinaria*
- b. *gli interventi di manutenzione straordinaria*

Per tali interventi non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica (art. 27, comma 6). Al comma 4, lettera a., dello stesso articolo, inoltre, si sottolinea che:

“Nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata resta comunque sempre vietato realizzare:

Strutture e manufatti mobili e immobili, ad eccezione di quelli a carattere provvisorio o precario indispensabili per la conduzione dei cantieri e specificatamente ammessi dalle presenti norme”.



Figura 4.6 – Sovrapposizione tra tratti di viabilità da adeguare e le aree a pericolosità idraulica Hi4

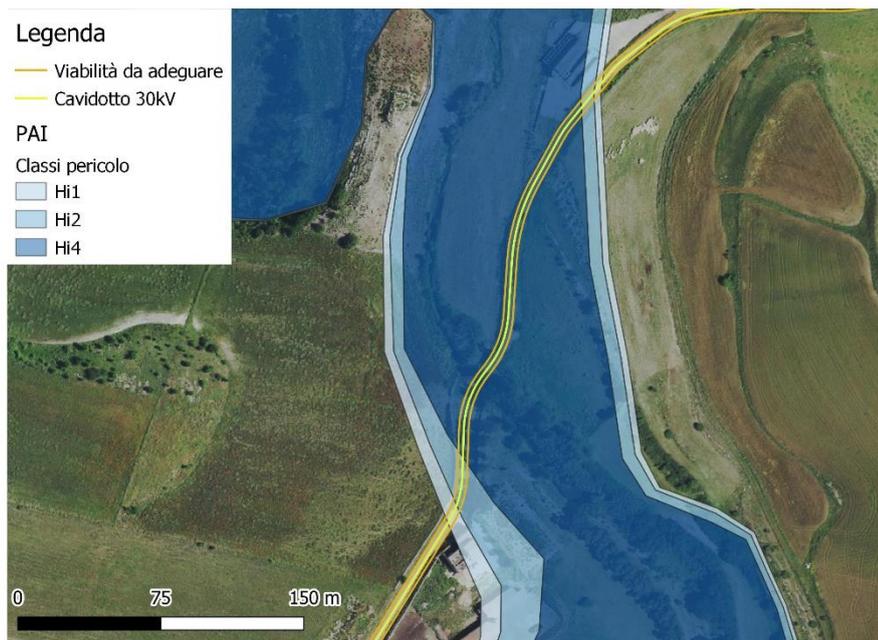


Figura 4.7 – Sovrapposizione di un tratto di viabilità da adeguare e le aree a pericolosità idraulica Hi4



Figura 4.8 – Sovrapposizione del cavidotto MT a 30kV e le aree a pericolosità idraulica Hi4

Relativamente al settore d'intervento, non si segnalano interferenze tra le aree di sedime degli aerogeneratori e le aree cartografate a pericolosità da frana.

Gli aerogeneratori in progetto, non ricadono all'interno delle fasce fluviali perimetrare del PSFF; relativamente alle opere accessorie, si segnala la parziale sovrapposizione del tracciato dell'elettrodotto di connessione 30 kV con l'alveo d'esondazione cartografato per il "Flumini Mannu", più specificatamente con le aree inondabili con $T_r \leq 50$, $T_r \leq 200$ e $T_r \leq 500$, riconducibile alle prescrizioni del PAI valide per le aree cartografate a pericolosità idraulica Hi4, Hi2 e Hi1, secondo cui "in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

[OMISSIS]

h. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico" (art.27, comma 3 delle NTA del PAI).

Si evidenzia inoltre che per la realizzazione di attraversamento trasversale dei corsi d'acqua si adotteranno le misure di progettazione e realizzazione riportate all'art.21 comma 2, lettera c. della NTA del PAI che prevedono "l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale, con la condizione che tra fondo alveo e estradosso della condotta ci sia almeno un metro di ricoprimento. Per tali attraversamenti in sub-alveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme e il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese le condotte qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico".

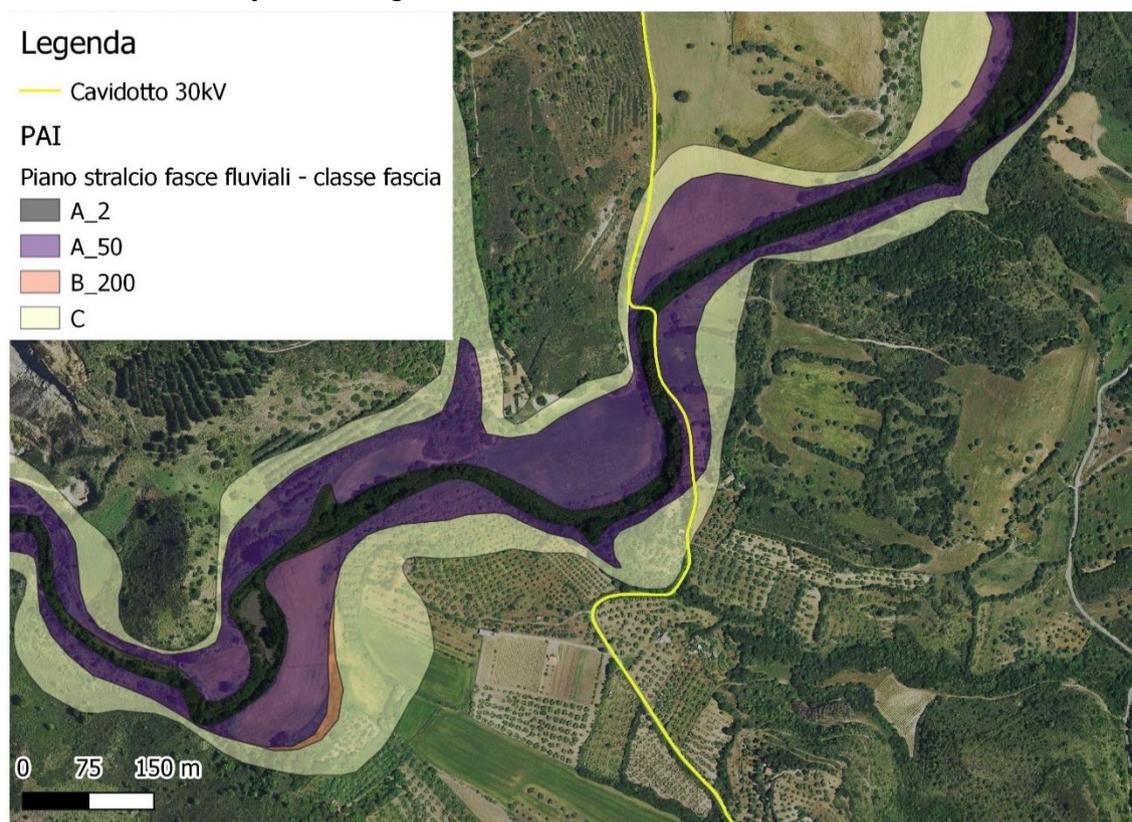


Figura 4.9 – Sovrapposizione del tracciato del cavidotto 30 kV con le aree cartografate dal Piano Stralcio Fasce Fluviali

Sotto il profilo della disciplina urbanistica locale, le postazioni eoliche sono territorialmente inquadrabili come di seguito riportato:

- Comune di Gergei – WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG07, WTG12;
- Comune di Las Plassas – WTG08;
- Comune di Barumini – WTG09, WTG14, WTG15, WTG16, WTG17;
- Comune di Villanovafranca – WTG10, WTG11;

- Comune di Escolca – WTG12.

Il Comune di Gergei dispone di Piano Urbanistico Comunale (PUC) la cui ultima variante risulta adottata definitivamente con Del. C.C. N. 4 del 11/02/2004 vigente a fare data dalla pubblicazione sul BURAS N. 17 del 05/06/2004.

Gli aerogeneratori WTG01, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG07 e WTG13, con tratti di viabilità da adeguare e di nuova realizzazione, si sovrappongono con sottozona cartografata come E2 – “Aree di primaria importanza per la funzione agricola-produttiva”.

La postazione eolica WTG02 e relativa strada di accesso di nuova realizzazione, ricadono in sottozona E1 – “Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata”.

Il cavidotto a 30kV, oltre che alle sottozone precedentemente citate, si sovrappone con la sottozona E5 – “Aree marginali per attività agricola, garantendo un’adeguata stabilità ambientale”.

Il Comune di Las Plassas dispone di Piano Urbanistico Comunale (PUC) la cui ultima variante risulta adottata definitivamente con Del. C.C. N. 22 del 01/10/2018 vigente a fare data dalla pubblicazione sul BURAS N. 54 del 06/12/2018.

La postazione eolica WTG08 e relativa viabilità di collegamento ricadono in Sottozona E2 in cui sono classificate tutte le aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all’estensione, composizione e localizzazione dei terreni.

Il Comune di Barumini dispone di Piano Urbanistico Comunale la cui ultima variante risulta adottata definitivamente con Del. C.C. N. 24 del 28/09/2016 vigente a fare data dalla pubblicazione sul BURAS N. 13 del 16/03/2017.

Le postazioni eoliche, ricadenti in dato Comune e, relativa viabilità di impianto di collegamento, ricadono in Zona E, Sub zona E2 – Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva.

Un limitato tratto di viabilità da adeguare, che collega le postazioni WTG14 e WTG17 attraversa una zona H2 – Area di particolare pregio archeologico, in prossimità di “Br.cu Sa Zeppara”. Corre l’obbligo evidenziare come tali interventi siano da approntare su viabilità esistente.

Il Comune di Villanovafranca dispone di Programma di Fabbricazione la cui ultima variante risulta adottata definitivamente con Del. C.C. N. 35 del 10/10/2001 vigente a fare data dalla pubblicazione sul BURAS N. 39 del 09/11/2001.

Le opere ricadenti in detto Comune sono ascritte a zona E – Agricola.

Il Comune di Escolca dispone di Piano Urbanistico Comunale la cui versione risulta adottata definitivamente con Del. C.C. N. 86 del 30/08/1991 vigente a fare data dalla pubblicazione sul BURAS N. 32 del 19/10/1991.

La postazione eolica WTG12 e la viabilità di impianto impostata in detto Comune, si sovrappongono con aree cartografate come Zona E - Agricola

5 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il proposto parco eolico è ubicato in un territorio di cerniera tra le regioni storiche del *Sarcidano* e della *Marmilla*. In particolare, dei 17 aerogeneratori previsti, 9 (WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG07, WTG12 e WTG13) ricadono nella porzione sud-occidentale del *Sarcidano* e 8 (WTG08, WTG09, WTG10, WTG11, WTG14, WTG15, WTG16 e WTG17) in quella centro-orientale della *Marmilla* (Figura 5.1).

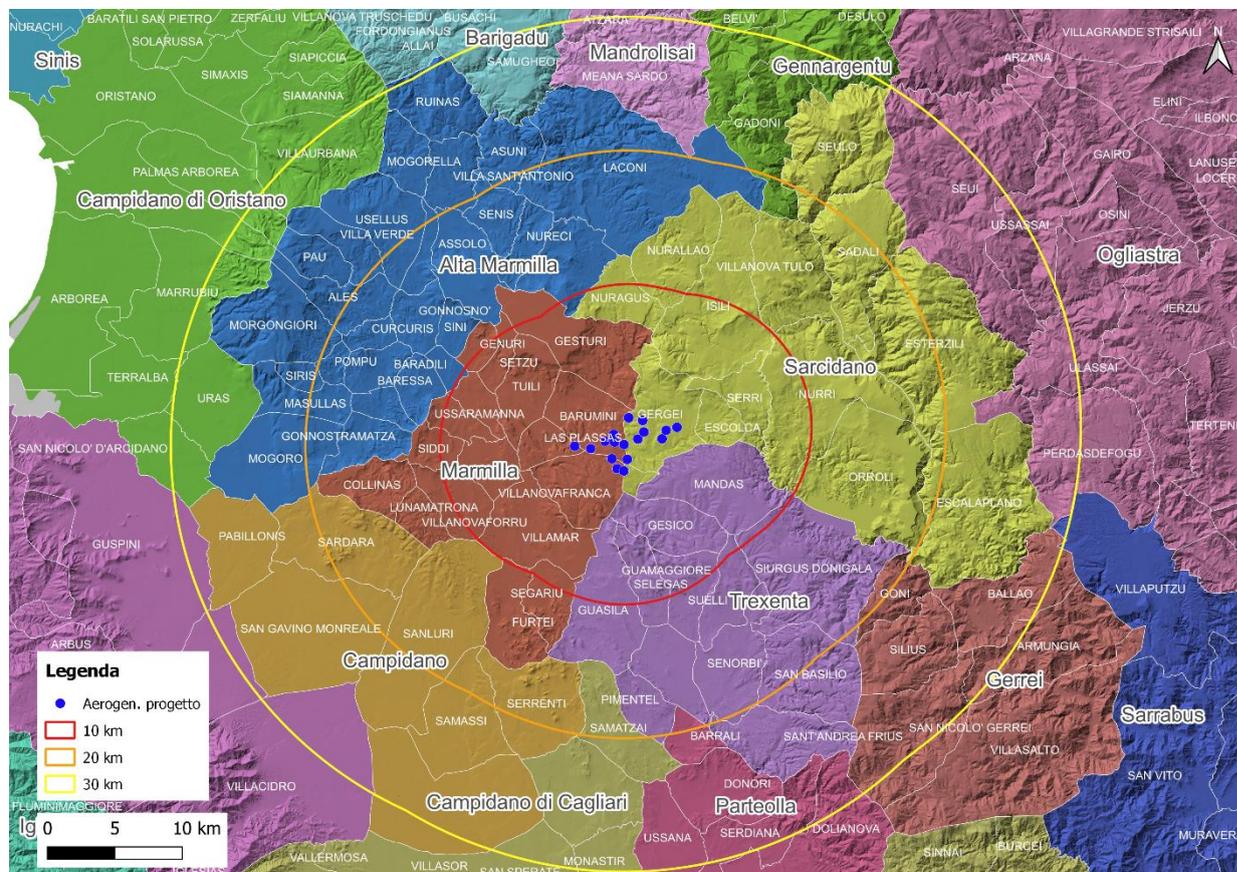


Figura 5.1 – Aerogeneratori in progetto e regioni storiche della Sardegna

Cartograficamente, l’area del parco eolico è individuabile nella Carta Topografica d’Italia dell’IGMI in scala 1:25000 Foglio 540 Sez. III – Mandas e Sez. IV – Isili (Figura 5.4).

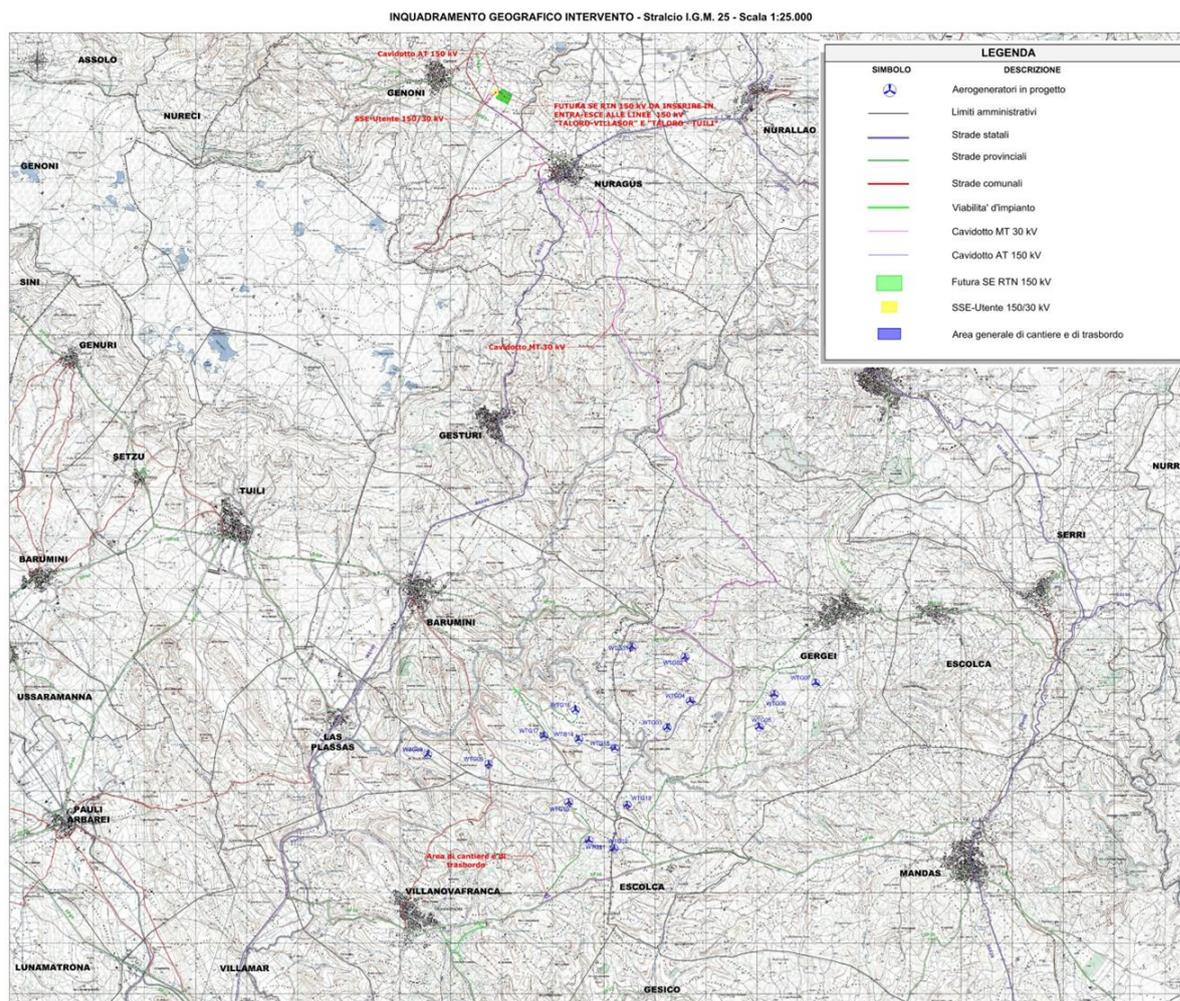


Figura 5.2: Inquadramento geografico di intervento su IGMI 1:25.000

Più nel dettaglio, i 17 aerogeneratori sono distribuiti all'interno dei territori comunali di 5 centri urbani: WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG07 e WTG13 si trovano nella porzione centro-meridionale del comune di Gergei; il WTG12 a nord-ovest della porzione del territorio comunale di Escolca compresa tra i comuni di Gergei, Mandas, Gesico, Villanovafranca e Barumini; i WTG10 e WTG11 a nord-est del comune di Villanovafranca; il WTG08 a est del territorio comunale di Las Plassas e, infine, i WTG09, WTG14, WTG15, WTG16 e WTG17 a sud-est del comune di Barumini.

Le opere funzionali alla connessione elettrica dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale, e segnatamente il cavidotto a 30 kV interessano anche i comuni di Gesturi, Nuragus e Genoni, dove è stata ipotizzata la realizzazione della futura Stazione Elettrica della RTN a 150 kV in località *Aruni*.

L'inquadramento degli aerogeneratori nei luoghi di intervento, secondo la toponomastica locale, è riportato in Tabella 5.2.

La regione storica del *Sarcidano*, entro cui ricadono i comuni di Gergei e Escolca interessati dalla realizzazione dell'impianto, si caratterizza, morfologicamente, per la presenza di un territorio collinare regolare ed uniforme, in cui risaltano i profili "a mesa" dei numerosi altopiani basaltici.

La regione storica della *Marmilla*, all'interno della quale ricadono i comuni di Barumini, Las Plassas e Villanovafranca è una vasta zona prevalentemente pianeggiante molto fertile, con

rilievi collinari e altopiani basaltici. Si estende tra il massiccio del *Monte Arci* e la *Giara di Gesturi* a nord e nord-ovest, la pianura del *Medio Campidano* a est, sud e ovest.

Sotto il profilo geomorfologico il territorio è abbastanza omogeneo, si tratta di un ambito collinare che si è evoluto su formazioni geologiche di natura sedimentaria stratificata in giaciture sub-orizzontali, prevalentemente costituite da formazioni clastiche di deposizione fluviale, o costituenti antichi depositi di versante ascrivibili alla Formazione di Ussana per quanto riguarda il *Sarcidano*. Il territorio della *Marmilla* è impostato sulle rocce marnoso-arenacee del I e II ciclo sedimentario del Miocene inferiore e medio, sormontate da terre alluvio-colluviali oloceniche più o meno pedogenizzate. Tra le colline si estendono ampi spazi pianeggianti e conche depresse che ospitavano un tempo acquitrini e paludi.

Il territorio ha una forte vocazione agricola esplicita sulle pendici collinari dal profilo regolare e sulle ampie vallate oggi spesso asciutte, che manifestano una dinamica lenta fortemente dipendente dalla pluviometria, intermittente ed irregolare. Le coperture forestali sono oggi estremamente frammentate e spesso confinate sui versanti più acclivi ed inaccessibili dove la configurazione morfologica limita l'uso agricolo, o sulle superfici strutturali rocciose delle giare e dei *plateaux*, dove appaiono fortemente semplificate e costituiscono pascoli arborati e sugherete aperte.

Con riferimento ai caratteri idrografici, l'impianto ricade nella porzione settentrionale del bacino idrografico del *Flumini Mannu*. Quest'ultimo è il quarto fiume della Sardegna per ampiezza di bacino e, con una lunghezza dell'asta principale di circa 96 km, rappresenta il più importante fiume della Sardegna meridionale. Il suo corso, che si sviluppa in direzione NE-SO, ha origine da molti rami sorgentiferi dall'altipiano calcareo del *Sarcidano*, si sviluppa attraverso la *Marmilla* e, costituitosi in un unico corso, sbocca nella piana del *Campidano* sfociando in prossimità di Cagliari nelle acque dello *Stagno di S. Gilla*. Il *Flumini Mannu di Cagliari* si differenzia notevolmente dagli altri corsi d'acqua dell'Isola per i caratteri topografici del suo bacino imbrifero. L'asta principale per quasi metà del suo sviluppo si svolge in pianura, al contrario della maggior parte dei corsi d'acqua sardi aventi come caratteristica la brevità del corso pianeggiante rispetto a quello montano.

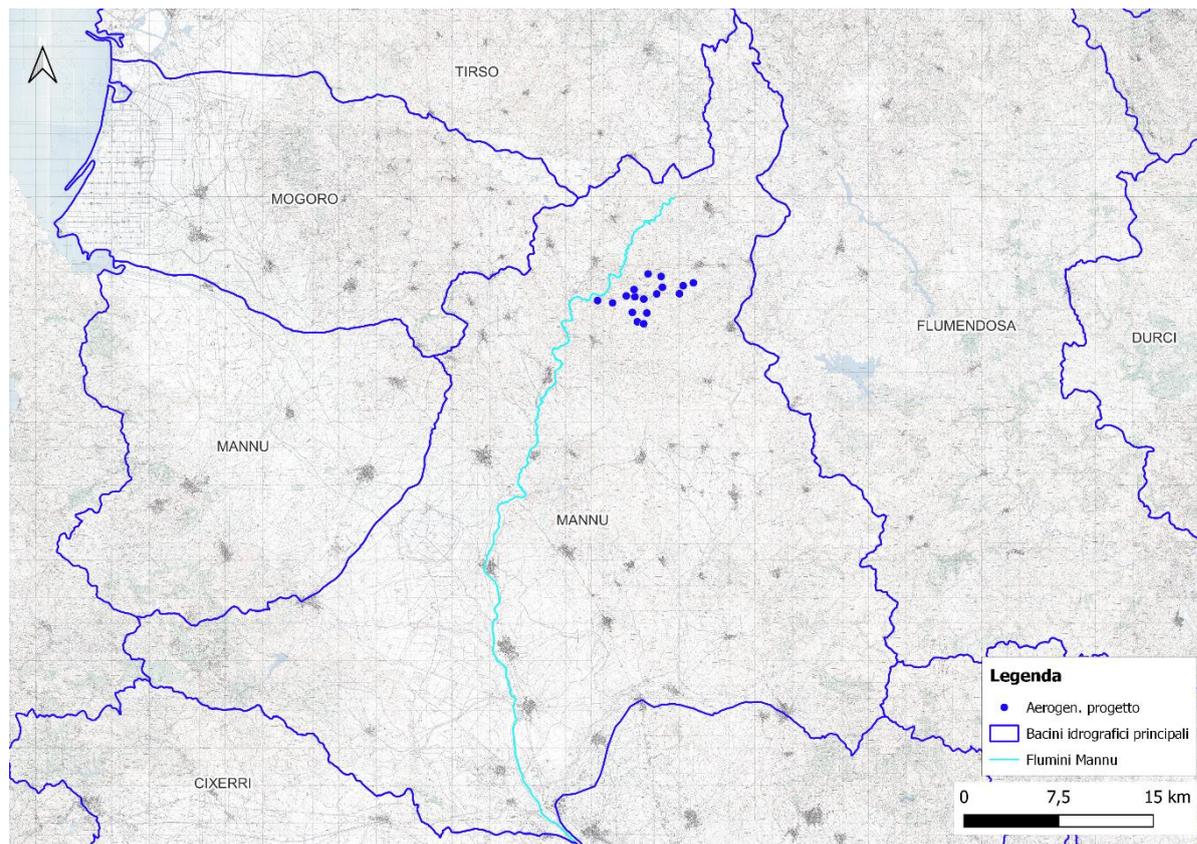


Figura 5.3 – Bacini idrografici di riferimento

Sotto il profilo dell'infrastrutturazione viaria, il sito è localizzato nella porzione di territorio racchiusa all'interno di 4 assi viari principali: la SP44 a nord-ovest dell'impianto che si sviluppa in direzione est-ovest, attraversa il centro urbano di Barumini, e prosegue dalla località *S'Erboxi* verso est con il nome di SP 9 attraversando i centri urbani di Gergei e Escolca sino ad intercettare la SS 128; la SS 128 ad est e, in particolare, il tratto compreso tra Serri e Mandas; la SP36, a sud, che corre parallela all'asse viario della SP 44 e SP 9 e attraversa i centri urbani di Villanovafranca e Mandas; infine, ad ovest la SS 197 e, in particolare, il tratto che dal territorio comunale di Villanovafranca si sviluppa in direzione nord-est sud-ovest attraversando Las Plassas e Barumini.

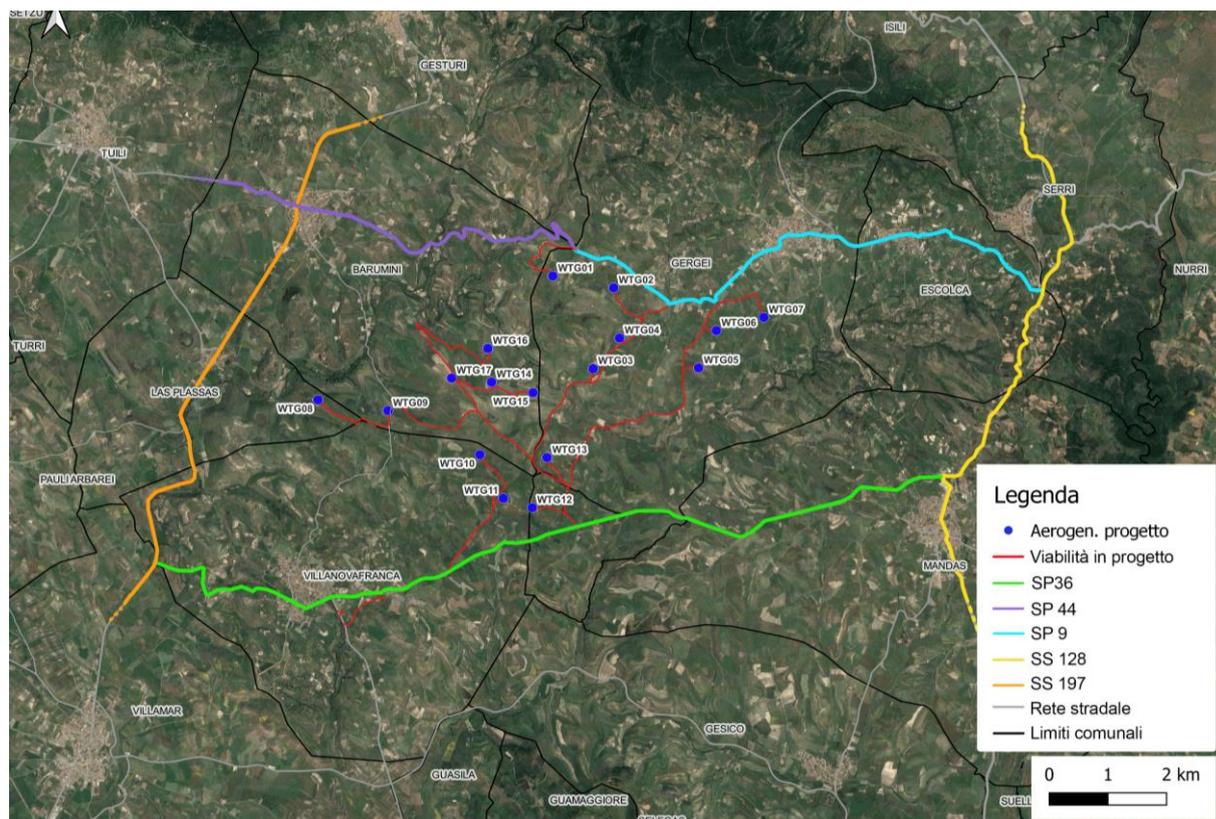


Figura 5.4 – Principali arterie stradali e sistema della viabilità di accesso all’impianto

Nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10000 alle sezioni 540010 – Nuragus, 540050 – Barumini, 540060 – Isili, 540090 – San Simone, 540100 - Mandas e 540130 – Villanovafranca. Rispetto al tessuto edificato degli insediamenti abitativi più vicini (WGG_RA5_4), il sito di intervento presenta, indicativamente, la collocazione indicata in Tabella 5.1.

Tabella 5.1 - Distanze degli aerogeneratori rispetto ai più vicini centri abitati

CENTRO ABITATO	POSIZIONAMENTO RISPETTO AL SITO	DISTANZA DAL SITO (KM)
Isili	N-E	5,9
Gergei	E-N-E	1,0
Mandas	E	4,3
Gesico	S-E	6,1
Villanovafranca	S-O	3,3
Las Plassas	O	1,7
Barumini	O-N-O	3,3
Gesturi	N-O	4,7

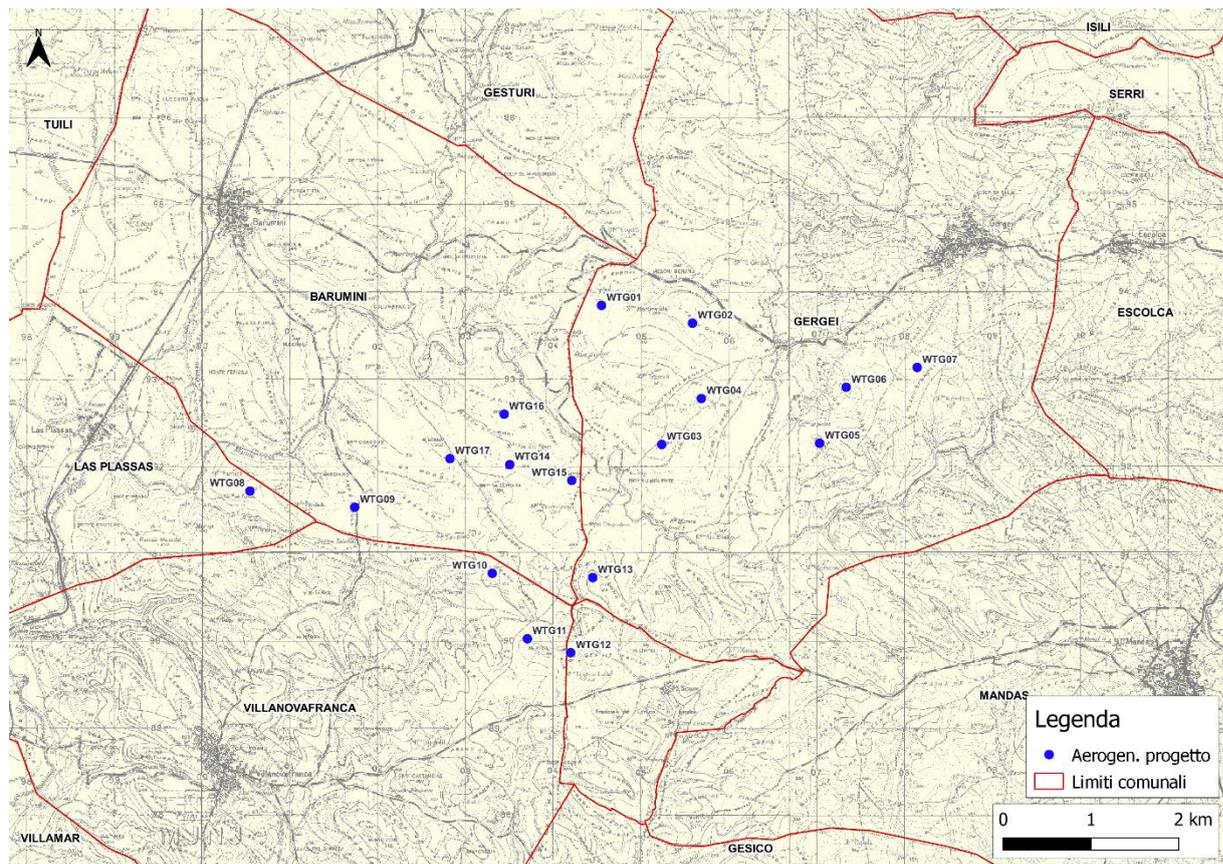


Figura 5.5 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su IGM storico

L'inquadramento catastale delle installazioni eoliche in progetto è riportato nell'Elaborato WGG_TC4 mentre l'inquadramento catastale del tracciato dei cavidotti è riportato negli elaborati WGG_TE2a e WGG_TE2b.

L'impianto sarà servito da una viabilità interna di collegamento tra gli aerogeneratori, prevalentemente incardinata sulla viabilità comunale esistente tra le località *Arruas* a ovest e *Planu Spandela* a est, *S'Erboxi* a nord e *Gea is Caulis* a sud, funzionale a consentire il processo costruttivo e le ordinarie attività di manutenzione in fase di esercizio.

Tabella 5.2 – Inquadramento delle postazioni eoliche nella toponomastica locale

ID AEROGENERATORE	LOCALITÀ
WTG01	<i>S'Erboxi - Serra Longa</i>
WTG02	<i>Pranu Ollasta</i>
WTG03	<i>Pranu Tuppe Menga</i>
WTG04	<i>Pranu Tuppe Menga</i>
WTG05	<i>Riu Funtana</i>
WTG06	<i>Ruina Fraus</i>
WTG07	<i>Planu Spandela</i>
WTG08	<i>Aurras</i>
WTG09	<i>Arriu e Tuvulu</i>
WTG10	<i>Pranu Cubadu</i>
WTG11	<i>Monte Atzili</i>
WTG12	<i>Gea is Caulis</i>
WTG13	<i>S'Enna de is Argiolas</i>
WTG14	<i>Bacch'e Cummoi</i>
WTG15	<i>Bacch'e Cummoi</i>
WTG16	<i>Meriagus</i>
WTG17	<i>Monte Miana</i>

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

Tabella 5.3 - Coordinate aerogeneratori in Gauss Boaga – Roma 40

AEROGENERATORE	X	Y
WTG01	1 504 501	4 393 663
WTG02	1 505 538	4 393 459
WTG03	1 505 187	4 392 070
WTG04	1 505 638	4 392 596
WTG05	1 506 986	4 392 084
WTG06	1 507 289	4 392 726
WTG07	1 508 097	4 392 953
WTG08	1 500 496	4 391 537
WTG09	1 501 689	4 391 351
WTG10	1 503 256	4 390 595
WTG11	1 503 656	4 389 846
WTG12	1 504 149	4 389 686
WTG13	1 504 401	4 390 546
WTG14	1 503 456	4 391 840
WTG15	1 504 162	4 391 658
WTG16	1 503 391	4 392 418
WTG17	1 502 774	4 391 909

Al catasto terreni le postazioni eoliche sono individuate in base ai riferimenti indicati in Tabella 5.4.

Tabella 5.4: Riferimento catasto terreni per le postazioni eoliche

WTG	Comune	Foglio	Particella
WTG01	Gergei	21	37
WTG02	Gergei	22	62
WTG02	Gergei	22	76
WTG03	Gergei	24	95
WTG03	Gergei	24	96
WTG04	Gergei	24	64
WTG04	Gergei	24	65
WTG05	Gergei	31	105
WTG06	Gergei	26	240
WTG07	Gergei	27	62
WTG08	Las Plassas	12	24
WTG09	Barumini	25	74
WTG10	Villanovafranca	5	63
WTG11	Villanovafranca	12	14
WTG12	Escolca	12	29
WTG13	Gergei	35	85
WTG14	Barumini	23	52
WTG14	Barumini	23	53
WTG15	Barumini	28	8
WTG16	Barumini	21	131
WTG17	Barumini	27	23
WTG17	Barumini	27	24

5.1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

L'impianto eolico in progetto sarà composto da n. 17 aerogeneratori, in grado di funzionare autonomamente e di produrre energia elettrica da immettere in rete dopo le necessarie fasi di trasformazione della tensione.

L'aerogeneratore proposto presenta una torre in acciaio dell'altezza al mozzo di 115 m alla cui sommità è fissata una "navicella", che supporta un "rotore" di tipo tripala avente diametro massimo pari a 170 m. L'altezza massima dell'aerogeneratore al *tip*, ossia in corrispondenza del punto più alto raggiunto dall'estremità delle pale in movimento, sarà pari a 200 m.

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

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

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

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

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

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

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori a 690 V in c.a. è elevata a 30 kV da un trasformatore posto all'interno di ciascuna navicella; quindi, successivamente l'energia è immessa in una rete interrata di cavi (cavidotto 30 kV) per la connessione elettrica a 30 kV dell'impianto alla prevista Sottostazione Elettrica di Utenza per la trasformazione 150/30 kV. Da qui avverrà il collegamento alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 150 in entra - esce alle linee RTN a 150 kV "Taloro - Villasor" e "Taloro - Tuili", anch'essa ipotizzata in comune di Genoni (in loc. *Aruni*), come previsto dalla soluzione tecnica di connessione (STMG) rilasciata da Terna con Codice pratica 202200248.

In base ai dati anemologici disponibili ed alle caratteristiche di funzionamento dell'aerogeneratore prescelto la Società Proponente ha stimato una produzione energetica pari a 293,8 GWh/anno.

6 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

6.1 PREMESSA

Come evidenziato in sede di progetto, il Gruppo GR Value ha come obiettivo lo sviluppo, la realizzazione e la gestione di impianti di produzione energetica a fonte rinnovabile.

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

Tra i siti eolici individuati, quello del presente progetto, è apparso di particolare interesse in virtù del favorevole potenziale energetico, di accessibilità e insediative.

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

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

6.2 LA SCELTA LOCALIZZATIVA

La scelta del sito del parco eolico "Luminu" per la realizzazione di una centrale eolica presenta numerosi elementi favorevoli, di seguito sinteticamente riassunti, che investono questioni di carattere economico-gestionale nonché aspetti di rilevanza paesaggistico-ambientale. La concomitanza di tali circostanze rende il sito in esame certamente di interesse nel panorama regionale delle aree destinabili allo sfruttamento dell'energia eolica.

Sotto il profilo tecnico si evidenzia come la localizzazione prescelta assicuri condizioni anemologiche vantaggiose per la produzione di energia elettrica dal vento, delineando prospettive di producibilità energetica di sicura rilevanza, a livello regionale e nazionale.

Condizioni favorevoli, in termini di inserimento paesaggistico ambientale delle opere nonché sotto il profilo funzionale, possono riferirsi, inoltre:

- alle idonee condizioni geologiche e morfologiche locali, contraddistinte da morbidi rilievi e altopiani marnosi;
- all'assenza di formazioni vegetazionali né di taxa endemici ad alta vulnerabilità o di interesse conservazionistico, tale da escludere effetti potenzialmente significativi a carico della componente botanica e forestale;
- alla bassissima densità abitativa del territorio, atta a minimizzare le possibili interazioni del parco eolico con il sistema insediativo locale;
- all'estraneità del sito rispetto ad aree SIC/ZSC.

Sotto il profilo dell'accessibilità, l'ipotesi di progetto relativa al trasporto degli aerogeneratori dallo scalo portuale di Oristano delinea favorevoli condizioni di trasferimento della componentistica delle macchine eoliche, assicurate dalla preesistenza di un'efficiente rete viaria di livello statale e provinciale di collegamento. Inoltre, si evidenziano le favorevoli condizioni infrastrutturali e di accessibilità generali derivanti dal collegamento dei siti di installazione degli aerogeneratori alla viabilità principale (SP9 e SP36) o interpodereale, che si presenta generalmente in buone condizioni di manutenzione e con caratteristiche geometriche per lo più idonee al transito dei mezzi di trasporto della componentistica delle turbine.

Pertanto, ai fini dello sviluppo dell'iniziativa, le favorevoli condizioni ambientali generali dell'area che caratterizza il sito in oggetto - riferibili alla bassa densità insediativa, all'assenza di copertura vegetale arboreo/arbustiva, alla presenza di una buona infrastrutturazione viaria - contribuiscono a mitigare le potenziali ripercussioni negative dell'intervento a carico delle principali componenti ambientali potenzialmente interessate dal funzionamento del parco eolico (vegetazione, flora e fauna ed assetto demografico-insediativo in particolare).

Si evidenzia l'aderenza del progetto ai principali riferimenti di legge ed atti di indirizzo regionali, 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 energetiche rinnovabili".
- 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".

6.3 ALTERNATIVE DI LAYOUT

6.3.1 Criteri generali

La fase ingegneristica di definizione del layout di impianto è stata accompagnata dallo sviluppo di studi ambientali specialistici finalizzati ad ottimizzare il posizionamento locale delle macchine eoliche sul terreno; ciò nell'ottica di contenere al minimo le interazioni degli interventi con le principali componenti ambientali "bersaglio" riconducibili alle emergenze paesaggistiche, agli aspetti vegetazionali, floristici e faunistici, a quelli geologici, idrologici e geomorfologici nonché alle permanenze di interesse storico-archeologico. Tale percorso iterativo ha inteso perseguire, tra l'altro, la più ampia aderenza del progetto - per quanto tecnicamente fattibile e laddove ciò sia stato ritenuto motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica - ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati nella Deliberazione G.R. Sardegna n. 59/90 del 27/11/2020.

Più specificamente la posizione sul terreno delle turbine eoliche, definita e verificata sotto il profilo delle interferenze aerodinamiche dalla Società Proponente, è stata studiata sulla base di numerosi fattori di carattere tecnico-realizzativo e ambientale con particolare riferimento ai seguenti:

- Preservare gli ambiti caratterizzati da maggiore integrità dei valori paesaggistici e identitari del territorio;
- minimizzare la realizzazione di nuovi percorsi viari, impostando la viabilità di impianto, per quanto tecnicamente fattibile, sulla viabilità di servizio della zona industriale o su percorsi rurali esistenti;
- contenimento delle mutue interferenze aerodinamiche delle turbine per minimizzare le perdite energetiche per effetto scia nonché gli effetti di turbolenza;
- privilegiare aree stabili dal punto di vista geomorfologico e geologico-tecnico ottimizzando la distanza delle macchine eoliche dai pendii più acclivi per scongiurare potenziali rischi di instabilità delle strutture;
- privilegiare l'installazione delle macchine entro contesti a conformazione piana o regolare per contenere opportunamente le operazioni di movimento terra conseguenti all'approntamento di strade e piazzole;
- assicurare una appropriata distanza delle proposte installazioni eoliche da edifici riconducibili all'accezione di "ambiente abitativo", sempre superiore ai 500 metri.

La configurazione di impianto che è scaturita dalla fase di analisi progettuale ha, dunque, escluso il manifestarsi di potenziali criticità tecnico-ambientali riferibili ai seguenti aspetti:

- interazioni con beni paesaggistici individuati ai termini degli articoli 142, 143 e 136 del Codice Urbani;
- sottrazioni significative di aree a spiccata naturalità o di preminente valore paesaggistico ed ecologico;
- interferenza diretta con i principali siti di interesse storico-culturale censiti nel territorio;
- incremento del rischio geologico-geotecnico in corrispondenza delle piazzole di cantiere funzionali al montaggio degli aerogeneratori;
- introduzione o accentuazione dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto eolico non ricade all'interno di nessun Sito di Importanza Comunitaria (SIC/ZSC). La ZSC più vicina, denominata "Monte San Mauro", è distante circa 2,9 km dall'aerogeneratore più vicino.

Il sito di intervento non ricade all'interno di nessuna Zona di Protezione Speciale (ZPS), la più vicina delle quali è denominata "Giara di Siddi" dista circa 8,9 km dall'aerogeneratore più vicino.

Ad ogni buon conto, nella consapevolezza dell'opportunità di assicurare una adeguata tutela dell'avifauna e della chiroterofauna, nel mese di agosto 2022 è stata avviata l'esecuzione di un monitoraggio faunistico di lungo termine sulle aree di intervento (durata 12 mesi), finalizzato ad evidenziare la presenza di specie sensibili, eventualmente esposte al rischio di impatto per effetto della realizzazione del parco eolico.

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

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

6.3.2 *Alternative progettuali ragionevoli*

L'evoluzione del layout in fase progettuale è stata caratterizzata dall'analisi di varie 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 nonché agli indirizzi regionali di buona progettazione degli impianti eolici - hanno condotto all'individuazione del layout proposto.

Di fatto, i criteri che hanno portato all'evoluzione del layout in fase progettuale sono stati molteplici; 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 una 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 di G.R. 59/90 del 2020.

L'originaria configurazione di layout prevedeva 17 aerogeneratori, disposti tra i comuni di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca. In particolare, nell'ottica di ottimizzare il posizionamento locale delle macchine eoliche sul terreno, si sono rese necessarie alcune ottimizzazioni con conseguente riposizionamento di alcuni aerogeneratori:

- La postazione WTG02 è stata rilocalizzata, avuto riguardo della circostanza che la posizione originaria si trovava all'interno del buffer di rispetto dalla SP9 e SP5 (D.G. Regione Sardegna 59/90 del 2020, Allegato 3, punto 3.1 - "Vincoli") pari all'altezza al tip dell'aerogeneratore maggiorata di un 10% (220 m).

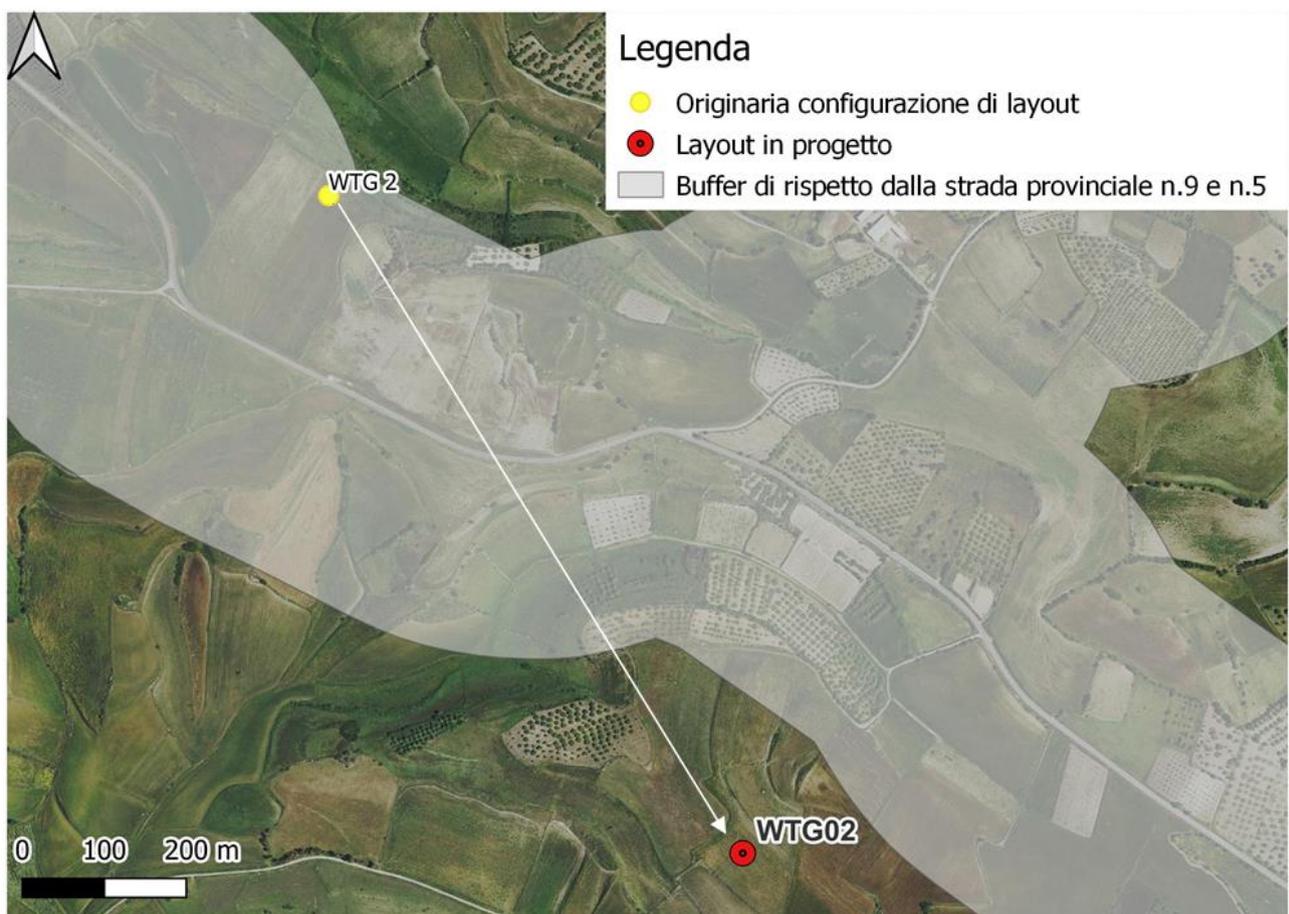


Figura 6.1: Originario posizionamento della postazione WTG02 (in giallo) e nuova postazione in progetto (in rosso). Si evidenzia la sovrapposizione dell'originaria WTG02 con buffer di rispetto dalla SP9 e SP5

- Le originarie postazioni WTG04 e WTG07 sono state cautelativamente distanziate rispetto ai fabbricati non abitativi F010 e F031 (Vedasi Elaborato WGG_RA11_Report fabbricati censiti), al fine di assicurarne la protezione nella remota eventualità di un ribaltamento delle turbine. La minima distanza osservata da detti fabbricati è pertanto di 200m (H_{tip} dell'aerogeneratore).



Figura 6.2: Originaria configurazione delle postazioni WTG04 e WTG07 (in giallo) e posizioni in progetto (in rosso).

- L’originaria postazione della WTG08 era prevista a circa 125m ad est del “Nuraghe Passiali”, in Comune di Las Plassas. Le scelte progettuali hanno condotto ad assicurare una distanza minima di 300m dal segnalato bene storico-culturale, posizionandola a sud-est rispetto alla configurazione iniziale.

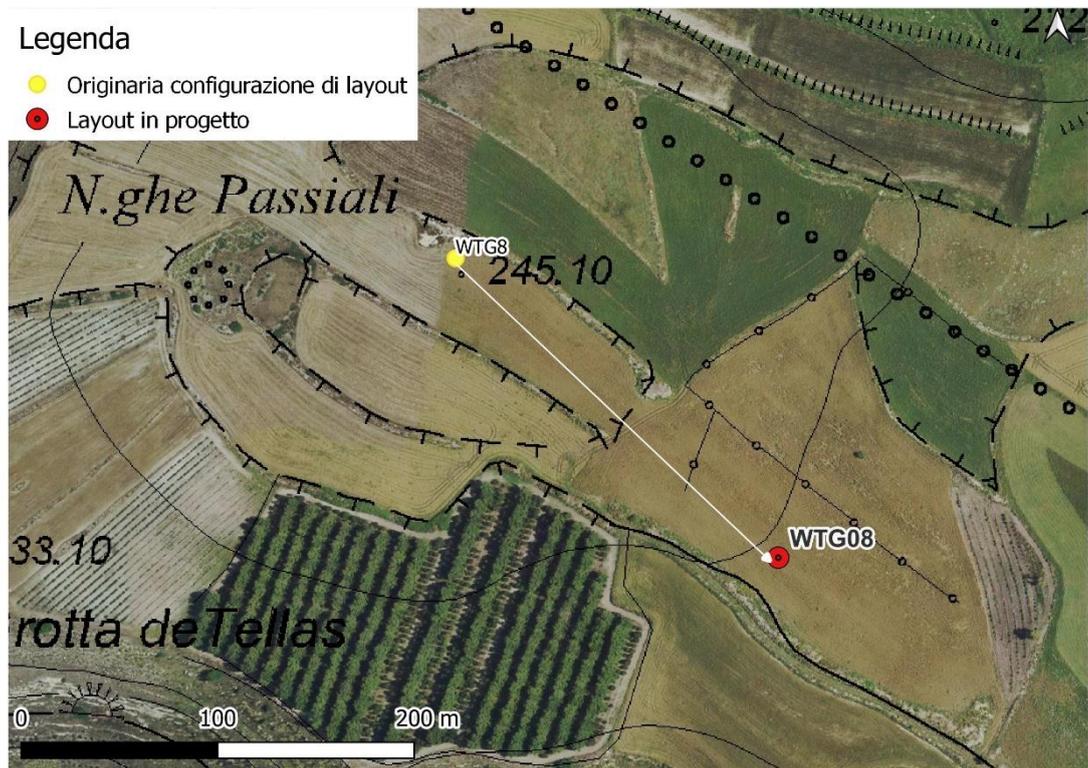


Figura 6.3: Originaria postazione eolica WTG08 (in giallo) e spostamento verso sud-est nella configurazione finale di progetto (in rosso).

Il medesimo ragionamento è stato adottato per la turbina WTG12, spostata verso nord – rispetto al layout originario – a circa 320m dal “Nuraghe Truncu Lilliu”.

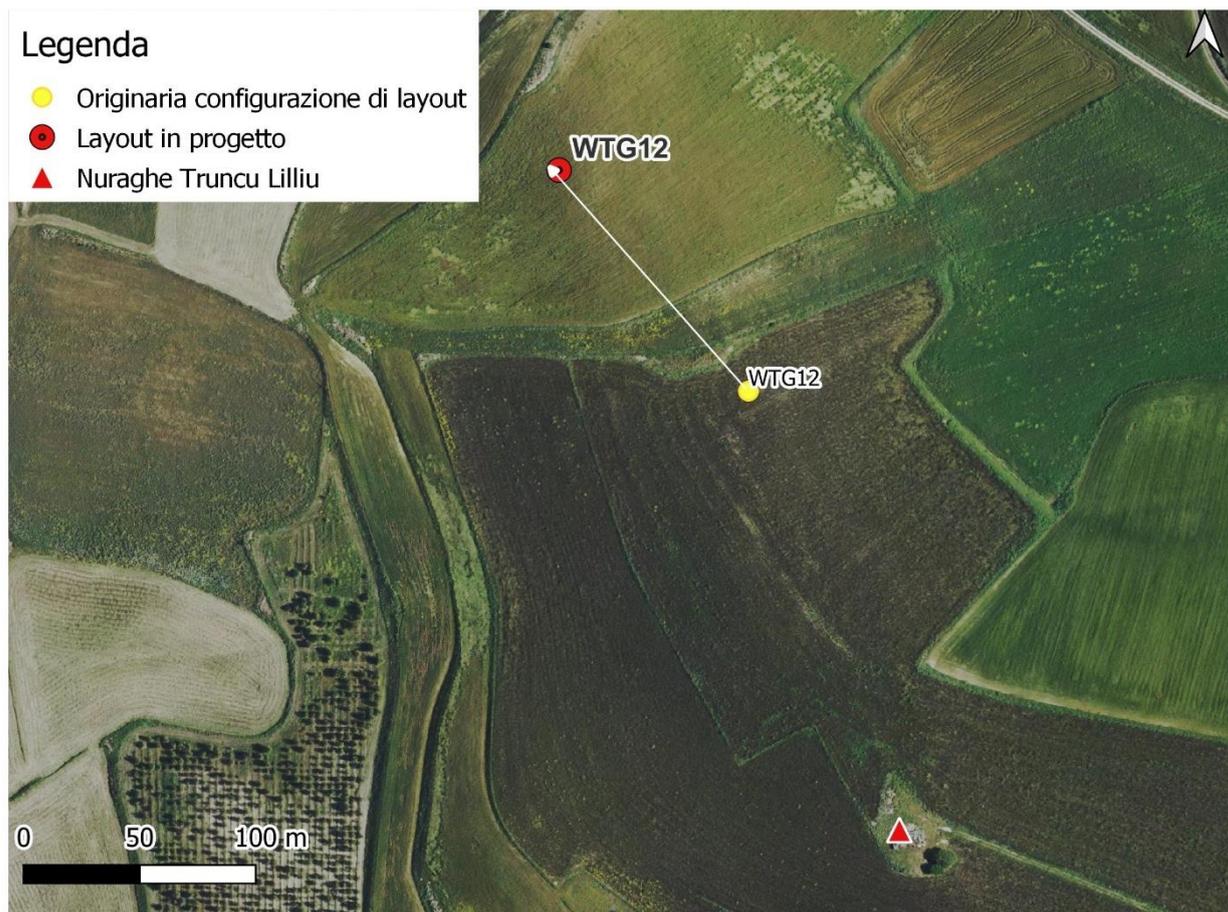


Figura 6.4: Originaria postazione eolica WTG12 (in giallo) e spostamento verso nordovest nella configurazione finale di progetto (in rosso).

Come conseguenza dello spostamento della postazione eolica WTG12, in accordo con il delineato percorso di ottimizzazione iterativa del layout, si è traslata verso nord ovest anche la postazione WTG11, al fine di assicurare opportune distanze reciproche tra turbine minimizzando, in tal modo, le perdite di producibilità per effetto scia.

- L'originaria postazione WTG14 è stata traslata verso nord-est al fine di evitare la sovrapposizione con la sub-zona H2 – "Area di particolare pregio archeologico" in prossimità di "Br.cu sa Zeppara, individuata dal PUC di Barumini.

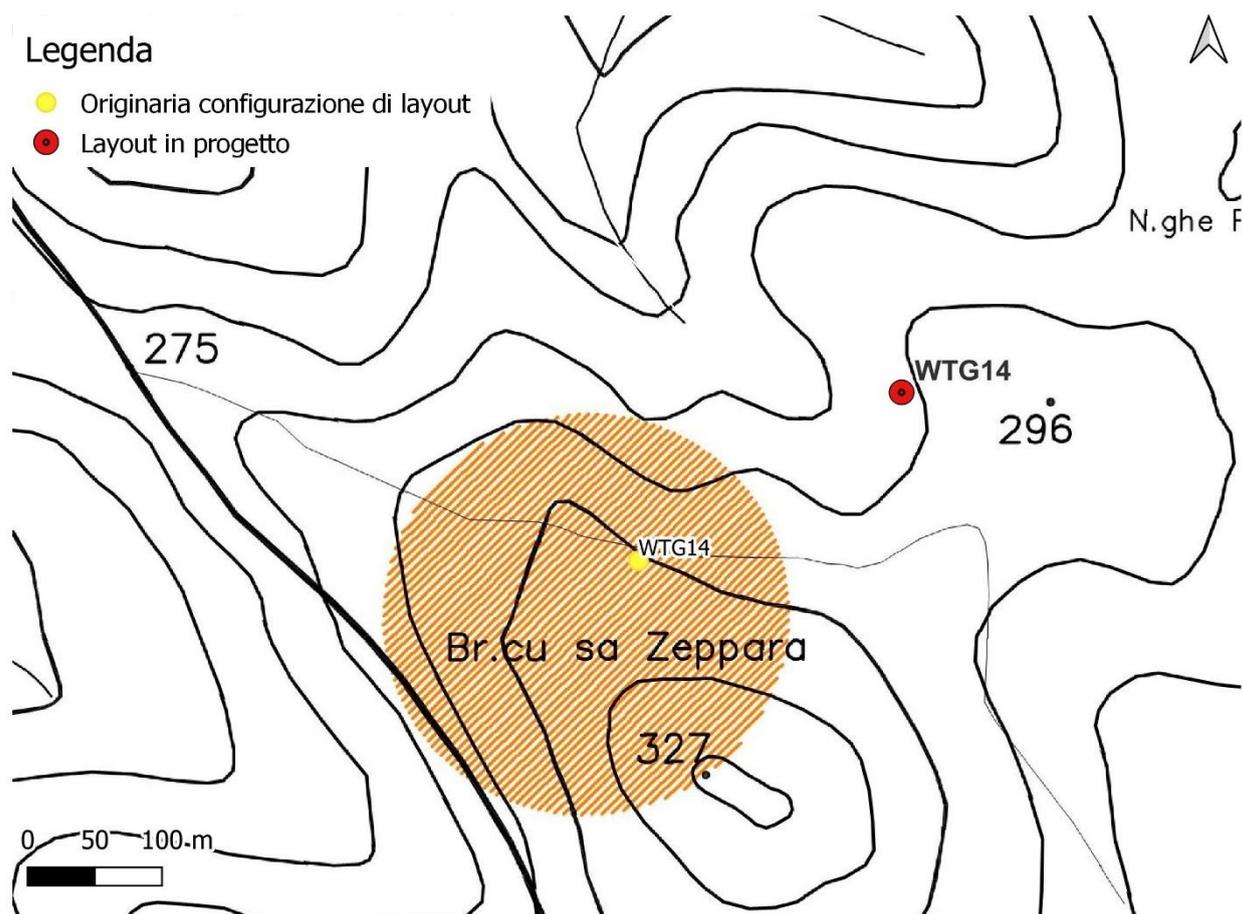


Figura 6.5: Originaria postazione eolica WTG14 (in giallo) e spostamento verso nord-est nella configurazione finale di progetto (in rosso), su stralcio Tav. D1 – "Il territorio extraurbano zonizzazione" del PUC di Barumini.

Tale spostamento ha comportato la traslazione verso est della postazione WTG15, per limitare le reciproche interferenze aerodinamiche.

- Gli aerogeneratori WTG16 e WTG17, infine, sono stati riposizionati al fine di distanziarli rispettivamente dal "Nuraghe Trebedderi" e dal "Nuraghe Monte Miana".



Figura 6.6: Originarie postazioni eoliche WTG16 e WTG17 (in giallo) e riposizionamento finale di progetto (in rosso).

Infine, in fase di concezione del progetto, ha formato oggetto di valutazione, quale alternativa strategica - sulla base di quanto scaturito dagli approfondimenti tecnici condotti con le modalità sopra indicate - la cosiddetta "Alternativa Zero" (alternativa di "non intervento" o *Do Nothing Alternative*), più oltre esaminata.

6.3.1 INTEGRAZIONI: Alternative tecnologiche

A fronte dei numerosi indirizzi contenuti nelle strategie, protocolli e normative, dal livello internazionale a quello regionale, orientati ad intervenire per ridurre le emissioni di gas climalteranti, le alternative strategiche esaminate dalla Proponente si sono concentrate su tecnologie di produzione energetica da fonti rinnovabili.

La produzione di energia da fonte convenzionale/non rinnovabile, infatti, appare come un'opzione non pertinente per il caso in esame, essendo palesemente in contrasto con il perseguimento dei target europei e nazionali di decarbonizzazione degli approvvigionamenti energetici.

Tra le tecnologie di produzione energetica che sfruttano le FER, è stata valutata la possibilità di sviluppo di un impianto fotovoltaico. Tuttavia, valutato il particolare contesto di intervento, contraddistinto da una buona risorsa eolica, si è ritenuto che il beneficio ambientale conseguibile dalla produzione stimata di 293,8 GWh/anno con una occupazione permanente di appena 16,4

ettari, avrebbe richiesto la realizzazione di un impianto fotovoltaico di circa 117 MW di potenza in immissione (circa 116,62 MW di picco considerando un rapporto DC/AC di 1.20), con una occupazione dei moduli FV stimabile in circa 67 ettari ed una superficie agricola coinvolta dal progetto di circa 203 ettari, nell'ipotesi di adottare la configurazione per prassi prevista per gli impianti agrivoltaici.

6.4 “OPZIONE ZERO” E PREVEDIBILE EVOLUZIONE DEL SISTEMA AMBIENTALE IN ASSENZA DELL'INTERVENTO

L'intervento proposto si inserisce in un quadro programmatico internazionale e nazionale di deciso impulso all'utilizzo delle fonti rinnovabili. Sotto questo profilo lo scenario di riferimento ha subito, nell'ultimo decennio, importanti mutamenti; ciò nella misura in cui l'Unione Europea ha posto in capo all'Italia obiettivi di ricorso alle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) progressivamente più ambiziosi ed è, nel contempo, cresciuta sensibilmente la consapevolezza collettiva circa l'opportunità di perseguire, sotto il profilo della gestione delle politiche energetiche, una più incisiva inversione di rotta al fine di ridurre l'emissione di gas climalteranti. Tale evoluzione del pensiero comune rispetto alle tecnologie proposte, favorita anche dalla crescente diffusione degli impianti eolici nel paesaggio italiano, rappresenta certamente un aspetto significativo del progresso culturale in atto e riveste un ruolo determinante nella prospettiva di integrazione paesaggistica di queste installazioni.

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

Per quanto riguarda la “Alternativa Zero”, come detto, la stessa è stata analizzata e scartata nell'ambito dello SIA, non essendo stati riconosciuti impatti significativi irreversibili o non mitigabili rispetto alla soluzione progettuale proposta. Taluni fattori di impatto potenziali, infatti, risultano efficacemente contenuti dagli accorgimenti progettuali previsti (si pensi al minimo consumo di suolo in fase di esercizio o, ove ciò si renda indispensabile - circostanza questa ritenuta improbabile alla luce delle analisi e valutazioni condotte - alla possibilità di contenere l'impatto acustico attraverso sistemi automatici di regolazione della potenza sonora sviluppata dalle turbine). Rispetto alla componente “Paesaggio”, quantunque l'effetto visivo associato all'installazione degli aerogeneratori non possa essere evitato, il progetto ha comunque ricercato le soluzioni dimensionali e geometriche per conseguire una ragionevole attenuazione del fenomeno visivo.

Atteso che gli effetti paesaggistici (essenzialmente di natura percettiva) sono transitori e completamente reversibili, essendo legati alla vita utile dell'impianto eolico, è palese che ogni valutazione di merito circa l'accettabilità di tali effetti debba necessariamente scaturire da un bilanciamento delle positive e significative ripercussioni ambientali attese nell'azione di contrasto ai cambiamenti climatici, auspicata e rimarcata dai più recenti protocolli internazionali e dal recente PNRR, nonché nel contributo al raggiungimento dell'autosufficienza energetica della nazione.

A tale riguardo va segnalato come anche importanti associazioni ambientaliste stiano considerando i parchi eolici come moderni elementi attrattivi verso la fruizione di luoghi esterni ai circuiti turistici più frequentati, poco conosciuti e che rappresentano oggi uno dei laboratori più interessanti per la transizione energetica: *“È il fascino di queste grandi e moderne macchine per produrre energia dal vento inserite tra montagne e boschi, dolci colline coltivate a grano, ma anche punti di osservazioni verso meravigliose visuali che spaziano dal mare alle montagne”* (Legambiente, “Parchi del vento” la prima guida turistica dedicata ai parchi eolici italiani). Tale può essere il caso del territorio in esame, già interessato da progetti di impianti a fonte rinnovabile e potenzialmente, anche attraverso la realizzazione della presente proposta

progettuale, identificabile come un interessante polo di produzione da FER in equilibrio con i sistemi agricoli.

D'altro canto, inoltre, come evidenziato nell'Analisi costi-benefici (Elaborato WGG_RA14), l'intervento delinea significative ricadute socio-economiche, anche di portata "ambientale", di seguito sinteticamente elencate, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- Realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sulla viabilità e segnaletica miranti al contenimento dell'inquinamento acustico e ambientale, anche attraverso la realizzazione di opere che determinano una maggiore fluidità del traffico o riducano l'inquinamento (es. rifacimento/manutenzione stradale anche con asfalto fonoassorbente);
- creazione di nuovi percorsi di fruizione turistica e valorizzazione di siti panoramici;
- interventi di regimazione idraulica o riduzione del rischio idraulico;
- interventi di stabilizzazione/consolidamento di versanti;
- sostegno alla lotta agli incendi boschivi in coordinamento con il Corpo Forestale e la Protezione Civile;
- contributo azioni e interventi di protezione civile a seguito di calamità naturali;
- realizzazione di interventi sulla rete idrica fognaria;
- realizzazione / sistemazione di piste ciclabili e percorsi pedonali;
- acquisto automezzi, mezzi meccanici ed attrezzature per la gestione del patrimonio comunale (territorio, viabilità, impianti);

Interventi di efficientamento energetico:

- contributo all'installazione di impianti fotovoltaici su immobili comunali;
- installazione di sistemi di illuminazione a basso consumo e/o a basso inquinamento luminoso;
- acquisto di mezzi di trasporto pubblici basso emissivi;
- interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici comunali;
- contributo alla creazione di comunità energetiche.

In questa prospettiva, nel segnalare i perduranti segni di crisi dell'economia, particolarmente avvertita nei piccoli centri dell'interno della Sardegna non si può disconoscere come la stessa costruzione del parco eolico, attraverso le numerose opportunità che la stessa sottende (cfr. Quadro di riferimento ambientale dell'Elaborato WGG_RA1), possa contribuire all'individuazione di modelli di sviluppo territoriale e socio-economico complementari e sinergici, incentrati sulla gestione integrata e valorizzazione delle risorse naturali e storico-culturali e sul razionale uso dell'energia, come auspicato dal D.M. 10/09/2010.

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

7 SINTESI DEI PARAMETRI DI LETTURA DELLE CARATTERISTICHE PAESAGGISTICHE

Rimandando al Quadro di riferimento ambientale dello SIA (WGG_RA1) ed alle allegate relazioni specialistiche per una più esaustiva trattazione ed analisi dello stato *ante operam* delle componenti ambientali con le quali si relaziona l'intervento proposto, si riportano nel seguito alcuni elementi di conoscenza, ritenuti maggiormente significativi ai fini di una descrizione introduttiva generale del quadro paesaggistico di sfondo.

7.1 DIVERSITÀ: RICONOSCIMENTO DI CARATTERI/ELEMENTI PECULIARI E DISTINTIVI, NATURALI E ANTROPICI, STORICI, CULTURALI, SIMBOLICI

Gli interventi oggetto del presente studio sono situati in un ambito debolmente collinare che si estende tra i territori comunali di Escolca, Villanovafranca, Las Plassas, Barumini e Gergei.

Tale area è circondata da 6 centri urbani, disposti in forma quasi circolare attorno all'area di impianto, che si sviluppano da sud-ovest a sud-est. In particolare, a sud-ovest è presente il centro urbano di Villanovafranca, ad ovest quello di Las Plassas, a nord-ovest quello di Barumini, a nord-est quelli di Gergei e Escolca e, infine, a sud-est quello di Mandas.

Dal punto di vista morfologico l'area d'impianto è definita da un territorio debolmente collinare, privo di nette variazioni morfologiche, posto a est della vasta piana campidanese e racchiuso tra i rilievi vulcanici di Furtei, di Sardara e del *Monte Arci* a ovest, i rilievi paleozoici ad est e gli altopiani basaltici delle giare a nord. Si caratterizza per la morfologia ondulata con quota media di 250 m s.l.m. che decresce gradualmente da est verso ovest. Le forme nei sedimenti miocenici sono condizionate in gran parte dalla giacitura quasi sempre sub-orizzontale della stratificazione.

I rilievi più elevati fanno registrare quote di circa 350 m s.l.m. come nel caso di *Monte Atzili* e *Ruina Puliga*.

In relazione ai sistemi tipologici di caratterizzazione locale e sovralocale caratteristici della *Marmilla* si riconoscono i segni della storica organizzazione fondiaria, alla base di un sistema economico autosufficiente; qui il territorio è diviso in fasce concentriche, a diverso e complementare uso, dove attorno al nucleo abitato si estendono i seminativi e i pascoli appartenenti a tutta la comunità (*viddazzone* e *paberile*), che separano le abitazioni dai terreni incolti e boschivi (*is fundus de is biddas*) e dove le comunità insediate sono dedite all'agricoltura e alla pastorizia con specializzazioni nella coltivazione dei cereali (grano, fave, orzo, legumi, ma anche cotone e lino).

La maggioranza dei centri urbani della *Marmilla* si sviluppa su un terreno collinare e pianeggiante a forte vocazione agricola che ha favorito la diffusione della tipologia abitativa della casa a corte.

Tale struttura edilizia è strettamente legata al territorio in cui si trova e riflette le esigenze di una società dedita all'agricoltura e alla pastorizia che vive all'aperto: nelle case a corte era, infatti, possibile avere gli spazi necessari per lo stoccaggio e la trasformazione, in particolare, dei cereali prodotti, ma anche per gli animali domestici e da lavoro.

Un ulteriore aspetto da ricondurre alla struttura del territorio è legato ai materiali utilizzati per la costruzione delle abitazioni dei muri che circondavano le corti. Certamente, sino al XVIII secolo, l'attività auto-costruttiva del patrimonio rurale abitativo della *Marmilla* deriva dalla raccolta dei trovanti lapidei in aree prospicienti gli agglomerati urbani e non è documentata alcuna attività estrattiva.

La differente litologia dei suoli favorisce l'utilizzo dei diversi materiali da costruzione e amplifica il concetto di sostenibilità del costruito e il suo legame indissolubile con il territorio.

L'arenaria e le marne sono il materiale principale riscontrabile nella *Marmilla*, ma anche in *Trexenta* e nel *Sarcidano*. Anche l'utilizzo della terra cruda come materiale da costruzione è accertato in *Marmilla* (in particolare nella parte bassa), sin dall'Età del Ferro, assumendo via via carattere predominante anche nella *Trexenta* dove, probabilmente, la circolazione di tecniche e maestranze provenienti dal Campidano era facilitata e quindi più sensibile la loro influenza sui modi di costruire locali.

Il tessuto urbano dei centri del *Sarcidano*, così come molti centri della *Marmilla*, della *Trexenta*, del *Gerrei*, del *Sarcidano* e, in parte del *Barigadu*, coincide con quella che Le Lannou, circa sessant'anni addietro, definiva "[...] *la casa a cortile chiuso nella pianura e negli altipiani coltivati* [...]", e determina una densità edilizia particolarmente bassa che gran parte dei centri conservano tuttora ("*I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, volume IV. Architetture delle colline e degli altipiani centro meridionali: Marmilla, Trexenta, Sarcidano, Siurgus, Gerrei, Marghine, Planargia, Barigadu, Montiferru, Guilcer*" - Regione Autonoma della Sardegna, Università degli Studi di Cagliari - Dip. Architettura, Università degli Studi di Sassari - Dip. Architettura e Pianificazione, DEI Tipografia del Genio Civile (2009)).

Anche in questo territorio la forte vocazione agricola ha inciso fortemente nella definizione della tipologia abitativa della casa a corte.

La casa del *Sarcidano* è quasi esclusivamente realizzata con murature lapidee e l'impiego della terra cruda, che in ogni caso risulta in questo territorio poco usuale, è limitato alla costruzione di murature di spina e, soprattutto, di divisori interni. Un dato che interessa quasi indistintamente tutti i tipi edilizi del *Sarcidano* riguarda la prassi, consolidata durante tutto il '900, di aumentare il volume del corpo di fabbrica residenziale incrementandone l'altezza complessiva di circa un metro, allo scopo di trasformare il sottotetto destinato a deposito delle derrate in un piano più agevolmente abitabile. Singolarmente, anche in un ambito territoriale in cui la dominante costruttiva è rappresentata dalla pietra, il materiale impiegato per questa sopraelevazione contenuta è generalmente l'adobe (mattone in argilla, sabbia e paglia essiccata), anche se non è raro l'uso di trovanti o blocchi lapidei.

Un'altra caratteristica tipica dei centri formati dalla tipologia edilizia delle case a corte è la bassa densità insediativa. Questa caratteristica, insieme all'ampia disponibilità di spazi, ha consentito costantemente alle famiglie di modificare le proprie case in ragione del mutare delle esigenze, sia attraverso processi di accrescimento per addizione e giustapposizione di nuovi vani, sia mediante frazionamento successorio. In quest'ultimo caso, a prescindere dalle declinazioni locali assunte dal tipo, dall'abitazione principale se ne possono ottenere altre, ovviamente più piccole, ma in tutto rispondenti alle regole del tipo stesso.

Un altro aspetto da ricondurre alla struttura del territorio è legato ai materiali utilizzati per la costruzione delle abitazioni. La differente litologia dei suoli favorisce l'utilizzo dei diversi materiali da costruzione e amplifica il concetto di sostenibilità del costruito e il suo legame indissolubile con il territorio.

Come detto in precedenza l'arenaria e le marne sono il materiale principale riscontrabile nel *Sarcidano*, così come in *Marmilla*. Raramente il contadino-pastore faceva uso di materiali lapidei non direttamente reperibili in sito in quanto il fattore predominante che guidava la scelta della pietra da costruzione era, allora più di oggi, non tanto di ordine statico-costruttivo quanto legato all'economia di risorse da investire.

I suddetti sistemi tipologici risultano ubicati su settori ampiamente esterni rispetto alle aree di intervento.

7.2 INTEGRITÀ: PERMANENZA DEI CARATTERI DISTINTIVI DI SISTEMI NATURALI E DI SISTEMI ANTROPICI STORICI (RELAZIONI FUNZIONALI, VISIVE, SPAZIALI, SIMBOLICHE, ECC. TRA GLI ELEMENTI COSTITUTIVI)

Il territorio in esame è posto all'interno delle regioni storiche della *Marmilla* e del *Sarcidano*, tra la *Pianura del Campidano* e le propaggini orientali del più importante complesso montuoso della Sardegna, il *Gennargentu*.

Il sistema delle relazioni che definiscono l'assetto dei luoghi e imprimono una specifica impronta paesaggistica all'area vasta può riferirsi:

- al sistema agricolo della Piana del Campidano che attraversa la porzione occidentale della Sardegna centro-meridionale, dal Campidano di Cagliari si estende sino al Campidano di Oristano, considerata un punto di riferimento per la produzione di beni alimentari (vino, olio, cereali, altri prodotti agricoli, etc.);
- alle peculiarità geomorfologiche dei profili a mesa dei numerosi altipiani basaltici tipici del Sarcidano e della Marmilla (la Giara di Gesturi costituisce l'elemento paesaggistico dominante per le sue dimensioni, ma sono presenti anche degli altopiani più piccoli come: Pranu Siddi, Pranu Mannu, Pranu Muru e la Giara di Serri);
- al complesso montuoso centrale del Gennargentu, esteso a nord-est dell'area di impianto, caratterizzato da un notevole pregio naturalistico, in gran parte incontaminato e selvaggio, con profonde gole e canyon e interessato da un'importante attrattività turistica di carattere escursionistico;
- al sistema ecologico del Flumendosa che scorre ad est dell'impianto, attraversa la porzione centro-occidentale del Sarcidano e rappresenta il fiume più importante della Sardegna meridionale;
- al sistema ecologico del Fulmini Mannu, che scorre immediatamente ad ovest dell'area di impianto prima di continuare il suo percorso lungo la Piana del Campidano per poi sfociare nel Golfo di Cagliari;
- alla marcata impronta ambientale del sistema di rilievi del Gerrei e del Sarrabus, a sud-est, e la sua importante attrattività turistica in ambito escursionistico;
- al complesso del Monte Arci, un massiccio isolato che si erge al margine orientale della Piana del Campidano, ad ovest dell'area di impianto, e al parco omonimo;
- al sistema dei monti Linas e Marganai, situati a sud-ovest dell'area di impianto al margine sud-occidentale della Piana del Campidano, un massiccio in gran parte di formazione granitica dove sono presenti numerosi giacimenti minerari;
- alla potenzialità turistica e alle valenze storico-archeologiche della regione storica della Marmilla, contraddistinta da testimonianze di preminente interesse, quali i complessi nuragici di Barumini e Su Mulinu;
- alla caratteristica vocazione cerealicola della Trexenta, il cui territorio si estende a sud dell'area di impianto;
- all'importanza strategica della direttrice infrastrutturale della Strada Statale 197 di S. Gavino e del Flumini di collegamento tra i territori del Campidano, della Marmilla e del Sarcidano, che corre ad ovest dell'area di impianto, e la Strada Statale 128 Centrale Sarda di collegamento tra le zone interne della Sardegna.

Su scala ristretta dell'ambito di intervento il sistema delle relazioni territoriali può riferirsi al rapporto simbiotico delle popolazioni dell'interno con la terra, testimoniato dalla prosecuzione delle tradizionali pratiche agro-zootecniche.

7.3 QUALITÀ VISIVA: PRESENZA DI PARTICOLARI QUALITÀ SCENICHE, PANORAMICHE

Il Sarcidano e la Marmilla sono due regioni a prevalenza collinare, contraddistinte dalla presenza di numerosi altopiani che si alternano a valli fluviali che danno luogo ad un paesaggio del tutto peculiare. Essendo dominanti rilievi di carattere collinare o di altopiano, non sono presenti delle vette che permettono di osservare un panorama di grande ampiezza. Sono comunque individuabili dei tratti di viabilità che appartengono alla categoria delle strade “panoramiche” e attraversano questo territorio.

Si segnala il percorso ciclabile denominato “Isili-Sanluri” che collega i centri urbani di Isili e Sanluri (il *Sarcidano* e il *Campidano Centrale* attraverso la *Marmilla*) ricalcando in gran parte il sedime della ferrovia dismessa Isili – Villacidro. L’itinerario ha origine nella Stazione Ferroviaria di Isili e si sviluppa in direzione ovest verso Nuragus, dopo aver superato il lago di *Is Barroccus*, in cui è già presente una pista ciclabile lunga circa 5 km, realizzata dalla Provincia di Cagliari nell’ambito del progetto europeo MACIMED (Mobilità Alternativa Cicloturistica nelle Isole del MEDiterraneo), inaugurato nel 2006. Il percorso continua verso sud, passando accanto all’abitato di Gesturi per poi proseguire, ad ovest dell’area di impianto, attraversando il territorio di Barumini, in prossimità del sito UNESCO di *Su Nuraxi* e il centro urbano di Las Plassas. Prosegue poi attraversando Villamar e Sanluri sino alla Stazione Ferroviaria di Sanluri, ora in disuso, dalla quale è possibile raggiungere successivamente la Stazione Ferroviaria di San Gavino Monreale, nodo di scambio intermodale.

Da Villamar si dirama un secondo percorso ciclabile, che si sviluppa in direzione nord, denominato “Samugheo – Ales – Villamar” e da Barumini un terzo percorso ciclabile che si snoda nel territorio in direzione ovest denominato “Terralba – Uras – Barumini”.



Figura 7.1 - Percorso “BI16 Ciclovie della Sardegna” (Fonte: Sardegna Ciclabile). L’ellisse rossa indica la localizzazione dell’impianto in progetto

Si segnala, inoltre, la presenza di un percorso inserito all'interno dell'Itinerario Bicaltalia in Sardegna, ovvero il BI16 Ciclovie della Sardegna. In particolare, il territorio della *Marmilla* viene intercettato attraverso il sito UNESCO del nuraghe "Su Nuraxi" di Barumini a cui fanno da contorno i paesaggi del *Monte Arci*, della *Giara di Siddi* e della *Giara di Gesturi*. Da qui la tratta ripercorre la ferrovia dismessa, raggiunge il *Campidano di Sanluri* e si ricollega alla città di Cagliari, dopo aver attraversato i centri di San Sperate e Elmas, sede dell'aeroporto.

Tale percorso è inserito, oltre che all'interno della rete di Bicaltalia, anche di quella di EuroVelo e del Sistema Nazionale Ciclovie Turistiche (SNCT) alla quale è riconosciuta la valenza di infrastrutture nella pianificazione nazionale del Ministero nell'ambito delle politiche di mobilità sostenibile e interconnessa.

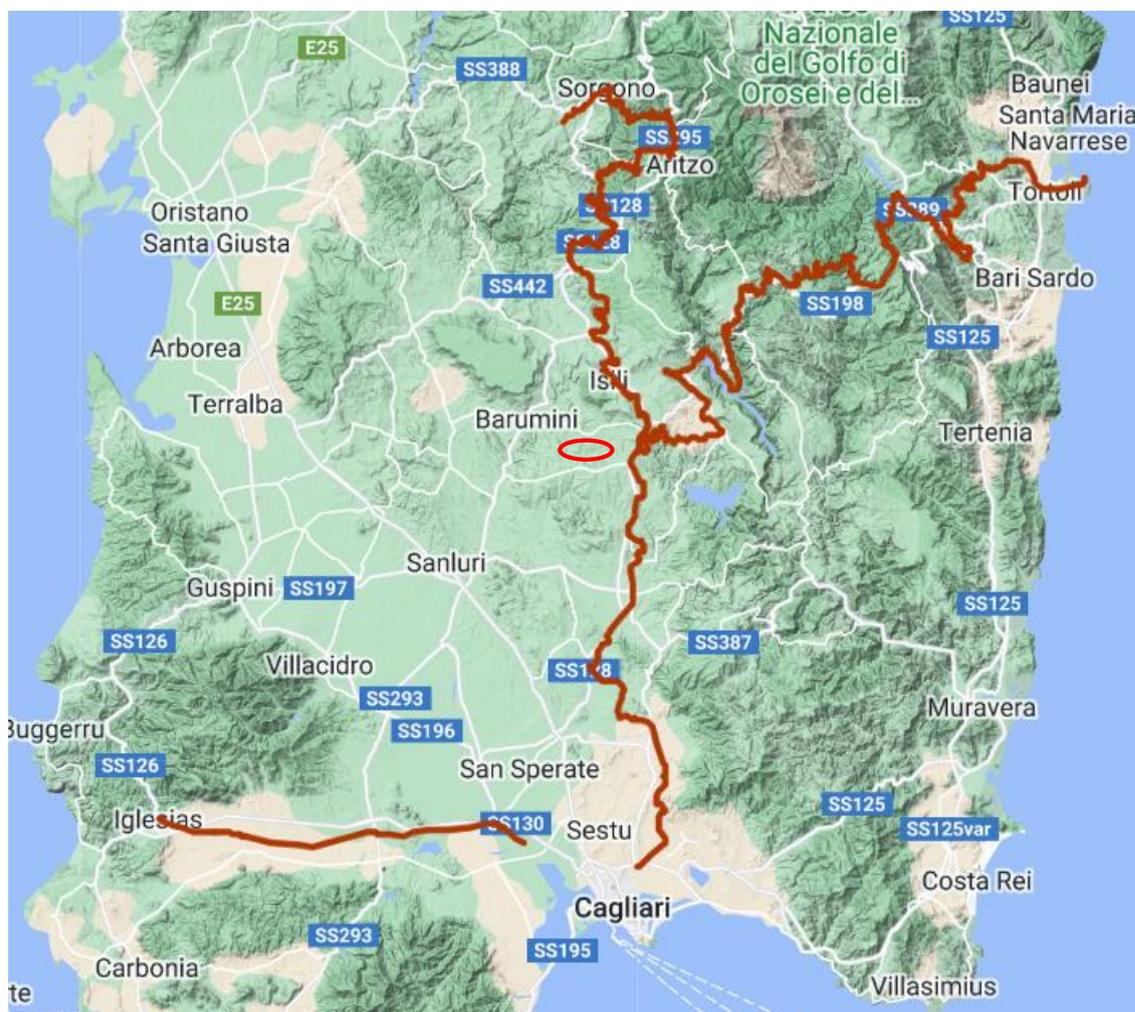


Figura 7.2 - Percorsi bici-treno "F1 Isili-Arbatax", "F2 Cagliari-Isili" e "F6 Isili-Sorgono" (Fonte: Sardegna Ciclabile). L'ellisse rossa indica la localizzazione dell'impianto in progetto

Infine, si segnala la presenza di tre percorsi bici-treno denominati, all'interno della piattaforma Sardegna Ciclabile, "F1 Isili-Arbatax", "F2 Cagliari-Isili" e "F6 Isili-Sorgono" che attraversano diversi territori ad est dell'area di impianto.

Il primo trova origine presso la stazione ferroviaria di Isili, da cui si dirige verso Mandas percorrendo un tratto della ferrovia Cagliari - Isili. Da Mandas l'itinerario prosegue sulla linea ferroviaria Mandas - Arbatax, attraverso il servizio turistico del Trenino Verde.

Il secondo ha origine nella stazione ferroviaria di San Gottardo a Monserrato, sede del Museo delle Ferrovie della Sardegna. Attraversa i territori del *Campidano di Cagliari*, del *Parteolla* e

della *Trexenta* transitando per i centri di Settimo San Pietro, Soleminis, Dolianova, Donori, Barrali, Senorbi, Suelli, Mandas e Serri fino a raggiungere Isili, nel *Sarcidano*, da cui diparte la linea ferroviaria turistica del Trenino Verde verso Sorgono.

Il terzo trova origine presso la stazione ferroviaria di Isili e, attraverso il paesaggio collinare del *Sarcidano*, l'itinerario si dirige verso nord sul tracciato ferroviario oggi interessato solo dai servizi turistici del Trenino Verde. La linea prosegue nella vallata del *Rio Mannu* e costeggia il lago artificiale di *Is Barroccus*, nei pressi della stazione di *Sarcidano* un tempo condivisa con la ferrovia per Ales e Villacidro, oggi dismessa e interessata dall'itinerario ciclabile *Isili - Sanluri*. L'itinerario raggiunge poi la stazione di Nurallao e prosegue con un percorso a mezza costa che domina sulla vallata, offrendo scorci panoramici sui quali fa da sfondo il profilo piatto della *Giara di Gesturi*. L'itinerario raggiunge la stazione di Laconi, costeggia l'area dell'imponente nuraghe *Nolza* a Belvì e raggiunge la stazione di Meana Sardo e, proseguendo verso nord, arriva alla conca di Sorgono, capoluogo storico del *Mandrolisai* e centro geografico della Sardegna dove la linea ferroviaria trova conclusione.

8 GLI EFFETTI AMBIENTALI DEL PROGETTO

8.1 EFFETTI SULLA POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

Le significative ricadute economiche del progetto, più sotto sinteticamente richiamate, sono state sommariamente quantificate, sulla base dei dati tecnico-progettuali e finanziari attualmente disponibili, all'interno dell'allegata Analisi costi-benefici (Elaborato WGG_RA14).

A livello sovralocale e globale, il proposto progetto di realizzazione del parco eolico nei Comuni di Barumini, Escolca, Gersei, Las Plassas e Villanovafranca (Regione Sardegna – Provincia del Sud Sardegna), denominato "Luminu", al pari delle altre centrali da Fonte Energetica Rinnovabile, configura benefici economici, misurabili in termini di "costi esterni" evitati a fronte della mancata produzione equivalente di energia da fonti convenzionali.

Sotto questo profilo è considerazione comune che, sebbene l'energia da fonte eolica e le altre energie rinnovabili presentino degli indubbi benefici ambientali al confronto con le altre fonti tradizionali di produzione di energia elettrica, proprio tali innegabili benefici non si riflettano pienamente nel prezzo di mercato dell'energia elettrica. In definitiva il prezzo dell'energia sembra non tenere conto in modo appropriato dei costi sociali conseguenti alle diverse tecnologie di produzione energetica.

Le esternalità negative principali della produzione energetica si riferiscono, a livello globale, all'emissione di sostanze inquinanti, o climalteranti, in atmosfera, ai conseguenti effetti del decadimento della qualità dell'aria sulla salute pubblica, alle conseguenze dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, alla riduzione delle terre emerse per effetto dell'innalzamento dei mari, agli effetti delle piogge acide sul patrimonio storico-artistico e immobiliare.

Sebbene i mercati non tengano in considerazione i costi delle esternalità, risulta comunque estremamente significativo identificare gli effetti esterni dei differenti sistemi di produzione di energia elettrica e procedere alla loro monetizzazione; ciò, a maggior ragione, se si considera che gli stessi sono dello stesso ordine di grandezza dei costi interni di produzione e variano sensibilmente in funzione della fonte energetica considerata, così come avviene tra la produzione di energia elettrica da fonti convenzionali e da fonte eolica.

Le esternalità negative della produzione energetica con tecnologia dell'eolico sono state desunte dal citato studio pubblicato nel 2020 e quantificate in 0.50 c€/kWh.

Producibilità dell'impianto (kWh/anno)	Costi esterni indotti (€/anno)	Costi esterni evitati (€/anno)
293.800.000	1.469.000,00	5.876.000,00

L'attuale disciplina autorizzativa degli impianti alimentati da fonti rinnovabili stabilisce che per l'attività di produzione di energia elettrica da FER non è dovuto alcun corrispettivo monetario in favore dei Comuni. L'autorizzazione unica può prevedere l'individuazione di misure compensative, a carattere non meramente patrimoniale, a favore degli stessi Comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientale correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi, nel rispetto dei criteri di cui all'Allegato 2 del D.M. 10/09/2010.

Con le modalità e nei limiti individuati dalle norme sopra citate, la società proponente è disponibile a sostenere interventi orientati alle finalità di compensazione ambientale e territoriale eventualmente individuati dai comuni e preventivamente approvati dalla Società medesima.

A tal fine il Proponente promuoverà un dialogo con le Amministrazioni, gli enti e le associazioni locali interessate dalle opere di progetto, con lo scopo primario di identificare misure per favorire l'inserimento del progetto stesso nel territorio, creando le basi per importanti sinergie con le comunità locali. In considerazione della vocazione del territorio, particolare attenzione verrà posta nell'individuazione di misure compensative connesse al mondo agricolo.

In definitiva, pertanto, l'iniziativa sottende significativi impatti positivi a livello globale sulla componente, ben rappresentati dai costi esterni negativi evitati associati alla produzione energetica da fonti convenzionali.

Apprezzabili risultano, inoltre, gli effetti economici positivi alla scala locale, in ragione delle previste misure compensative territoriali contemplate dal D.M. 10/09/2010, nonché sui livelli occupazionali e sulle stesse imprese agricole, questi ultimi esprimibili, in particolare, in termini di adeguati indennizzi ai proprietari delle aree. Durante il processo costruttivo, inoltre, si prevedono positive ricadute economiche sul contesto di intervento, riferibili al coinvolgimento di imprese e manodopera locali qualificate nell'esecuzione dei lavori e all'indotto sulle attività ricettive e di ristorazione della zona determinato dalla presenza del personale di cantiere.

Sono di segno negativo, in ogni caso lievi e reversibili nel breve termine, i potenziali impatti sulla viabilità associati al traffico indotto dal progetto in relazione alle limitazioni e disagi al normale transito veicolare determinati dalle operazioni di trasporto eccezionale della componentistica degli aerogeneratori. Le possibili disfunzioni provocate dal passaggio dei trasporti eccezionali possono, peraltro, essere convenientemente attenuate prevedendo adeguate campagne informative destinate agli automobilisti che ordinariamente transitano nella zona (p.e. attraverso l'affissione di manifesti presso gli stabilimenti industriali, i luoghi e locali di ristoro, i circoli comunali, ecc.) e, qualora ritenuto indispensabile per ragioni di sicurezza, regolando il transito dei mezzi sulla viabilità ordinaria nelle ore notturne, limitando in tal modo i conflitti con le altre componenti di traffico.

Si ritiene comunque che gli effetti derivanti dal movimento di automezzi di cantiere sulle ordinarie condizioni di traffico possano ritenersi accettabili in ragione delle seguenti considerazioni:

- la distanza del Porto Industriale di Oristano, presso cui è previsto lo sbarco dei componenti, dal sito di intervento appare ampiamente contenuta in relazione al rango ed alla capacità di servizio delle strade da attraversare; ciò assicura tempi di transito e, conseguentemente, disturbi associati ragionevolmente ammissibili;
- la viabilità prescelta è apparsa di caratteristiche idonee a sostenere il movimento dei mezzi speciali di trasporto; in tal senso non si prevede la necessità di procedere a invasivi interventi di adeguamento lungo la viabilità di servizio all'impianto;
- nell'ipotesi di sbarco della componentistica presso il Porto Industriale di Oristano, non sussiste alcuna interferenza dei percorsi con i centri abitati.

8.2 EFFETTI SULLA BIODIVERSITÀ

8.2.1 Vegetazione e flora

All'interno dello SIA sono stati individuati e descritti i principali effetti delle opere in progetto sulla componente floristica e le comunità vegetali. In particolare, si sono analizzati i potenziali effetti che scaturiranno dall'occupazione e denaturalizzazione di superfici per la costruzione della viabilità di accesso alle postazioni eoliche ed alle piazzole per il montaggio degli aerogeneratori. Infatti, la realizzazione dei cavidotti interrati sarà prevista prevalentemente in aderenza a tracciati viari esistenti o in progetto.

Poiché il predetto fattore di impatto si manifesta unicamente durante il periodo costruttivo, inoltre, l'analisi sulla componente floristico-vegetazionale ha preso in esame la Fase di cantiere.

Valutate le ordinarie condizioni operative degli impianti eolici, infatti, la fase di esercizio non configura fattori di impatto negativi in grado di incidere in modo apprezzabile sull'integrità della vegetazione e delle specie vegetali sulla scala ristretta dell'ambito di intervento.

Di contro, l'esercizio dell'impianto e l'associata produzione energetica da fonte rinnovabile sono sinergici rispetto alle azioni strategiche da tempo intraprese a livello internazionale per contrastare il fenomeno dei cambiamenti climatici ed i conseguenti effetti catastrofici sulla biodiversità del pianeta a livello globale.

Le indagini floristiche eseguite hanno condotto a prospettare impatti di entità e rilevanza variabile carico di coperture vegetazionali erbacee artificiali, semi-naturali e naturali, ed arbustive/arboree della macchia.

In particolare, tali effetti sono da ricondurre principalmente alla rimozione, riduzione e/o frammentazione di coperture vegetazionali:

- Per la realizzazione delle opere in progetto si prevede il coinvolgimento di superfici in prevalenza prive di vegetazione naturale, rappresentate da seminativi infestati da vegetazione spontanea erbacea annuale ed in minor misura biennale e geofitica, nitrofila/sub-nitrofila della classe vegetazionale *Stellarietea mediae*. Si tratta di formazioni di alcun interesse conservazionistico. Marginalmente si prevede il coinvolgimento di vegetazione erbacea semi-naturale, da nitrofila a sub-nitrofila, degli incolti pascolati e dei margini degli appezzamenti, di scarso interesse conservazionistico e il consumo di ristretti nuclei di vegetazione igrofila.
- L'impatto a carico di vegetazione arbustiva e arborea si riferisce al coinvolgimento di singoli individui di entità nano-fanerofitiche (es. *Artemisia arborescens*, *Thymelea hirsuta*) e fanerofitiche (*Anagyris foetida*, *Crataegus monogyna*, *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Prunus spinosa*, *Pyrus spinosa*) localizzate in contesto inter-poderale e lungo i margini della viabilità.
- L'impatto a carico di coperture arboree artificiali si riferisce al consumo di una porzione di impianto della mirtacea alloctona *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., in corrispondenza dell'area occupata dall'aerogeneratore WTG11. Si prevede inoltre il coinvolgimento di singoli individui arborei di *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb., alloctona archeofita introdotta nel sito con finalità colturali, localizzati con distribuzione puntiforme lungo tratti di viabilità già esistente e da adeguare.

La perdita delle suddette coperture vegetali risulta in gran parte un effetto temporaneo connesso alla realizzazione ed utilizzo delle piazzole di cantiere in fase di corso d'opera: trattasi pertanto di un consumo provvisorio di superfici che saranno in buona parte recuperate alla naturalità al termine dei lavori.

Tali incidenze non assumono gradi di criticità particolarmente significativi, ma sono state oggetto di opportune considerazioni nell'ambito del progetto, al fine di individuare e prevedere appropriate azioni di mitigazione ed interventi di compensazione.

8.2.2 Fauna

Tra gli impatti a carico degli uccelli e dei chiropteri, vengono ritenuti prevalenti in letteratura la perdita di habitat naturale o seminaturale di importanza faunistica, i disturbi generati dalle emissioni di rumori provenienti dalle apparecchiature in esercizio e la mortalità diretta a causa di collisione con i rotori in movimento.

Circa il 15.4% delle specie di uccelli riscontrate nell'area rientrano nella classe a elevata sensibilità in quanto sono considerate potenzialmente sensibili ad impatto da collisione a seguito di riscontri oggettivi effettuati sul campo e riportati in bibliografia, per altre specie, corrispondenti al 25.6%, la classe di appartenenza è quella a media sensibilità, infine il 43.6% rientra nella classe a bassa sensibilità in quanto non sono stati ancora riscontrati casi di abbattimento o i valori non sono significativi.

A sei specie è stato assegnato un colore che non è riportato nelle classi di sensibilità in quanto condizionato dalla mancanza del valore riguardante la dinamica della popolazione locale (specie migratrici non nidificanti in Sardegna o non è stata assegnata una categoria conservazionistica

per mancanza di dati); tuttavia, per modalità e quote di volo durante i periodi di svernamento, si ritiene che le collisioni siano contenute e tali da non raggiungere livelli di criticità anche in relazione a quanto di seguito argomentato. Si sottolinea inoltre che tra le sei specie rientranti nella classe a sensibilità elevata, due di queste, la *calandra* e il *saltimpalo*, rientrano nella classe di cui sopra in quanto il punteggio è condizionato dai valori della dinamica delle popolazioni e dallo stato di conservazione più che da modalità comportamentali e/o volo che potrebbero esporle a rischio di collisione con gli aerogeneratori; abitualmente infatti, le specie di cui sopra, frequentano raramente gli spazi aerei compresi tra i 40 ed i 200 metri dal suolo.

In relazione a quanto sinora esposto, è evidente che non è possibile escludere totalmente il rischio da collisione per una determinata specie in quanto la mortalità e la frequenza della stessa, sono valori che dipendono anche dall'ubicazione geografica del parco e dalle caratteristiche geometriche di quest'ultimo (numero di aerogeneratori e disposizione).

In sostanza il potenziale impatto da collisione determinato da un parco eolico è causato non solo dalla presenza di specie con caratteristiche ed abitudini di volo e capacità visive che li espongono all'urto con le pale, ma anche dall'estensione del parco stesso. In base a quest'ultimo aspetto, peraltro, il parco eolico oggetto del presente studio, può considerarsi un'opera a medio potenziale impatto da collisione sull'avifauna in rapporto ai criteri adottati dal Ministero dell'Ambiente Spagnolo e riportati nella Tabella 8.2; di fatto l'opera proposta in termini di numero di aerogeneratori rientra nella categoria di impianti di medio-piccole dimensioni, tuttavia le caratteristiche di potenza per aerogeneratore, pari a 6.6 MW, comportano una potenza complessiva pari a 112.2 MW grazie all'impiego di wtg di maggiori dimensioni; queste ultime determinano una maggiore intercettazione dello spazio aereo ma al contempo va sottolineato che le velocità di rotazione sono decisamente inferiori rispetto agli aerogeneratori impiegati in passato.

Tabella 8.1 - Sensibilità al rischio di collisione per le specie avifaunistiche individuate nell'area in esame

Specie	Morfologia	Comportamento	Dinamica delle popolazioni	Stato di conservazione	Punteggio di sensibilità
1 Falco di palude	3	3	1	6	13
2 Saltimpalo	1	1	4	6	12
3 Rondine comune	1	3	4	2	10
4 Calandra	1	1	4	4	10
5 Rondone comune	2	4	3	0	9
6 Balestruccio	2	3	2	2	9
7 Poiana	3	3	2	0	8
8 Gheppio	2	3	2	0	7
9 Tortora selvatica	2	1	4	0	7
10 Corvo imperiale	2	3	2	0	7
11 Gruccione	1	2	4	0	7
12 Gabbiano reale	3	3	1	0	7
13 Cornacchia grigia	2	3	1	0	6
14 Verdone	1	1	2	2	6
15 Storno nero	1	3	2	0	6
16 Germano reale	2	3	1	0	6
17 Passera sarda	1	1	2	0	4
18 Cardellino	1	1	2	0	4
19 Civetta	1	1	2	0	4
20 Pettiroso	1	1	2	0	4
21 Occhiocotto	1	1	2	0	4
22 Capinera	1	1	2	0	4
23 Cinciallegra	1	1	2	0	4
24 Fringuello	1	1	2	0	4
25 Tottavilla	1	1	2	0	4
26 Strillozzo	1	1	2	0	4
27 Usignolo di fiume	1	1	2	0	4
28 Tortora dal collare orient.	2	1	1	0	4
29 Pigliamosche	1	1	2	0	4
30 Barbagianni	1	1	2	0	4
31 Beccamoschino	1	1	2	0	4
32 Occhione	1	1	1	0	3
33 Merlo	1	1	1	0	3
34 Quaglia	1	1	4		
35 Pernice sarda	1	1	2		
36 Lui piccolo	1	1	non nidificante	1	
37 Codiroso spazzacamino	1	1	non nidificante	0	
38 Ballerina bianca	1	1	non nidificante	0	
39 Storno comune	1	3	non nidificante	0	

Tabella 8.2 - Tipologie di parchi eolici in relazione alla potenzialità di impatto da collisione sull'avifauna (Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos, 2012).

P [MW]	Numero di aerogeneratori				
	1-9	10-25	26-50	51-75	>75
< 10	Impatto basso	Impatto medio			
10-50	Impatto medio	Impatto medio	Impatto alto		
50-75		Impatto alto	Impatto alto	Impatto alto	
75-100		Impatto alto	Impatto molto alto	Impatto molto alto	
> 100		Impatto molto alto	Impatto molto alto	Impatto molto alto	Impatto molto alto

In merito a questi aspetti, gli ultimi studi riguardanti la previsione di tassi di mortalità annuali per singolo aerogeneratore, indicano un aumento dei tassi di collisione ad un corrispondente impiego di turbine più grandi; tuttavia, un numero maggiore di turbine di dimensioni più piccole ha determinato tassi di mortalità più elevati. Va peraltro aggiunto che il tasso di mortalità tende

invece a diminuire all’aumentare della potenza dei WTG fino a 2,5 MW (sono stati adottati valori soglia compresi tra 0.01 MW e 2,5 MW per verificare la tendenza dei tassi di mortalità, (Figura 8.1). I risultati dello stesso studio (*Bird and bat species global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment, 2017*) indicano inoltre che i gruppi di specie con il più alto tasso di collisione sono rappresentati da sette ordini tra cui quello degli accipitriformi e dei caradriformi (Figura 8.2); nel caso dell’area di studio in esame si rileva la presenza dell’ordine degli accipitriformi, che comprende anche la famiglia dei falconidae, rappresentato dalla *poiana*, dal *falco di palude* e dal *gheppio*, e dell’ordine dei caradriformi i cui rappresentati sono il *gabbiano reale* e l’*occhione* (quest’ultima specie non particolarmente sensibile all’impatto da collisione).

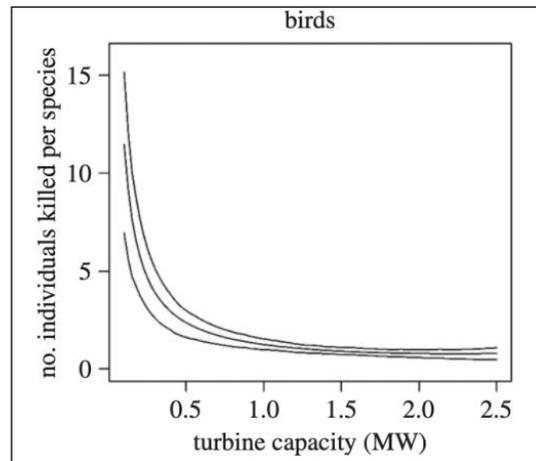


Figura 8.1 - Tasso medio di mortalità totale per specie in un ipotetico parco da 10MW.

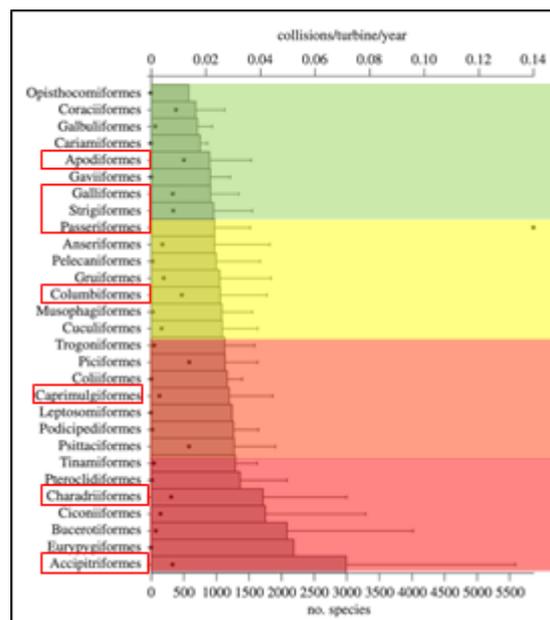


Figura 8.2 - Previsioni di collisioni medie per turbina/anno (il n. di specie per ordine è indicato dai punti neri) (nei rettangoli in rosso gli ordini delle specie dell’area in esame).

Sotto il profilo della connettività ecologico-funzionale, inoltre, non si evidenziano interruzioni o rischi di ingenerare discontinuità significative a danno della fauna selvatica (in particolare avifauna), esposta a potenziale rischio di collisione in fase di esercizio. Ciò in ragione delle seguenti considerazioni:

- Le caratteristiche ambientali dei siti in cui sono previsti gli aerogeneratori e delle superfici dell’area vasta circostante sono sostanzialmente omogenee e caratterizzate da

estese tipologie ambientali (si veda la carta uso del suolo e carta unità ecosistemiche); tale evidenza esclude pertanto che gli spostamenti in volo delle specie di avifauna e chiroterofauna si svolgano, sia in periodo migratorio che durante pendolarismi locali, lungo ristretti corridoi ecologici la cui continuità possa venire interrotta dalle opere in progetto;

- Le considerazioni di cui sopra sono sostanzialmente confermate dalle informazioni circa la valenza ecologica dell'area vasta, deducibile dagli indici della Carta della Natura della Sardegna, nell'ambito della quale non sono evidenziate connessioni ristrette ad alta valenza naturalistica intercettate dalle opere proposte.

L'individuazione di eventuali misure di mitigazione potrà essere proposta qualora emergano, a conclusione delle attività di monitoraggio ante-operam, delle criticità significative sotto il profilo dell'accertamento di specie di particolare interesse conservazionistico e ad alta sensibilità di collisione.

8.3 INTEGRAZIONI EFFETTI SU SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

Il periodo costruttivo è la fase di vista dell'opera entro la quale gli aspetti ambientali più sopra individuati si manifesteranno con maggiore incidenza. Tali fattori inducono inevitabilmente, infatti, dei potenziali squilibri sul preesistente assetto della componente in esame, quantunque gli stessi risultino estremamente localizzati, in buona parte temporanei, opportunamente mitigabili e in gran parte reversibili alla dismissione della centrale eolica.

Per quanto concerne la fase di cantiere, gli impatti maggiormente significativi sono di seguito individuati:

Potenziale perdita di risorsa suolo e introduzione di fattori di dissesto

In tale contesto, valutate le caratteristiche dei fattori di impatto più sopra esaminati e lo stato qualitativo della componente pedologica è da ritenere che gli effetti sulla componente siano di modesta entità, in gran parte mitigabili ed in ogni caso potenzialmente reversibili nel lungo termine.

Ciò in ragione delle circostanze di seguito sinteticamente richiamate:

- l'occupazione di suolo permanente associata alla realizzazione del progetto è estremamente localizzata e scarsamente rappresentativa, sia in termini assoluti che relativi, in rapporto all'estensione dell'area energeticamente produttiva;
- il precedente aspetto discende da una progettazione mirata a contenere, per quanto tecnicamente possibile:
 - la lunghezza dei nuovi percorsi di accesso alle postazioni eoliche;
 - l'occupazione di aree a seguito della realizzazione delle piazzole, la cui geometria è stata opportunamente calibrata in rapporto alle condizioni geomorfologiche e di copertura del suolo sito-specifiche;
 - le operazioni di scavo e riporto, in ragione delle caratteristiche morfologiche dei siti di installazione delle postazioni eoliche e dei percorsi della viabilità di servizio;
- il progetto, come più oltre esplicitato, incorpora mirate azioni di mitigazione orientate alla preventiva asportazione degli orizzonti di suolo ed al successivo riutilizzo integrale per finalità di ripristino ambientale;
- gli interventi di modifica morfologica e di progettazione stradale si accompagnano a specifiche azioni di regolazione dei deflussi superficiali orientate alla prevenzione dei fenomeni di dissesto;

- in tal senso, nella localizzazione degli interventi sono state privilegiate aree maggiormente stabili sotto il profilo idrogeologico ed immuni da conclamati fenomeni di dilavamento superficiale, potenzialmente amplificabili dalle opere in progetto;
- le previste operazioni di consolidamento delle scarpate in scavo e/o in rilevato, originate dalla costruzione di strade e piazzole, attraverso tecniche di stabilizzazione e rivegetazione con specie coerenti con il contesto vegetazionale locale, concorrono ad assicurare la durabilità delle opere, a prevenire i fenomeni di dissesto ed a favorire il loro inserimento sotto il profilo ecologico-funzionale e paesaggistico;
- con riferimento alle linee in cavo, infine, il loro tracciato è stato previsto ai margini della viabilità esistente o in progetto. Tale accorgimento, unitamente alla temporaneità degli scavi per la posa dei cavi, che saranno tempestivamente ripristinati avendo cura di rispettare l'originaria configurazione stratigrafica dei materiali asportati, prefigura effetti scarsamente apprezzabili sulla risorsa pedologica.

In conclusione, si può affermare che la realizzazione degli interventi progettuali previsti, opportunamente accompagnati da mirate azioni di mitigazione, determinano sulla componente pedologica un **impatto complessivamente Lieve e reversibile nel medio-lungo periodo**.

Potenziale di decadimento della qualità dei terreni

Tale aspetto, potenzialmente originabile da dispersioni accidentali di fluidi e/o residui solidi nell'ambito del processo costruttivo (p.e. come olii e carburanti dai macchinari utilizzati per i lavori), presenta una bassa probabilità di accadimento e configura, inoltre, effetti contenuti in ragione delle caratteristiche di bassa vulnerabilità dei substrati, trattandosi di formazioni rocciose impermeabili o contraddistinte da bassi valori di permeabilità. Tali circostanze lasciano dunque ipotizzare un rischio alquanto limitato di trasferimento dei potenziali inquinanti verso gli strati più profondi.

Ad ogni buon conto, nell'ambito della fase costruttiva saranno adottati appropriati accorgimenti, più oltre individuati, per minimizzare la probabilità di accadimento di eventi incidentali nonché definire specifiche procedure per la tempestiva messa in sicurezza delle aree in caso di sversamenti di sostanze inquinanti.

Riferendosi alle superfici irreversibilmente sottratte dall'impianto (così come indicato nella nota MASE prot. 10667 del 21/09/2023 fondazioni, cabina elettrica, massetti in cemento) si evidenzia che l'insieme di tali superfici raggiunge un'estensione di 2,2 ha e dato che è previsto il riutilizzo integrale in sito del suolo vegetale nell'ambito delle operazioni di recupero ambientale sono state considerate altre ipotesi operative per le compensazioni di tali superfici.

In letteratura sono codificati vari modi di compensare la perdita di suolo e delle sue funzioni, che si possono sintetizzare in quattro azioni principali:

- 1) riutilizzare il terreno arabile scavato quando si impermeabilizza un'area per sfruttarlo altrove;
- 2) de-impermeabilizzare una zona (recupero del suolo) per compensare l'impermeabilizzazione di un'altra;
- 3) eco-account e scambio di certificati di sviluppo;
- 4) raccolta di una tassa sull'impermeabilizzazione del suolo da usare per la protezione del terreno o altri scopi ambientali.

In ossequio alla richiesta in esame, stante il contesto agricolo in cui si situa il progetto, al fine di compensare i 2.2 ettari computati come superfici irreversibilmente sottratte dall'impianto (così come indicato nella nota MASE: fondazioni, cabina elettrica, massetti in cemento, ecc.), sono state

previste ulteriori azioni che vertono al restauro e al miglioramento dei suoli di scarsa qualità, o con severe limitazioni permanenti, ubicati all'interno dei territori comunali coinvolti nel progetto.

Il processo di restauro pedologico deve essere ispirato al criterio generale del riequilibrio dell'ambiente raggiunto mediante costruzione di suoli antropogenici, definibili anche "suoli obiettivo" per quanto possibile simili o addirittura migliorati rispetto a quelli pre-esistenti.

Per suoli antropogenici si intendono tutti quei suoli direttamente e indirettamente influenzati da attività umane mentre per suolo obiettivo s'intende la sua capacità di "funzionare", proprio come un suolo naturale esplicando tutte le funzioni ecologiche e di fornitura di servizi ecosistemici tipiche dei suoli naturali.

Le finalità del processo di *soil restoration* saranno quindi duplici: in primis la ricostruzione di suoli adatti ad innescare processi di ripartenza ecologica ma anche suoli capaci di sostenere l'uso agro-zootecnico tipico delle aree in esame.

Nella prima opzione dopo uno studio preliminare della vegetazione potenziale del sito si provvederà alla creazione di nuovi habitat mediante strategie di ingegneria naturalistica provvedendo alla piantumazione delle le essenze vegetali. Successivamente alle opere verranno eradicati, se rilevate durante i monitoraggi, specie aliene invasive accidentalmente introdotte durante le operazioni di movimento terra.

Nella seconda opzione si provvederà a seguito alla messa in posa della terra ad effettuare delle azioni correttive (se necessarie) attraverso l'uso di ammendanti e fertilizzanti naturali. In seguito si procederà alla semina di specie erbacee autoriseminanti e azotofissatrici compatibili con il sito lasciando il terreno a riposo per quattro anni. Al termine di questo periodo di assestamento potranno essere avviate le pratiche agricole.

Il processo di *soil restoration* qui proposto, si articolerà secondo una serie di fasi in un processo iterativo caratteristico di un processo aperto, quale quello qui proposto. Le fasi operative del restauro pedologico vengono di seguito sintetizzate:

1. Indagini e rilevamenti preliminari per individuare i siti ove i suoli mostrano caratteristiche di scarsa qualità, o con severe limitazioni permanenti
2. Definizione delle caratteristiche fisico-chimiche del terreno vegetale da utilizzare nel restauro e degli obiettivi di qualità dei suoli antropogenici
3. Azioni di *soil restoration* con suoli di riporto e messa a dimora di specie vegetali:
 - posa di terreno vegetale con strato di adeguata potenza;
 - inverdimento mediante semina a spaglio di sementi di specie autoctone locali ottenute mediante raccolta di fiorume (sementi contenuti nei residui dello sfalcio dei prati-pascolo) o di "miscele per la preservazione" (sementi raccolte intenzionalmente dai prati naturali o seminaturali locali mediante appositi macchinari)
 - gestione e manutenzione ordinaria finalizzata ad assicurare l'insuccesso della naturale progressione della successione ecologica.
4. Monitoraggio ex post nel solum restaurato al fine di garantire il successo del processo di *soil restoration*

Tutto il processo prenderà il via durante il procedimento di Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.P.R. 387/2003, in cui come previsto dall'art. 14.15 della Parte III dell'Allegato al D.M. 10/09/2010, le misure di compensazione saranno definite nell'ambito della Conferenza di Servizi per il rilascio dell'AU.

Proprio in tale sede si potrà definire di concerto con le amministrazioni locali quali debbano essere gli obiettivi del processo di *soil restoration* e quali siti possano essere preferibili per l'implementazione di tale processo.

Per quanto precede l'impatto in esame può ritenersi, oltre che adeguatamente controllabile, di **entità Lieve e reversibile nel breve periodo.**

8.4 EFFETTI SU GEOLOGIA

L'appropriata scelta dei siti di installazione degli aerogeneratori e le caratteristiche costruttive delle fondazioni, assicurano effetti sostenibili in termini di preservazione delle condizioni di stabilità geotecnica delle formazioni rocciose interessate.

Nello specifico, si riepilogano di seguito i presupposti alla base della precedente valutazione:

- dal punto di vista geomorfologico, nelle aree di ubicazione degli aerogeneratori non si ravvisano fenomeni di dissesto;
- le informazioni geologico-tecniche disponibili non hanno evidenziato problematiche che possano precludere la realizzazione dell'intervento o che non possano essere affrontate con opportuni accorgimenti progettuali;
- ogni eventuale attuale incompletezza dei dati geologico-tecnici, tale da influenzare la scelta esecutiva e sito-specifica della geometria della fondazione e dell'armamento, sarà colmata in sede di progettazione esecutiva degli interventi, laddove è prevista l'esecuzione di indagini dirette in corrispondenza di ogni sito di imposta delle fondazioni e l'eventuale integrazione di indagini geofisiche. Dette indagini definiranno, in particolare, la successione stratigrafica di dettaglio e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce, l'entità e la distribuzione delle pressioni interstiziali nel terreno e nelle discontinuità.

Le scarse caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura, in ragione dell'elevata componente argillosa plastica che rende i terreni suscettibili a rigonfiamento e contrazione con il variare del grado di umidità, pongono limitazioni nella scelta della tipologia fondale. Pertanto, si potranno prevedere fondazioni dirette solo con piano di posa nel substrato marnoso in facies litoide [**Strato D1**], fatti salvi i necessari accorgimenti operativi per evitare il detensionamento del piano di fondazione (immediato getto contro terra di magrone). In caso contrario la scelta dovrà ricadere su fondazioni profonde.

La coesione insita anche nella coltre terrigena sommitale assicura la tenuta delle pareti di scavo anche per pendenze prossime alla verticalità a medio termine (settimane) purché in condizioni asciutte. La giacitura suborizzontale delle bancate marnose non predispone a fenomeni di instabilità durante le operazioni di sbancamento, nemmeno se a sezione obbligatoria.

I fattori di impatto ambientale associati alla fase costruttiva potenzialmente originabili dalla realizzazione delle fondazioni su pali sono quelli comuni e ricorrenti nell'ambito della costruzione di infrastrutture di ingegneria civile, di carattere transitorio e di modesta durata temporale.

Per tutto quanto precede, ferma restando la necessità di un indispensabile approfondimento delle conoscenze nell'ambito della progettazione esecutiva, è da ritenere che **gli effetti degli interventi sulla componente litologico-geotecnica possano ritenersi Lievi** e, comunque, opportunamente controllabili con appropriate soluzioni progettuali.

Ogni potenziale effetto destabilizzante, inoltre, è totalmente reversibile nel lungo periodo alla rimozione dei carichi applicati.

8.5 INTEGRAZIONI EFFETTI SULLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

Con riferimento alle operazioni di scavo della fondazione e di scavo/riporto associati alla realizzazione della viabilità di impianto, non si ravvisano potenziali impatti a carico del reticolo idrografico.

In virtù delle scelte tecniche operate e delle caratteristiche idrogeologiche locali, la costruzione della viabilità di servizio e delle piazzole non comporteranno alcuna interferenza apprezzabile con gli acquiferi sotterranei.

Per quanto riguarda le acque superficiali, i criteri localizzativi delle opere sono stati improntati alla scelta di evitare interferenze con il reticolo principale.

Durante il processo costruttivo delle opere lineari, delle piazzole e della sottostazione elettrica, gli impatti sulle acque superficiali possono essere considerati minimi. Quantunque gli scavi determinino, infatti, una temporanea modificazione morfologica e della copertura del terreno, favorendo locali fenomeni di ristagno, i singoli interventi presentano un carattere estremamente localizzato.

In concomitanza con eventi piovosi, non possono escludersi eventuali fenomeni di dilavamento di materiali fini in corrispondenza delle aree di lavorazione non ancora stabilizzate ed oggetto di ripristino ambientale (cumuli di materiale, piazzali, scarpate). Tali fenomeni sono, in ogni caso, da ritenersi scarsamente significativi in considerazione della ridotta occupazione di suolo delle aree di cantiere e del carattere occasionale degli stessi, potendosi concentrare le lavorazioni entro periodi a bassa piovosità.

Sempre in tale fase costruttiva, inoltre, l'impatto riconducibile all'accidentale dispersione di inquinanti come olii o carburanti verso i sistemi di deflusso incanalato scorrenti lungo i versanti dei rilievi, può considerarsi certamente trascurabile ed opportunamente controllabile.

Durante la fase di realizzazione delle opere di fondazione, infine, saranno attuati tutti gli accorgimenti volti a limitare il richiamo delle acque di ruscellamento verso gli scavi.

Sulla base di quanto sopra si può ritenere che l'impatto a carico dei sistemi idrografici sia di Entità trascurabile o, al più, Lieve e reversibile nel breve termine.

Entro il buffer considerato di 3 km dall'areale di intervento non ricadono invasi ma circa una quindicina di sorgenti e n. 26 pozzi.

Come argomentato nell'elaborato integrativo *WGG_RC17 – Approfondimenti sugli aspetti idrogeologici ed idrografici*, n. 5 sorgenti ricadono entro il parco senza però essere direttamente intercettate dalle opere previste (piazzole per aerogeneratori e cavidotti) e più precisamente:

- Mitza Salemi circa 250 m a S di WTG09
- Mitza Crucculessi poco più di 500 m a S di WTG15
- Mitza su Calavi poco più di 150 m a NW di WTG15
- Mitza Surdelli poco più di 500 m a S di WTG1
- Funtana Serrau oltre 500 m a SW di WTG10

I pozzi compresi entro l'areale occupato dal parco eolico sono n. 4 (codici ISPRA 156347, 195979, 195980 e 195574) e solo in un caso (cod. 195979) ricade a meno di 500 m da un'opera (450 m da WTG01).

Ad esclusione del pozzo 156347 che è verosimilmente drena l'acqua immagazzinata nella copertura detritica, gli altri sono hanno sviluppo di oltre 100 m ed attingono dai flussi circolanti nelle fessure e le superfici di strato del basamento lapideo. Il livello piezometrico, quando indicato, si attesta a profondità di oltre 50 m, per cui a quote del tutto influenti per gli obiettivi del presente lavoro.

L'archivio ISPRA non riporta indicazioni circa l'impiego delle acque emunte dai pozzi ma, l'ambito territorio scevro da fonti di pressione, quali insediamenti urbani ed industriali e la connotazione agricolo pastora, fa propendere una finalità "irrigua" dei pozzi o tuttalpiù, per quello superficiale, per abbeveraggio degli animali.

Si esclude un impiego idropotabile poiché per la natura dell'acquifero ospitante non immagazzina acque di pregio.

8.6 EFFETTI SULL'ATMOSFERA

È ormai opinione condivisa nel mondo scientifico che l'inquinamento atmosferico e le emissioni di CO₂ determinate dall'impiego dei combustibili fossili rappresentino una seria minaccia per lo sviluppo sostenibile. La gran parte del contributo a tali emissioni origina proprio dalla produzione di energia elettrica da fonti convenzionali.

In questo quadro, la realizzazione dell'intervento in esame, al pari delle altre centrali a fonte rinnovabile, può contribuire alla riduzione delle emissioni responsabili del drammatico progressivo acuirsi dell'effetto serra su scala planetaria nonché al miglioramento generale della qualità dell'aria.

Come noto, per "gas serra" si intendono quei gas presenti nell'atmosfera, di origine sia naturale che antropica, che, assorbendo la radiazione infrarossa, contribuiscono all'innalzamento della temperatura dell'atmosfera. Questi gas, infatti, permettono alle radiazioni solari di attraversare l'atmosfera mentre ostacolano il passaggio inverso di parte delle radiazioni infrarosse riflesse dalla superficie terrestre, favorendo in tal modo la regolazione ed il mantenimento della temperatura del pianeta. Questo processo è sempre avvenuto naturalmente ed è quello che garantisce una temperatura terrestre superiore di circa 33°C rispetto a quella che si avrebbe in assenza di questi gas.

Già dalla fine degli anni '70 del Novecento cominciò ad essere rilevata la tendenza ad un innalzamento della temperatura media del pianeta, notevolmente superiore rispetto a quella registrata in passato, inducendo i climatologi ad ipotizzare che, oltre alle cause naturali, il fenomeno potesse essere attribuito anche alle attività antropiche. La prima Conferenza mondiale sui cambiamenti climatici, tenutasi nel 1979, avviò la discussione su *"...come prevedere e prevenire potenziali cambiamenti climatici causati da attività umane che potrebbero avere un effetto negativo sul benessere dell'umanità"*.

Una svolta nella politica dei cambiamenti climatici si è avuta in occasione della Conferenza delle parti, tenutasi a Kyoto nel 1997, con l'adozione dell'omonimo Protocollo.

I sei gas ritenuti responsabili dell'effetto serra sono:

- l'anidride carbonica (CO₂), prodotta dall'impiego dei combustibili fossili in tutte le attività energetiche e industriali, oltre che nei trasporti;
- il metano (CH₄), prodotto dalle discariche dei rifiuti, dagli allevamenti zootecnici e dalle coltivazioni di riso;
- il protossido di azoto (N₂O), prodotto nel settore agricolo e nelle industrie chimiche;
- gli idrofluorocarburi (HFC);
- i perfluorocarburi (PFC);
- l'esfluoruro di zolfo (SF₆), tutti e tre impiegati nelle industrie chimiche e manifatturiere.

Tra questi gas l'anidride carbonica è quello che apporta il maggiore contributo, sebbene, a parità di quantità emissioni in atmosfera, il metano possieda un "potenziale serra" maggiore. I quantitativi di anidride carbonica emessi in atmosfera, infatti, risultano di gran lunga superiori rispetto agli altri composti, rendendo tale gas il maggiore responsabile del surriscaldamento del pianeta. Ciò è dovuto al fatto che la CO₂ è uno dei prodotti della combustione di petrolio e carbone, i combustibili fossili più diffusi nella produzione di energia elettrica e termica. Conseguentemente, i settori maggiormente incriminati dei cambiamenti climatici sono il termoelettrico, il settore dei trasporti e quello del riscaldamento per usi civili.

Tra i vari strumenti volti alla riduzione delle concentrazioni di gas serra nell'atmosfera, il Protocollo di Kyoto promuove l'adozione di politiche orientate, da un lato, ad uno uso razionale

dell'energia e, dall'altro, all'utilizzo di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili, intendendosi con questo termine tutte le fonti di energia non fossili (quali l'energia solare, eolica, idraulica, geotermica, del moto ondoso, maremotrice e da biomasse), che, non prevedendo processi di combustione, consentono di produrre energia senza comportare emissioni di CO₂ in atmosfera.

Al fine di valutare il contributo positivo apportato dalla realizzazione del proposto impianto eolico al problema delle emissioni dei gas serra si è provveduto a stimare il quantitativo di anidride carbonica che sarebbe emessa se la stessa energia elettrica producibile dai previsti aerogeneratori fosse generata da una centrale convenzionale alimentata con combustibili fossili.

I 17 aerogeneratori in progetto saranno in grado di erogare una potenza specifica di 6,6 MW ciascuno, per una potenza complessiva installata di 112,2 MW.

Preso atto che, dalle elaborazioni dei dati anemologici disponibili, il tempo di funzionamento dell'impianto a potenza nominale è valutato in circa 2618 ore equivalenti, la producibilità netta stimata sarà di circa 293.8 GWh/anno.

Di estrema rilevanza, nella stima delle emissioni evitate da una centrale a fonte rinnovabile, è la scelta del cosiddetto "emission factor", ossia dell'indicatore che esprime le emissioni associate alla produzione energetica da fonti convenzionali nello specifico contesto di riferimento. Tale dato risulta estremamente variabile in funzione della miscela di combustibili utilizzati e dei presidi ambientali di ciascuna centrale da fonte fossile.

Sulla base di uno studio ISPRA pubblicato nel 2015¹, potrebbe ragionevolmente assumersi come dato di calcolo delle emissioni di anidride carbonica evitate il valore di 0,50 kg CO₂/kWh, attribuito alla produzione termoelettrica lorda nazionale. Tale dato, risulterebbe peraltro sottostimato se il parco eolico sottraesse emissioni direttamente alle centrali termoelettriche sarde, per le quali l'"emission factor" è valutato in 648 gCO₂/kWh².

In base a quest'ultima assunzione, le emissioni di CO₂ evitate a seguito dell'entrata in esercizio del parco eolico possono valutarsi secondo le stime riportate in Tabella 8.3.

Tabella 8.3 – Stima delle emissioni di CO₂ evitate a seguito della realizzazione dell'impianto eolico

Producibilità dell'impianto (kWh/anno)	Emissioni specifiche evitate (kgCO ₂ /kWh) (*)	Emissioni evitate (tCO ₂ /anno)
293.800.000	0,648	190.382

(*) dato regionale

Come espresso in precedenza, il funzionamento degli impianti eolici non origina alcuna emissione in atmosfera. La fase di esercizio non prevede, inoltre, significative movimentazioni di materiali né apprezzabili incrementi della circolazione di automezzi che possano determinare l'insorgenza di impatti negativi a carico della qualità dell'aria a livello locale.

Per contro, l'esercizio degli impianti eolici, al pari di tutte le centrali a fonte rinnovabile, oltre a contribuire alla riduzione delle emissioni responsabili del drammatico progressivo acuirsi dell'effetto serra su scala planetaria, concorre apprezzabilmente al miglioramento generale della qualità dell'aria su scala territoriale. Al riguardo, con riferimento ai fattori di emissione riferiti alle caratteristiche emissive medie del parco termoelettrico Enel³, la realizzazione dell'impianto eolico potrà determinare la sottrazione di ulteriori emissioni atmosferiche, associate alla

¹ ISPRA, 2015. Fattori di emissione atmosferica di CO₂ e sviluppo delle fonti rinnovabili del settore elettrico

² PEARS 2016 (https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20160129120346.pdf)

³ Rapporto Ambientale Enel 2013

produzione energetica da fonte convenzionale, responsabili del deterioramento della qualità dell'aria a livello locale e globale, ossia di Polveri, SO₂ e NO_x (Tabella 8.4).

Tabella 8.4 - Stima delle emissioni evitate a seguito della realizzazione del parco eolico "Luminu" con riferimento ad alcuni inquinanti atmosferici

Producibilità dell'impianto (kWh/anno)	Parametro	Emissioni specifiche evitate (g/kWh) (*)	Emissioni evitate (t/anno)
293.800.000	PTS	0,045	13,2
	SO ₂	0,969	284,7
	NO _x	1,22	358,4

(*) dato regionale

A questo proposito, peraltro, corre l'obbligo di evidenziare come gli impatti positivi sulla qualità dell'aria derivanti dallo sviluppo degli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili, sebbene misurati a livello locale possano ritenersi non significativi, acquistino una rilevanza determinante se inquadrati in una strategia complessiva di riduzione progressiva delle emissioni a livello globale, come evidenziato ed auspicato nei protocolli internazionali di settore, recepiti dalle normative nazionali e regionali.

8.7 EFFETTI SUL SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

Gli impianti eolici sono intrinsecamente suscettibili di determinare, in conseguenza delle imponenti dimensioni degli aerogeneratori, significative modificazioni del quadro estetico-percettivo del contesto paesistico in cui gli stessi si collocano.

Sotto il profilo operativo, la stima delle modificazioni al quadro percettivo è stata condotta attraverso l'elaborazione di mappe di intervisibilità teorica e con l'ausilio di un opportuno indicatore che stima, in ogni punto dell'area di studio, l'effetto percettivo attraverso la valutazione della "magnitudo visuale" dell'impianto (IIPP).

Ragionando in funzione delle condizioni di visibilità dell'opera in progetto, le articolate caratteristiche geologiche e conseguentemente morfologiche dell'area di studio, che, contraddistinte dalla presenza dei rilievi collinari del periodo miocenico e dai rilievi tabulari delle Giare, definiscono i contesti di visibilità con il loro potere schermante.

Tali peculiarità geomorfologiche si traducono in un bacino visivo che si manifesta con continuità con contesti di visibilità teorica continui, nelle aree sub-pianeggianti tra le suddette porzioni collinari e le Giare e nelle aree della Piana del Campidano ove si esplica il fenomeno visivo (a circa 25 km di distanza dall'impianto), e risulta "polverizzato" in numerose ridotte aree di visibilità nel resto del bacino visivo.

Il centro più importante compreso entro l'areale di massima attenzione è, unitamente ad Isili, Villamar che, come gli altri centri ricadenti entro l'areale di massima attenzione e interessati dal fenomeno visivo presenta un tessuto insediativo caratterizzato da dinamiche lente e in continuità con le tradizionali spinte evolutive dell'abitato, che è cresciuto in modo lento e compatto mantenendosi sostanzialmente concentrato intorno al centro storico senza mostrare significativi fenomeni di dispersione sul territorio.

Analizzando i valori dell'indice IIPP (Carta dell'Indice di Intensità Percettiva Potenziale - Figura 8.3) la porzione di territorio in cui l'indice presenta i valori maggiori è strettamente limitata al contesto geografico di installazione degli aerogeneratori, entro un'area di forma simmetrica che si estende maggiormente in direzione perpendicolare a quella di sviluppo dell'impianto.

Peraltro, specifiche attività di ricognizione territoriale eseguite attraverso mirati sopralluoghi hanno evidenziato frequenti condizioni micro-locali (vegetazione e lievi variazioni nella quota del suolo) che di fatto impediscono la visione, diversamente da quanto indicato dalle analisi basate sull'intervisibilità teorica.

Di seguito si riportano alcune fotosimulazioni rappresentative, realizzate per punti di ripresa dai quali l'impianto sia chiaramente visibile.

CARTA DELL'INDICE DI INTENSITÀ PERCETTIVA POTENZIALE (IIPP)

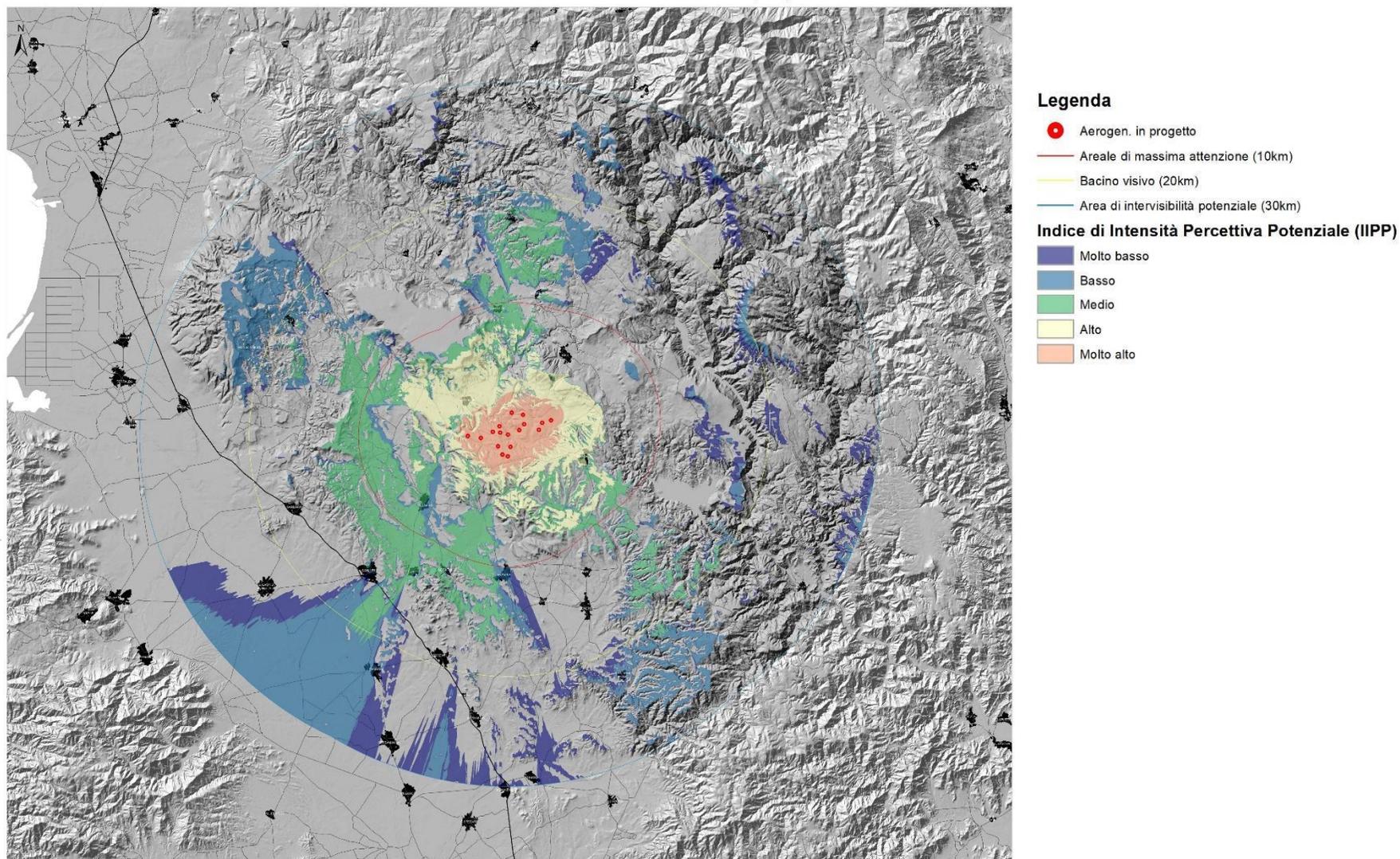


Figura 8.3: Stralcio della Carta dell'Indice di Intensità Percettiva Potenziale (IIPP)



ID Punto: PFO1 Gergei

COORDINATE GAUSS- BOAGA: 1508172 - 4393966
 DISTANZA DALL'AEROGENERATORE: 1 km
 AMPIEZZA FOCALE: 50 mm

Riferimenti dei punti di presa



STATO DI PROGETTO



CRITERIO SCELTA PUNTO FOTOGRAFICO	Punto significativo - centro urbano
Ambito di visuale di appartenenza	
Tipologia interferenza riscontrata	
Degrado percettivo	
Deconnotazione	
Intrusione	
Ostruzione	
Presenza di sfondo	X
Nessun effetto apprezzabile	

Figura 8.4: Fotosimulazione di impatto estetico percettivo da Gergei



ID Punto: PFO5 Escolca

COORDINATE GAUSS- BOAGA: 1 510490 - 4394043
 DISTANZA DALL'AEROGENERATORE: 2,4 km
 AMPIEZZA FOCALE: 50 mm

Riferimenti dei punti di presa



STATO DI PROGETTO



CRITERIO SCELTA PUNTO FOTOGRAFICO	Punto significativo - centro urbano
Ambito di visuale di appartenenza	
Tipologia interferenza riscontrata	
Degrado percettiva	
Decanonazione	
Intrusione	
Ostruzione	
Presenza di sfondo	X
Nessun effetto apprezzabile	

Figura 8.5: Fotosimulazione di impatto estetico percettivo da Escolca



ID Punto: PFO7 Barumini

COORDINATE GAUSS- BOAGA: 1500515 - 4394425
 DISTANZA DALL'AEROGENERATORE: 1,6 km
 AMPIEZZA FOCALE: 50 mm

Riferimenti dei punti di presa



STATO DI PROGETTO



CRITERIO SCELTA PUNTO FOTOGRAFICO	Punto significativo - centro urbano
Ambito di visuale di appartenenza	
Tipologia interferenza riscontrata	
Degrado percettivo	
Deconnotazione	
Intrusione	
Ostruzione	
Presenza di sfondo	X
Nessun effetto apprezzabile	

Figura 8.6: Fotosimulazione di impatto estetico percettivo da Barumini



ID Punto: PF12 Serri

COORDINATE GAUSS- BOAGA: 1512366 - 4394314
 DISTANZA DALL'AEROGENERATORE: 4,5 km
 AMPIEZZA FOCALE: 50 mm

Riferimenti dei punti di presa



CRITERIO SCELTA PUNTO FOTOGRAFICO	Punto significativo - centro urbano
Ambito di visuale di appartenenza	
Tipologia interferenza riscontrata	
Degrado percettivo	
Deconnotazione	
Intrusione	
Ostruzione	
Presenza di sfondo	X
Nessun effetto apprezzabile	

STATO DI PROGETTO



Figura 8.7: Fotosimulazione di impatto estetico percettivo da Serri

8.8 AGENTI FISICI

8.8.1 Premessa

Al funzionamento degli impianti eolici non sono associati rischi apprezzabili per la salute pubblica; al contrario, su scala globale, gli stessi esercitano significativi effetti positivi in termini di contributo alla riduzione delle emissioni di inquinanti, tipiche delle centrali a combustibile fossile, e dei gas-serra in particolare.

Per quanto riguarda il rischio elettrico, sia la torre che le apparecchiature elettromeccaniche degli aerogeneratori saranno progettate ed installate secondo criteri e norme standard di sicurezza, in particolare per quanto riguarda la realizzazione delle reti di messa a terra delle strutture e componenti metallici.

Considerato l'intrinseco grado di sicurezza delle installazioni, l'accesso alle postazioni eoliche non sarà impedito da alcuna recinzione, fatta salva l'attuale delimitazione delle aree di intervento asservite ad attività di pascolo brado del bestiame. L'accesso alla torre degli aerogeneratori sarà, al contrario, interdetto da porte serrate con appositi lucchetti.

Anche le vie cavo di collegamento alla stazione RTN (per comando/segnalazione e per il trasporto dell'energia prodotta dalle macchine) saranno posate secondo le modalità valide per le reti di distribuzione urbana e seguiranno percorsi interrati, disposti lungo o ai margini della viabilità esistente o in progetto.

L'adeguata distanza delle installazioni impiantistiche da potenziali ricettori, rappresentati da edifici stabilmente abitati, nelle aree più direttamente influenzate dai potenziali effetti ambientali indotti dall'esercizio dell'impianto eolico consente di escludere, ragionevolmente e sulla base delle attuali conoscenze, ogni rischio di esposizione della popolazione rispetto alla propagazione di campi elettromagnetici e si rivela efficace ai fini di un opportuno contenimento dell'esposizione al rumore.

In rapporto alla sicurezza del volo degli aeromobili civili e militari, anche in questo caso, sarà formulata specifica istanza alle autorità competenti (ENAV-ENAC) per concordare le più efficaci misure di segnalazione (luci intermittenti o colorazioni particolari, ad esempio bande rosse e bianche, etc.) secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

8.8.2 INTEGRAZIONI Rumore

Il rumore emesso da un aerogeneratore è principalmente dovuto alla combinazione di due contributi: un primo contributo imputabile al movimento delle parti meccaniche ed un secondo contributo dovuto all'interazione della vena fluida con le pale del rotore in movimento (rumore aerodinamico).

Rispetto al passato, le tecnologie attualmente disponibili consentono di ottenere, nei pressi di un aerogeneratore, livelli di rumore estremamente contenuti (circa 60 dB(A) al piede della torre nelle condizioni di funzionamento a potenza nominale). È da dire, inoltre, che i rendimenti di funzionamento di queste macchine cominciano ad essere accettabili già per velocità del vento al mozzo pari o superiori ad 8-10 m/s, per raggiungere rendimenti massimi a velocità di circa 15-16 m/s. In tali condizioni il rumore di fondo (prodotto direttamente dal vento) raggiunge valori tali da mascherare quasi completamente il rumore prodotto dalle macchine.

Come dimostrato da numerosi studi relativi al rumore generato dai parchi eolici, è possibile dunque affermare che già a distanze dell'ordine di poche centinaia di metri il rumore emesso dalle turbine eoliche sia sostanzialmente poco distinguibile dal rumore di fondo e che, inoltre, all'aumentare della velocità del vento aumenti anche il rumore di fondo, mascherando ulteriormente quello emesso dalle macchine.

Nel rimandare all'esame dello studio specialistico a firma di tecnico competente in acustica ambientale (art. 2, commi 6 e 7, L. 447/95), per maggiori dettagli in relazione dell'impatto acustico indotto dall'esercizio del parco eolico, si riportano di seguito alcune considerazioni conclusive del suddetto studio.

Per quanto concerne il rispetto dei limiti di legge, le simulazioni modellistiche sono state condotte secondo principi di prudenza, adottando algoritmi accreditati per la particolare categoria di intervento ed in grado di esprimere, secondo approcci rigorosi e sperimentalmente validati, l'influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore.

Ai fini dell'individuazione dei ricettori di interesse per le finalità dello Studio previsionale di impatto acustico, si è pervenuti a individuare come significativi gli edifici:

- catastalmente classificati come A3 (Abitazioni di tipo economico) identificati con le sigle F024, F027, F042, F064, F106 e F119;
- catastalmente classificati come A4 (Abitazioni di tipo popolare) identificati con le sigle F063, F083, F086, F088 e F143;
- catastalmente classificati come D10 (Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole) esclusivamente per quelli identificati dalle sigle F090 e F098 assumendo prudenzialmente la presenza continuativa di persone in periodo diurno e notturno, trattandosi di fabbricati con caratteristiche tipologico-costruttive assimilabili ad abitazioni.

I risultati della simulazione modellistica condotta mostrano che l'esercizio del proposto parco eolico, in corrispondenza dei potenziali ricettori rappresentativi individuati:

- in riferimento al limite di emissione:
 - assicura, per i ricettori ubicati in comune di Barumini (F024, F027, F042, F063, F064, F083, F086, F088 e F143), il rispetto dei vigenti limiti di accettabilità (D.P.C.M. 01.03.91, art. 6) nonché, in previsione di una futura attuazione della pianificazione acustica del territorio comunale, il rispetto del limite di emissione più conservativo (45 dBA) stabilito per la Classe acustica III (Aree di tipo misto);
 - per i ricettori ricadenti in Comune di Gergei (F090, F098, F106 e F119), il rispetto dei limiti della Classe II rappresentativa dello scenario di valutazione più conservativo, considerata la segnalata impossibilità di consultare il PCA del territorio comunale.
- relativamente limite assoluto di immissione:
 - garantisce l'osservanza dei vigenti limiti assoluti di immissione applicabili per i ricettori in territorio comunale di Barumini, da riferirsi ai limiti di accettabilità di cui al D.P.C.M. 01.03.91, art. 6 nelle more dell'adozione del Piano di Classificazione Acustica;
- riguardo ai ricettori in territorio di Gergei:
 - assicura il rispetto del limite assoluto di immissione più restrittivo della ipotizzata Classe acustica II, pari a 45dBA e riferibile al periodo di riferimento notturno;
 - non concorre ad un eventuale superamento del limite assoluto di immissione nel periodo di riferimento diurno stabilito per la classe acustica II, essendo del tutto trascurabile il rumore dell'impianto rispetto al rumore residuo.
- non determina il superamento dei livelli di rumore differenziale, ove il criterio sia risultato applicabile ai termini dell'art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97.

Al fine di verificare l'attendibilità delle stime ed ipotesi di calcolo più sopra illustrate, in fase di esercizio dell'impianto si dovrà comunque procedere all'esecuzione di verifiche strumentali da

condursi in accordo con le procedure previste dalla legislazione vigente e dalle norme tecniche applicabili. Laddove, in sede di monitoraggio *post-operam*, si dovesse riscontrare un sensibile scostamento tra i valori di rumore stimati e quelli misurati, tale da non assicurare il rispetto dei limiti di legge, potranno comunque prevedersi efficaci misure mitigative. Tali accorgimenti possono individuarsi prioritariamente nella messa in atto di interventi di isolamento acustico passivo dell'edificio o, laddove tali misure risultassero non rispondenti alle esigenze (p.e. in caso di superamenti dei limiti di emissione) o insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli aerogeneratori maggiormente impattanti, in concomitanza con determinate condizioni di velocità e provenienza del vento.

In seguito alla fase di redazione delle integrazioni documentali, si sono valutati anche i fabbricati "collabenti" che per definizione sono: costruzioni che hanno perso le loro caratteristiche di abitabilità, ruderi e che per questo, inutilizzabili. I fabbricati con tale destinazione catastale sono indicati con ID F001, F002, F003, F011, F012, F013, F014, F015, F026, F045, F047, F081 e F137.

I risultati della simulazione modellistica condotta mostrano che l'esercizio del proposto parco eolico, in corrispondenza dei fabbricati di cui sopra:

- in riferimento al limite di emissione:
 - assicura, per i ricettori ubicati in comune di Barumini, il rispetto dei vigenti limiti di accettabilità (D.P.C.M. 01.03.91, art. 6) nonché, in previsione di una futura attuazione della pianificazione acustica del territorio comunale, il rispetto del limite di emissione più conservativo (45 dBA) stabilito per la Classe acustica III (Aree di tipo misto);
 - per i ricettori ricadenti in Comune di Gergei, il rispetto dei limiti della Classe III rappresentativa dello scenario di valutazione più conservativo, considerata la segnalata impossibilità di consultare il PCA del territorio comunale.
- relativamente al limite assoluto di immissione:
 - garantisce l'osservanza dei vigenti limiti assoluti di immissione applicabili per i ricettori in territorio comunale di Barumini, da riferirsi ai limiti di accettabilità di cui al D.P.C.M. 01.03.91, art. 6 nelle more dell'adozione del Piano di Classificazione Acustica;
 - riguardo ai ricettori in territorio di Gergei:
 - assicura il rispetto del limite assoluto di immissione più restrittivo della ipotizzata Classe acustica III, in riferimento al periodo di riferimento diurno e notturno;
- non determina il superamento dei livelli di rumore differenziale ai termini dell'art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97.

8.8.3 Campi elettromagnetici

Il progetto ha valutato le fasce di rispetto per assicurare la protezione dai campi elettromagnetici per gli elementi dell'impianto eolico in progetto avente potenza massima in immissione di 112,2 MW.

Le parti di impianto assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- aerogeneratori;
- cavidotti MT a 30 kV per la interconnessione degli aerogeneratori con percorso interrato;
- sottostazione utente di trasformazione 150/30 kV;
- cavidotto AT a 150 kV.

All'interno delle citate DPA, ricadenti all'interno di aree entro la quale non è consentito l'accesso al pubblico, non sono previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere.

8.8.4 Ombreggiamento intermittente (*shadow-flickering*)

L'allegato Elaborato WGG_RA9 mostra i risultati della modellizzazione del fenomeno di tremolio dell'ombra imputabile al proposto parco eolico in termini di ore totali sull'anno.

Al fine di procedere all'individuazione di potenziali ricettori nelle aree più direttamente interessate dalle installazioni eoliche, ricomprese entro una distanza massima di 1000 m dalle postazioni di macchina, si è proceduto ad una individuazione complessiva dei fabbricati con l'ausilio della cartografia ufficiale di riferimento (Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000). Successivamente si è proceduto a verificarne l'effettiva esistenza e consistenza dall'esame di foto aeree e satellitari nonché attraverso specifici sopralluoghi sul campo. In tal modo sono state acquisite le necessarie informazioni preliminari sulle caratteristiche tipologico-costruttive e le condizioni di utilizzo degli edifici. Per completezza di analisi sono stati inclusi nel censimento anche quei fabbricati che, in modo manifesto, non presentavano caratteristiche di potenziali abitazioni (p.e. ruderi o depositi). A valle di tali riscontri, si è proceduto ad accertare la categoria catastale di appartenenza degli edifici, laddove disponibile.

L'Elaborato WGG_RA11_1 (Carta con individuazione dei fabbricati) riporta l'individuazione dei fabbricati censiti in accordo con la metodologia precedentemente indicata. Lo stralcio della ripresa aerea zenitale, la categoria catastale di appartenenza ed una fotografia prospettica degli edifici sono riportati nell'Elaborato WGG_RA11 allegato alla documentazione progettuale.

Nel caso specifico, ai fini dei calcoli di esposizione all'ombra intermittente, sono stati individuati come ricettori n. 13 fabbricati, ubicati entro una distanza di 1000 m dalle postazioni eoliche, aventi destinazione abitativa accertata (n. 11 edifici con categoria catastale "A") o caratteristiche tipologico-costruttive assimilabili ad abitazioni (n. 2 edifici catastalmente classificati come D10).

Per le finalità del presente studio, in assenza di una specifica disciplina normativa nazionale o regionale, si è fatto riferimento alle linee guida elaborate dal Gruppo Federale tedesco di Controllo delle Emissioni (*Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz - LAI*) - aggiornamento 2020.

L'analisi dell'effetto di *shadow flickering* è stata condotta con l'utilizzo del modulo SHADOW del software WindPro 3.4. Il programma esegue una simulazione completa del percorso del sole durante un intero anno.

I calcoli possono essere eseguiti secondo due scenari: lo scenario peggiore (*worst case*) e il caso reale (*real case*).

Nello scenario *real case*, il software può tenere conto delle reali condizioni di funzionamento degli aerogeneratori (in termini di ore di funzionamento attese per ogni settore angolare di provenienza del vento) nonché delle condizioni di Eliofania, ossia di durata media del soleggiamento della specifica zona di studio.

L'incidenza dell'ombreggiamento intermittente presso i ricettori considerati nello "scenario reale" è risultata al disotto del valore guida di 30 h/anno in corrispondenza di 7 fabbricati (F042, F063, F090, F098, F106, F119, F143). In riferimento ai restanti 6 edifici (fabbricati F024, F027, F064, F083, F086, F088) l'incidenza dell'ombreggiamento intermittente presenta una durata variabile tra 62:53 h/anno (F024) e 42:49 h/anno (F064).

In riferimento a questi ultimi fabbricati gli approfondimenti condotti hanno riconosciuto la presenza di elementi antropici (edifici) e/o naturali (barriere verdi), non considerati dal modello di calcolo, in grado di esercitare un efficace effetto schermante rispetto all'azione di

ombreggiamento attribuibile agli aerogeneratori. Inoltre, per taluni fabbricati (F024 e F027), la limitata presenza di aperture fenestrate in corrispondenza del prospetto degli edifici potenzialmente più esposto alla proiezione dell'ombra consente di ritenere convenientemente attenuata l'effettiva incidenza del fenomeno.

In definitiva, considerata la conservatività delle stime in rapporto all'effettivo manifestarsi di un disturbo per gli occupanti gli edifici (aleatorietà circa la presenza degli occupanti l'edificio, presenza di un sufficiente contrasto luci-ombre, assenza di elementi schermanti quali tendaggi e/o alberature) è altamente verosimile che l'effettiva incidenza dello *shadow flickering* risulterà comunque più contenuta di quella prospettata dal software di simulazione nello scenario "real case".

Da tutto quanto precede si può concludere con ragionevole certezza che il potenziale disturbo associato al fenomeno di *shadow-flickering* risulterà inferiore alla soglia di significatività in corrispondenza di tutti i ricettori individuati.

Peraltro, laddove durante la fase operativa dell'impianto dovesse essere avvertito un effettivo disturbo da parte degli occupanti gli edifici più esposti, saranno attuate - a cura e spese della società proponente - efficaci misure di mitigazione quali la creazione e/o il rafforzamento di alberature perimetrali.

8.9 INTEGRAZIONI RISORSE NATURALI

L'aspetto concernente l'utilizzo di risorse naturali presenta segno e caratteristiche differenti in funzione del periodo di vita degli aerogeneratori.

Nell'ambito della fase di cantiere, laddove sarà necessario procedere ad operazioni di movimento terra e denaturalizzazione di superfici, i potenziali impatti sono associati prevalentemente all'occupazione di suolo, all'approvvigionamento di materiale inerte per la sistemazione/allestimento della viabilità, all'approntamento delle piazzole ed alla costruzione delle fondazioni degli aerogeneratori.

In definitiva, a fronte di un totale complessivo di materiale scavato in posto stimato in **226.847 m³ 233.310 m³**, ferma restando l'esigenza di procedere agli indispensabili accertamenti analitici sulla qualità dei terreni e delle rocce, si prevede un recupero significativo per le finalità costruttive del cantiere (92% circa), da attuarsi in accordo con i seguenti criteri generali. Per tali materiali, trattandosi di un riutilizzo allo stato naturale nel sito in cui è avvenuta l'escavazione (i.e. il cantiere), ricorrono le condizioni per l'esclusione diretta dal regime di gestione dei rifiuti, in accordo con le previsioni dell'art. 185 c. 1 lett. c del TUA:

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

Il materiale in esubero e non riutilizzato in sito è al momento stimato in circa **16.700 m³ 16.850 m³**.

Per tali materiali, da gestire in regime di rifiuto, 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.

Gli effetti derivanti dalla occupazione di suolo conseguenti alla realizzazione ed esercizio degli aerogeneratori (viabilità da adeguare e di nuova realizzazione, piazzole provvisorie e definitive) risultano certamente contenuti in rapporto all'estensione delle tipologie ambientali riconoscibili nel settore di intervento.

In fase di cantiere è stimabile un'occupazione di suolo complessiva di circa 22 ettari.

A conclusione delle attività di costruzione si stima un'occupazione effettiva di superficie più contenuta (indicativamente 16 ettari), scarsamente significativa rispetto alla superficie energeticamente produttiva (995 ha), individuata come inviluppo delle postazioni degli aerogeneratori.

Nell'ambito della fase di esercizio, viceversa, l'operatività delle turbine in progetto sarà in grado di assicurare un risparmio annuo di fonti fossili quantificabile in circa 59.940,60 TEP (tonnellate equivalenti di petrolio/anno, assumendo una producibilità dell'impianto pari a 293,8 MWh/anno ed un consumo di 0,187 TEP/MWh (Fonte Autorità per l'energia elettrica ed il gas, 2008).

Inoltre, su scala nazionale, l'attività produttiva dell'impianto determinerà, in dettaglio, i seguenti effetti indiretti sul consumo di risorse non rinnovabili e sulla produzione di rifiuti da combustione.

Tabella 8.5 – Effetti dell'esercizio degli aerogeneratori in progetto in termini di consumi evitati di risorse non rinnovabili e produzione di residui di centrali termoelettriche

Indicatore	g/kWh ⁴	Valore	Unità
Carbone	508	149.119	t/anno
Olio combustibile	256,7	75.429	t/anno
Cenere da carbone	48	14.102	t/anno
Cenere da olio combustibile	0,3	88	t/anno
Acqua industriale	0,392	115.170	m ³ /anno

⁴ Rapporto Ambientale Enel 2007