

COMMITTENTE



GRV WIND SARDEGNA 6 S.R.L.
Via Durini, 9 Tel. +39.02.50043159
20122 Milano PEC: grvwindsardegna6@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



BARUMINI



ESCOLCA



GERGEI



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, GERGEI, LAS PLASSAS E VILLANOVAFRANCA (SU), CON OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI BARUMINI, ESCOLCA, GENONI, GERGEI, GESTURI, LAS PLASSAS, NURAGUS E VILLANOVAFRANCA (SU)

ELABORATO

Titolo:

Studio di impatto ambientale _ Relazione generale

Tav: / Doc:

WGG_RA1

Codice elaborato:

WGG_RA1_Studio di impatto ambientale _ Relazione generale

Scala / Formato:

A4

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
0	Gennaio 2023	Prima emissione	IAT PROGETTI	IAT PROGETTI	GRVALUE



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°RA1

**STUDIO DI IMPATTO
AMBIENTALE**

RELAZIONE GENERALE

Progettazione

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

www.iatprogetti.it

Ing. Giuseppe Frongia / n. ordine 3453 CA

Codice elaborato

*WGG_RA1_Studio
ambientale_Relazione generale*

*di
impatto*

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	6
2 LA PROPONENTE	7
3 ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	8
3.1 CONTENUTI DELLO SIA	8
3.2 DIFFICOLTÀ NEL REPERIMENTO DEI DATI.....	9
4 FINALITÀ DELLA PROCEDURA DI IMPATTO AMBIENTALE	10
5 MOTIVAZIONI DEL PROGETTO	11
6 ANALISI DEL MOMENTO ZERO: LA SITUAZIONE PREESISTENTE ALL'INTERVENTO .	13
6.1 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	13
6.2 PRINCIPALI CONNOTATI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI DELLE AREE INTERESSATE DALLE OPERE	21
6.2.1.1 L'area vasta	21
6.2.1.2 L'ambito ristretto di relazione del sito di progetto.....	25
7 AMBITO DI INFLUENZA POTENZIALE DELL'INTERVENTO	32
8 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	34
8.1 PREMessa.....	34
8.2 ASSETTO PROGRAMMATICO DI RIFERIMENTO	34
8.2.1.1 Quadro delle norme, piani, regolamenti e protocolli in tema di energia	34
8.2.1.3 Quadro strategico e regolatorio a livello nazionale.....	38
8.2.1.6 Norme e dispositivi di pianificazione di interesse regionale.....	54
8.3 NORME E INDIRIZZI DI TUTELA AMBIENTALE E PAESAGGISTICA	63
8.3.1.1 Vincolo idrogeologico.....	63
8.3.1.2 Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii.)	64
8.3.1.3 Il Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.).....	67
8.3.1.6 D.G.R. 24/12 del 19.05.2015 - Linee guida per i paesaggi industriali della Sardegna	74
8.3.1.7 Istituti di tutela naturalistica a livello nazionale e internazionale.....	75
8.4 DISCIPLINA URBANISTICA ED INDIRIZZI DI LIVELLO LOCALE	83
8.4.1.1 Strumenti urbanistici comunali.....	83
8.5 ALTRI PIANI E PROGRAMMI DI INTERESSE	84
8.5.1.1 Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia L. 267/98 (P.A.I.)	84
8.5.1.4 Piano Stralcio Fasce Fluviali (P.S.F.F.)	87
8.5.1.7 Piano di Tutela della Acque (P.T.A.) e Caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei della Sardegna ex Direttiva 2000/60/CE.....	89
8.5.1.10 Piano forestale ambientale regionale (PFAR)	93
8.5.1.13 Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria.....	96
8.5.1.16 Piani di classificazione acustica.....	106
9 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	108
9.1 INTRODUZIONE.....	108
9.2 NORME TECNICHE CHE REGOLANO LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA	108
9.3 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	110
9.4 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI.....	110

9.4.1	Premessa.....	110
9.4.2	La scelta localizzativa.....	111
9.4.3	Alternative di layout e ubicazione sottostazione elettrica	112
9.4.4	“Opzione zero” e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell’intervento.....	118
9.5	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL’OPERA E MOTIVAZIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI	120
9.5.1	Producibilità energetica dell’impianto	120
9.5.2	Gli interventi in progetto	120
9.6	CANTIERIZZAZIONE E MESSA A REGIME	148
9.6.1	Aree di cantiere di base e di trasbordo	148
9.6.2	Caratteristiche delle lavorazioni	150
9.6.3	Movimenti di terra	152
9.6.4	Cronoprogramma preliminare dei lavori.....	154
9.7	DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI.....	155
9.8	RISCHIO DI INCIDENTI	155
9.8.1	Principali rischi per la sicurezza individuabili	155
9.8.2	Rischio di distacco della pala di un aerogeneratore	156
10	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE.....	158
10.1	PREMESSA.....	158
10.2	CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE	159
10.2.1	Criteri di individuazione degli impatti	159
10.2.2	Individuazione delle azioni di progetto	160
10.2.3	Individuazione degli aspetti ambientali	162
10.2.4	Componenti ambientali.....	164
10.2.5	Il quadro riassuntivo degli impatti.....	165
10.3	LO STATO QUALITATIVO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	166
10.3.1	Popolazione e salute umana.....	166
10.3.2	Biodiversità.....	184
10.3.3	Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare	241
10.3.4	Geologia e acque	303
10.3.5	Atmosfera	326
10.3.6	Sistema Paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali	338
10.3.7	Agenti fisici	344
10.3.7.3	Risorse naturali.....	346
11	ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI.....	348
11.1	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	348
11.1.1	Ambiente socio-economico	348
11.1.2	Interferenze con l’ordinaria circolazione automobilistica	351
11.1.3	Sintesi valutativa degli impatti attesi.....	352
11.2	BIODIVERSITÀ	355
11.2.1	Vegetazione, flora ed ecosistemi	355
11.2.2	Fauna	362
11.2.2.4	Impatti cumulativi	383
11.2.2.5	Quadro sinottico degli impatti stimati per la componente faunistica	383
11.3	SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	384

11.3.1	Principali fattori di impatto a carico della componente	384
11.3.2	Sintesi valutativa degli impatti attesi.....	389
11.3.3	Eventuali effetti sinergici.....	392
11.3.4	Misure di mitigazione previste	392
11.4	GEOLOGIA	397
11.4.1	Principali fattori a carico della componente.....	397
11.4.2	Sintesi valutativa degli impatti attesi.....	398
11.4.3	Misure di mitigazione previste	400
11.5	ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	400
11.5.1	Principali fattori di impatto a carico dell'ambiente idrico.....	400
11.5.2	Sintesi valutativa degli impatti attesi.....	401
11.5.3	Eventuali effetti sinergici.....	404
11.5.4	Misure di mitigazione previste	404
11.6	ATMOSFERA.....	405
11.6.1	Principali fattori di impatto (positivi e/o negativi) a carico della componente	405
11.6.2	Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale	406
11.6.3	Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale o sovralocale	407
11.6.4	Eventuali effetti sinergici.....	410
11.6.5	Misure di mitigazione previste	411
11.7	SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI	411
11.7.1	Premessa.....	411
11.7.2	Previsione degli effetti delle trasformazioni da un punto di vista paesaggistico	412
11.8	AGENTI FISICI.....	418
11.8.1	Aspetti generali.....	418
11.8.2	Emissione di rumore	419
11.8.3	Campi elettromagnetici.....	420
11.8.4	Ombreggiamento intermittente (shadow-flickering).....	425
11.8.5	Risorse naturali.....	426
12	BIBLIOGRAFIA	428

1 INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale (nel seguito SIA) è parte integrante della documentazione tecnico-progettuale predisposta ai fini dell'espletamento della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) del progetto di un parco eolico situato nei comuni di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca (Regione Sardegna – Provincia del Sud Sardegna).

L'iniziativa si inquadra nel programma di sviluppo di progetti da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) operato dal Gruppo GR Value attraverso le sue società controllate (GRV Wind Sardegna 6 S.r.l. per l'intervento in esame).

L'impianto sarà composto da 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).

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.

Poiché l'intervento risulta ascrivibile alla tipologia progettuale di cui all'Allegato II, punto 2) del D.Lgs. n.152 03/04/2006 ("Impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza superiore a 30 MW"), deve operarsi una preliminare Valutazione di impatto ambientale del progetto da parte dell'Autorità competente ai fini dell'emanazione del giudizio di compatibilità ambientale. Detta valutazione è propedeutica e condizionante ai fini del completamento dell'iter procedurale di Autorizzazione Unica.

In considerazione del carattere multidisciplinare della V.I.A., il presente SIA è stato redatto dalla società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l con il contributo di un team di professionisti ed esperti nelle discipline tecniche e scientifiche di preminente interesse ai fini una appropriata progettazione ambientale delle opere (geologia, geotecnica, pedologia, scienze naturali, acustica, archeologia, campi elettromagnetici).

Lo SIA è articolato in tre quadri di riferimento (Programmatico, Progettuale ed Ambientale) ed è corredato da numerose relazioni specialistiche di approfondimento dei principali aspetti ambientali nonché dagli allegati grafici descrittivi dei diversi quadri. Completano lo studio una Relazione di Sintesi destinata alla consultazione da parte del pubblico ed il Piano di monitoraggio delle componenti ambientali (PMA).

A valle della disamina del quadro ambientale di riferimento, lo SIA approfondisce l'analisi sulla ricerca degli accorgimenti progettuali finalizzati alla riduzione dei potenziali impatti negativi che l'intervento in esame può determinare nonché all'individuazione di possibili azioni compensative, laddove opportune.

L'analisi del contesto ambientale di inserimento del progetto è stata sviluppata attraverso la consultazione di numerose fonti informative e l'esecuzione di specifiche campagne di rilevamento diretto. Lo SIA ha fatto esplicito riferimento, inoltre, alle relazioni tecniche e specialistiche nonché agli elaborati grafici allegati al Progetto Definitivo dell'impianto.

L'illustrazione dei presupposti dell'opera, con particolare riferimento al quadro della situazione energetica a livello regionale, è stata condotta e sviluppata sulla base delle analisi contenute negli strumenti di Pianificazione regionale di settore.

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 ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

3.1 CONTENUTI DELLO SIA

Il presente Studio di impatto ambientale è stato redatto in coerenza con i contenuti previsti dall'Allegato VII, Parte II del D.Lgs. n.152 del 3 aprile 2006 e ss.mm.ii. "Contenuti dello Studio di Impatto Ambientale di cui all'art. 22" e dalle Linee Guida del 31 dicembre 2019 emanate dal MATTM.

Formalmente il documento si articola in distinte sezioni, relazioni specialistiche ed elaborati grafici e/o multimediali. Nella presente sezione introduttiva, 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 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, saranno 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 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 saranno 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 procederà a valutare qualitativamente e, se 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 procederà, infine, 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 ridurne 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.

3.2 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 FINALITÀ DELLA PROCEDURA DI IMPATTO AMBIENTALE

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"*.

5 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, Gersei, 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.

6 ANALISI DEL MOMENTO ZERO: LA SITUAZIONE PREESISTENTE ALL'INTERVENTO

Rimandando al quadro di riferimento ambientale 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 territoriale di sfondo.

6.1 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

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 6.1).

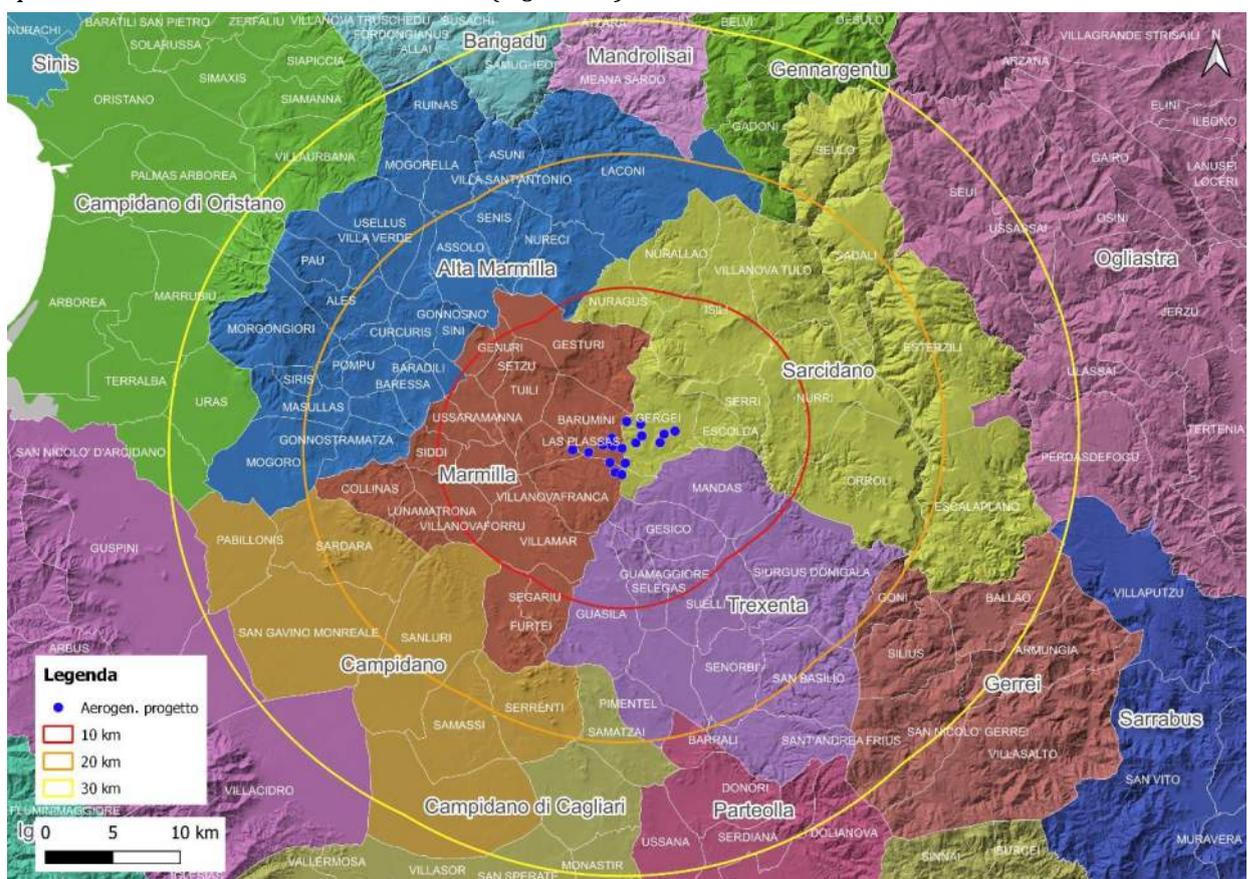


Figura 6.1 – Aerogeneratori in progetto e regioni storiche della Sardegna

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 6.4).

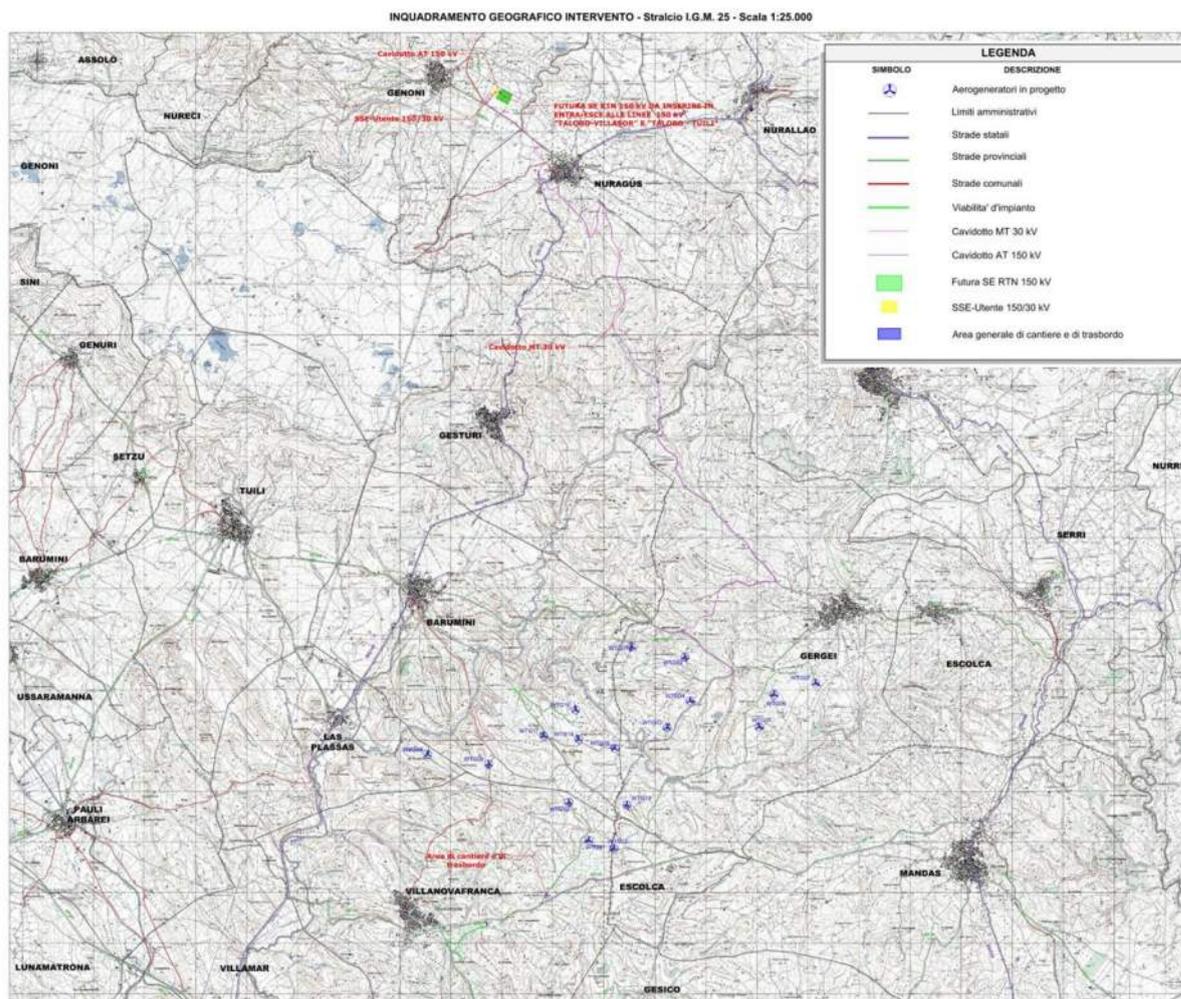


Figura 6.2: Inquadramento geografico di intervento su IGMI 1:25.000

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 6.2.

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.

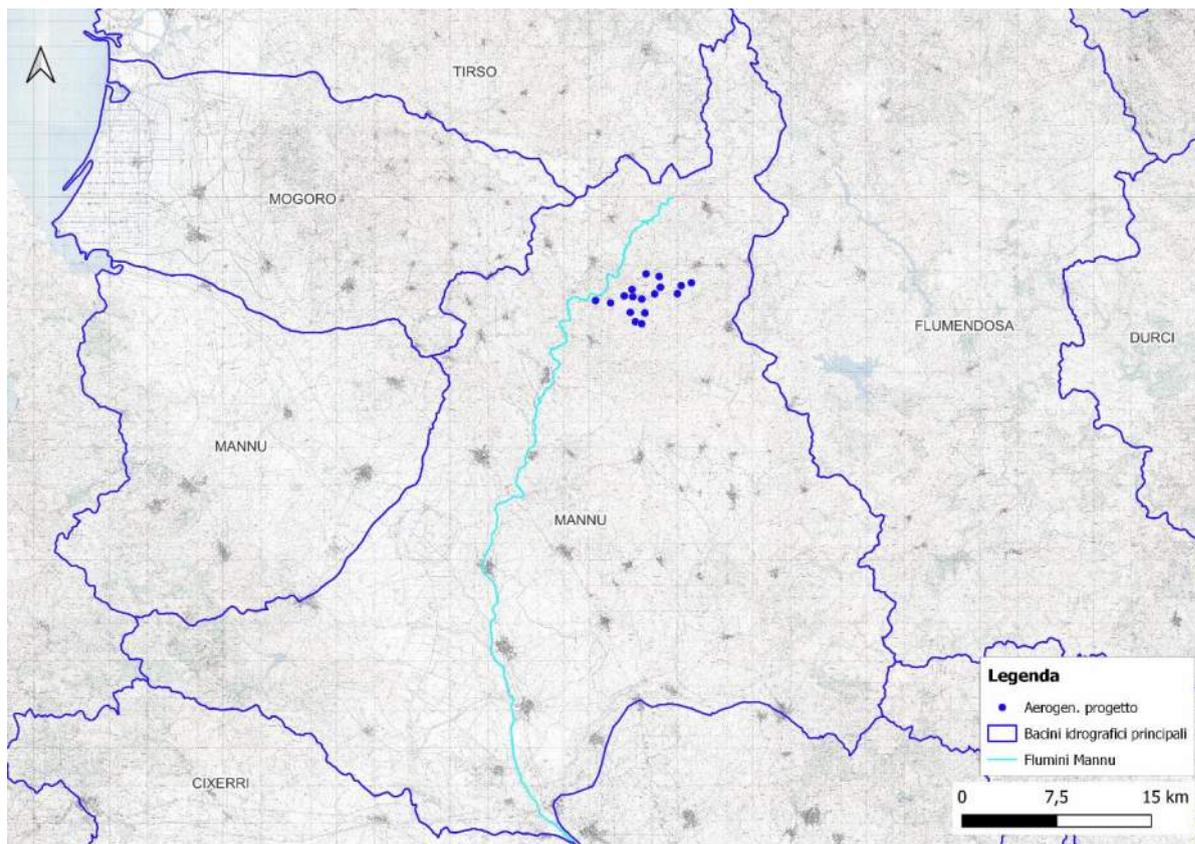


Figura 6.3 – Bacini idrografici di riferimento

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.

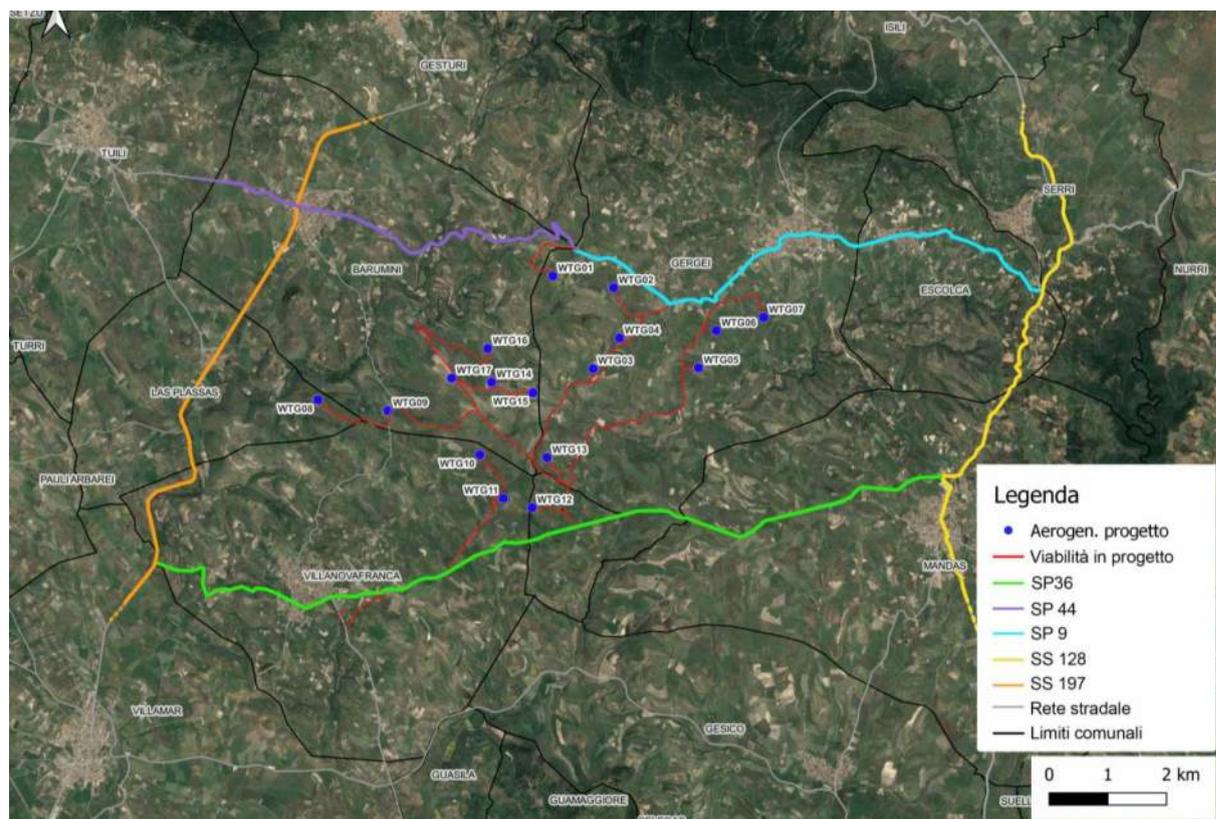


Figura 6.4 – Principali arterie stradali e sistema della viabilità di accesso all’impianto

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 6.1.

Tabella 6.1 - 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

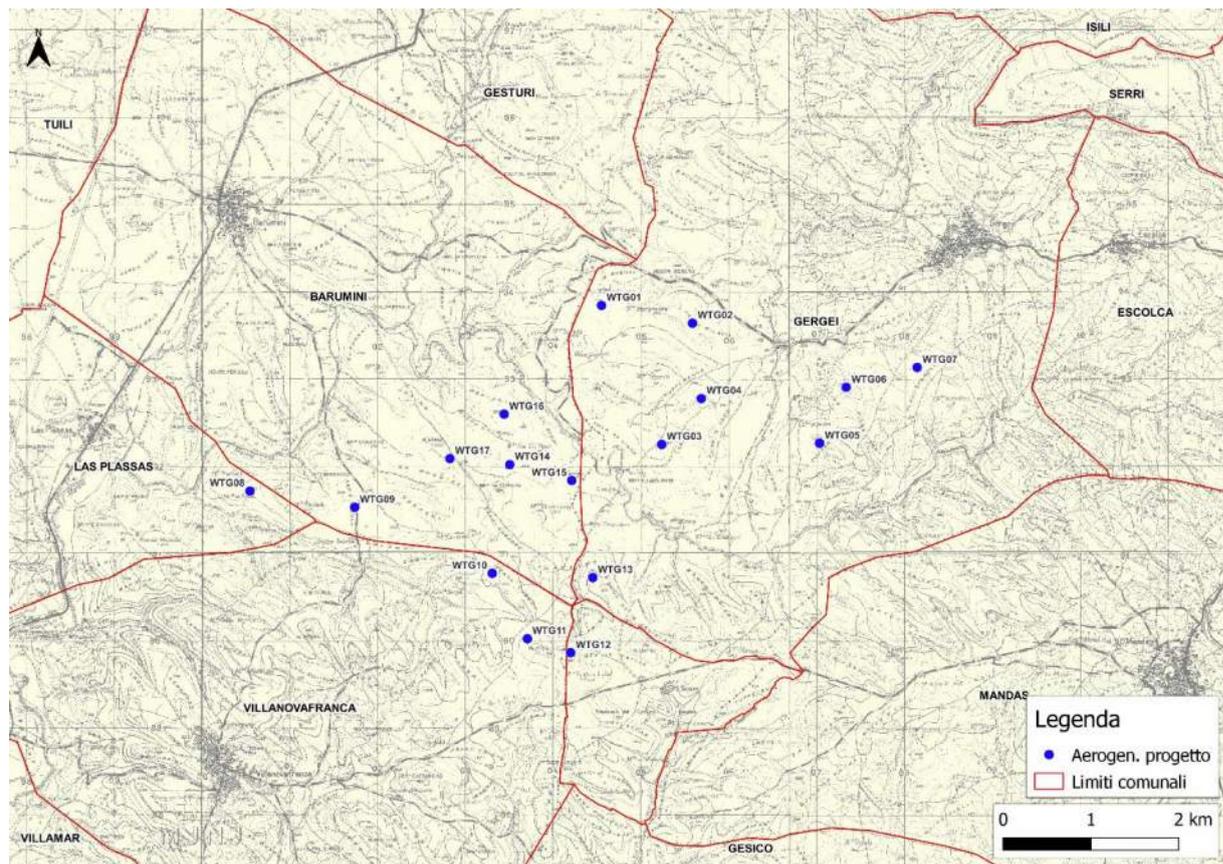


Figura 6.5 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su IGM storico

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 6.2 – 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 6.3 - 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 6.4.

Tabella 6.4: 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

6.2 PRINCIPALI CONNOTATI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI DELLE AREE INTERESSATE DALLE OPERE

6.2.1.1 L'area vasta

L'aspetto geografico caratterizzante il sito di progetto è la sua posizione baricentrica rispetto alla *Piana del Campidano* a sud e ad ovest, i rilievi del *Massiccio del Gennargentu* a nord-est, gli altopiani basaltici del *Sarcidano* e della *Marmilla* a nord, il *Monte Arci* a nord-ovest e i rilievi del *Gerrei* e del *Sarrabus* a sud-est. Un ulteriore elemento che caratterizza i territori in esame è il passaggio di due importanti corsi d'acqua: il *Flumendosa* che, con la sua valle, definisce il paesaggio a nord-est dell'area di impianto muovendosi dal limite amministrativo settentrionale a quello meridionale della regione storica del *Sarcidano*; il *Flumini Mannu* che con la sua valle e i suoi affluenti definisce il paesaggio ad ovest dell'area di impianto mettendo in connessione il limite amministrativo nord-orientale con quello meridionale della *Marmilla*.

Sotto il profilo amministrativo il territorio in esame ricade nelle regioni storiche della *Marmilla* e del *Sarcidano*.

L'area in esame si colloca, più precisamente, nella porzione centro-orientale della *Marmilla* e in quella occidentale del *Sarcidano* definite nei connotati paesaggistici e sociali da una economia agricola, in particolare per la produzione di grano e orzo, e pastorale storicamente salda.

La struttura del paesaggio, letta secondo il paradigma geddesiano dell'inscindibile terna "popolazione-attività-luoghi", può essere descritta a partire dalla componente idrologica e morfologica che determinano la natura dei luoghi e impongono gli usi storicamente consolidati che modellano l'ossatura portante della struttura paesaggistica dell'area in esame. La presenza dell'acqua, l'omogeneità morfologica del territorio e le estese superfici pianeggianti o debolmente collinari hanno garantito, da sempre, grande prosperità.

Ci si trova in un territorio caratterizzato, a sud-ovest, dalla *Piana del Campidano* che rappresenta un basso morfologico che si estende per circa 100 km con direzione NO-SE dal *Golfo di Oristano* al *Golfo di Cagliari*. Nella sua parte meridionale tale piana, di origine tettonica, si sovrappone alla più vasta fossa di età oligo-miocenica, il *Rift Sardo* (Cherchi & Montedart, 1982) che attraversa la Sardegna in senso meridiano unendo il *Golfo dell'Asinara* con quello di *Cagliari*.

La formazione del suddetto "rift" si deve ad un'intensa tettonica transtensiva sviluppatasi durante il Terziario che ne ha provocato lo sprofondamento mediante un complesso sistema di faglie dirette e trascorrenti impostate probabilmente su linee di debolezza erciniche, che localmente ha dato origine a rigetti dell'ordine anche dei 2.000 m. Le evidenze di queste faglie, orientate prevalentemente N-S e NNO-SSE e talora dislocate da lineazioni NE-SO, sono osservabili nell'area cagliaritano e a nord di essa dove hanno dato luogo ad un complesso sistema di "horst" e "graben" minori che ne giustificano l'attuale configurazione morfologica. Le faglie più importanti, per continuità e per l'entità del movimento crostale verticale, sono quelle che delimitano ad est e ad ovest, i bordi dell'attuale piana campidanese.

Parallelamente alle faglie che delimitano questa estesa pianura, un fitto sistema di faglie dirette orientate N-S e NNO-SSE interessa la *Trexenta*, la *Marmilla* ed il *Sarcidano*, che costituiscono i margini orientali del rift, e che, a causa della loro morfologia, presentano spessori più limitati e poco estesi di coperture quaternarie, principalmente confinate alle valli fluviali.

A nord del settore in studio si rinvencono estese coperture basaltiche di età pliocenica (i basalti delle *Giare di Gesturi* e di *Serri*) messe in posto su una superficie erosiva che taglia a quote diverse e la Formazione delle Marne di Gesturi. A nord dell'abitato di Gergei è visibile il basamento paleozoico che rappresenta uno scoglio tettonico affiorante dalle formazioni mioceniche. A sud-ovest affiora il complesso vulcanico di Furtei, un sistema di domi lavici e di depositi legati al loro collasso gravitativo.

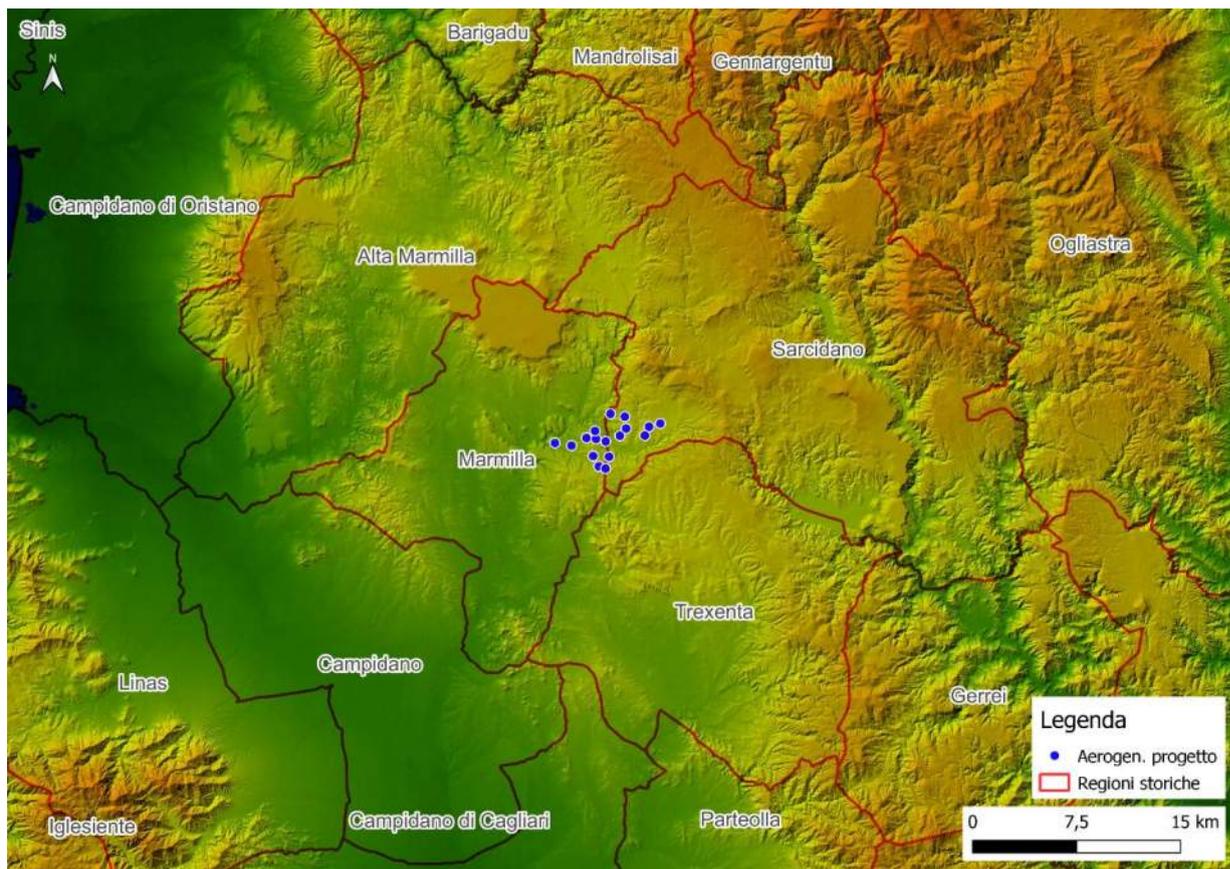


Figura 6.6 - Morfologia dell'area vasta

Nonostante la sostanziale uniformità del substrato, il paesaggio non è mai monotono grazie alla presenza di diversi elementi che caratterizzano il territorio: le giare che emergono ai margini della *Piana del Campidano*, i rilievi del *Monte Arci*, gli altopiani del *Sarcidano*, le incisioni vallive del *Flumendosa* ad est e del *Flumini Mannu* a ovest e dei loro affluenti.

Nel dettaglio, l'area dove verranno installati gli aerogeneratori, ad una quota che varia dai 240 a 350 m s.l.m. circa, si caratterizza per la morfologia ondulata 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.

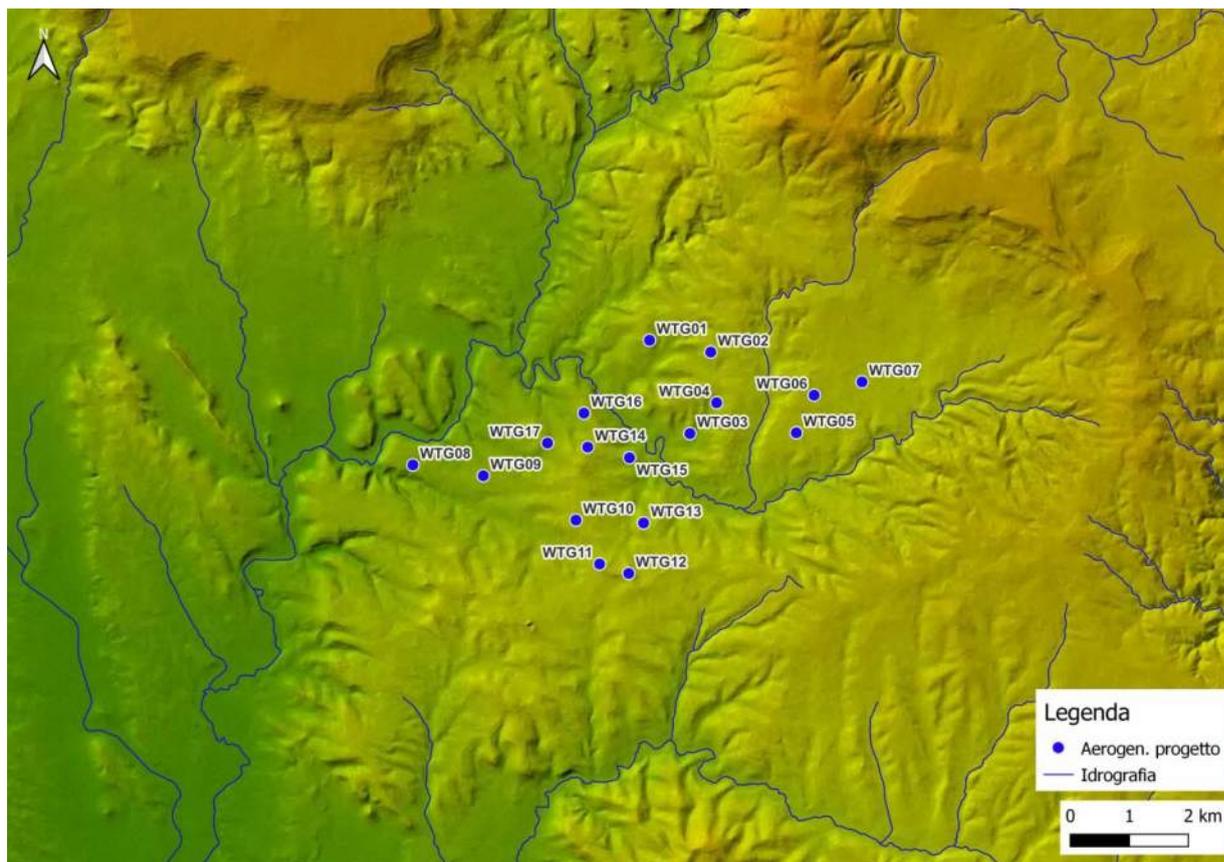


Figura 6.7 - Morfologia del sito di progetto

Le caratteristiche pedologiche sono strettamente legate alla natura della roccia madre, ai parametri climatici e alla vegetazione, sinergicamente interagenti. Mentre la natura geologica e i valori climatici rimangono relativamente invariabili, la vegetazione esistente ha di continuo subito l'azione antropica in relazione alle esigenze delle attività agro-pastorali e dal fenomeno degli incendi.

Secondo il Piano Forestale Ambientale Regionale dei distretti n. 17 “Giare” e n. 21 “Trexenta” (BACCHETTA et al., 2007a, b), la vegetazione predominante potenziale dei settori di area vasta ospitanti le opere in progetto è identificabile nella serie sarda, calcicola, termo-mesomediterranea della quercia di Virgilio (*Lonicero implexae-Quercetum virgiliana*) e, in particolare, si rileva l'attitudine per la sub-associazione *quercetosum virgiliana*.

L'intero progetto si sviluppa in corrispondenza di un complesso di deboli colline elevate sulla sponda idrografica sinistra del *Riu Mannu*, ove predominano paesaggi su marne e calcari marnosi fortemente influenzati dalle attività antropiche e, in particolare, dall'intenso sfruttamento a fini agro-zootecnici.

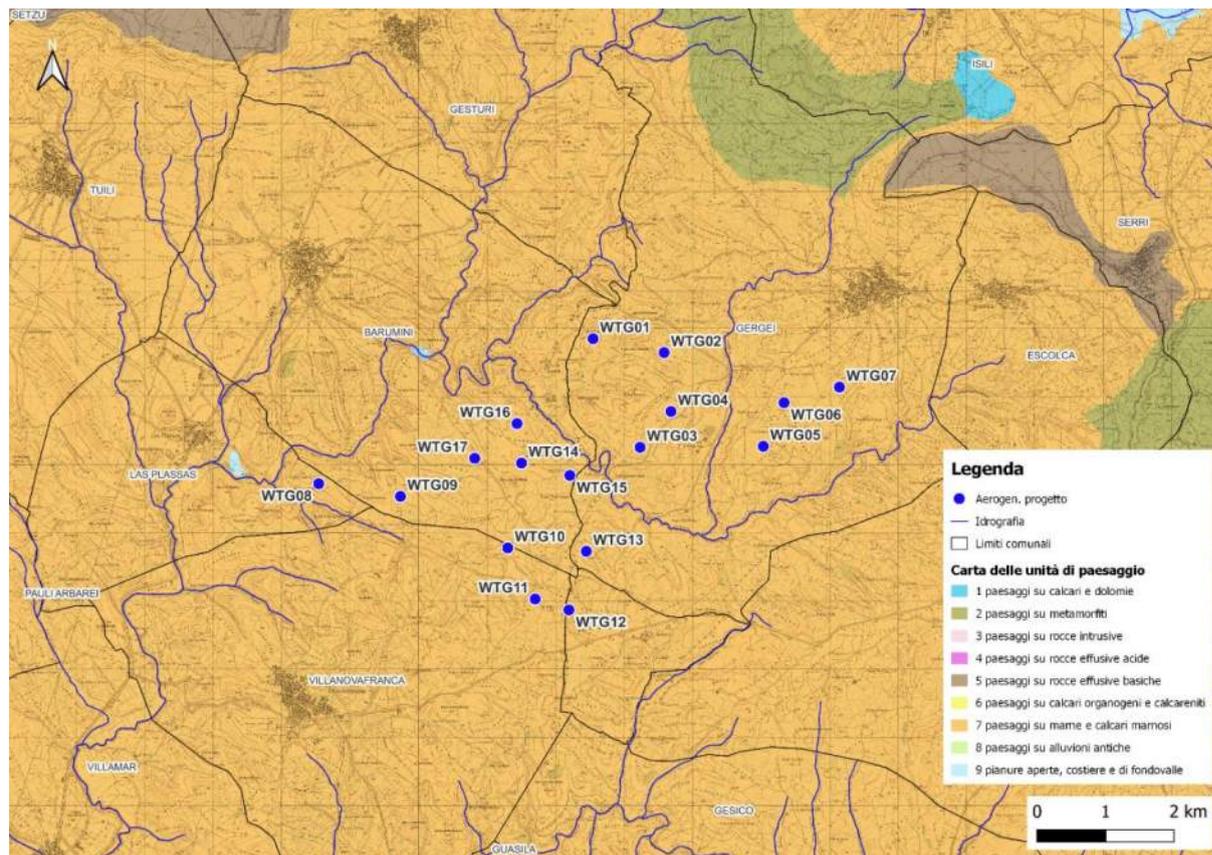


Figura 6.8 - Unità di paesaggio (Fonte PFAR, 2007)

Gran parte delle garighe mediterranee, presenti un tempo nel territorio in esame, sono state drasticamente ridotte e frammentate dal pluri-secolare sfruttamento dei territori ai fini agro-zootecnici, divenuto notevolmente più incisivo nell'ultimo secolo in seguito alla meccanizzazione del settore.

6.2.1.2 L'ambito ristretto di relazione del sito di progetto

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 sino 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.

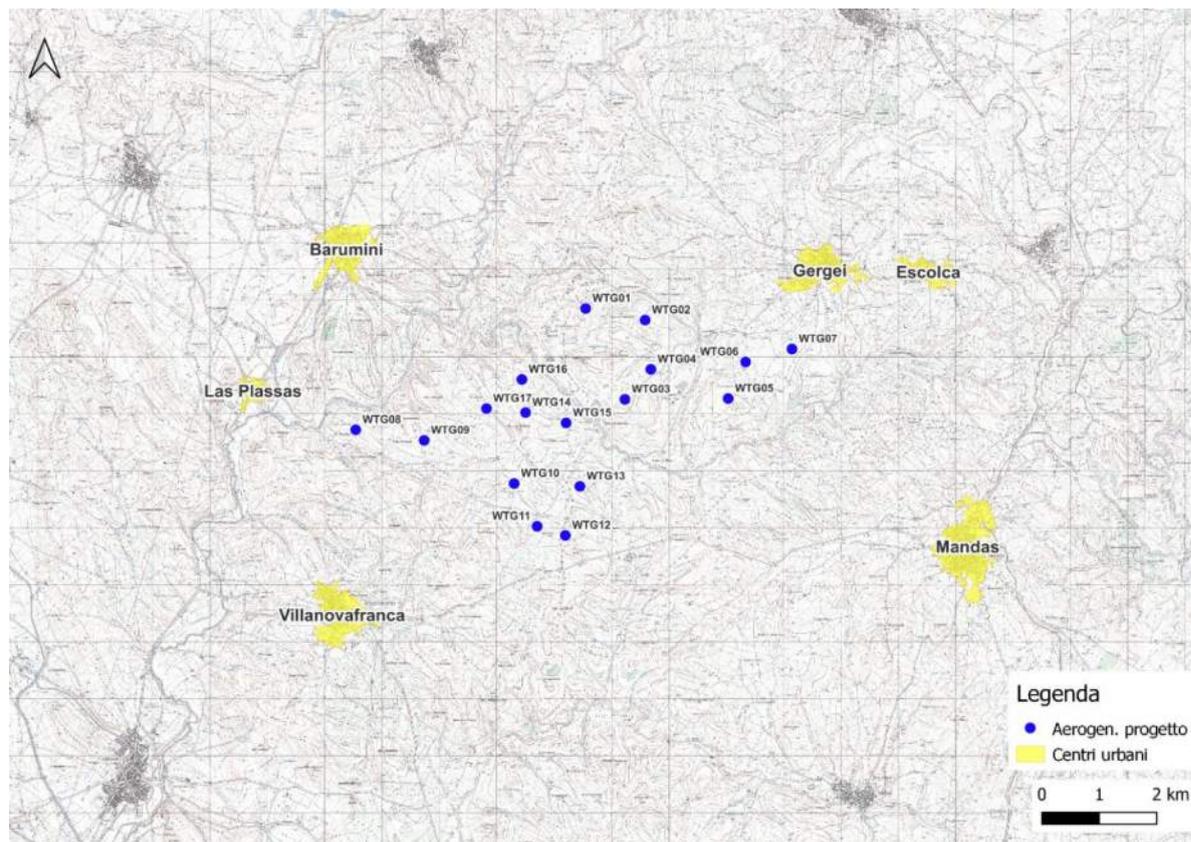


Figura 6.9 - Inquadramento dell'area di progetto su IGM 1:25000 con i centri urbani principali disposti attorno all'impianto

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*.

Gli aerogeneratori sono disposti secondo allineamenti principali con direzione sudovest-nordest, aventi sviluppo ortogonale alla direzione del vento dominante.

Sulla base della distribuzione territoriale delle postazioni eoliche e delle relative interdistanze è possibile individuare i seguenti 3 raggruppamenti:

- il primo, ad ovest, è composto dagli aerogeneratori WTG08 e WTG09 localizzati in un'area di cerniera tra la porzione di territorio pianeggiante a sud della *Giara di Gesturi* e i rilievi collinari del *Monte Fenugu*. Entrambi si trovano a sud del corso del *Flumini Mannu* che, con la sua valle, separa il *Monte Fenugu* dai rilievi collinari delle località *Tellas* e *Arrie Tuvulu*;
- il secondo è costituito dai WTG14 - 15 - 16 - 17 disposti sui rilievi collinari attorno a *Br.cu Sa Zeppara* e ad ovest del *Riu Murera*, affluente in ripa sinistra del *Flumini Mannu*;
- il terzo, ad est, è formato dai WTG05 - 06 - 07 ed è localizzato a sud-ovest del centro urbano di Gergei su un altopiano ad una quota compresa tra i 320 e i 340 m s.l.m.

- il terzo formato dai WTG01- 02 – 03 – 04 localizzati in un'area collinare caratterizzata da una morfologia ondulata tra le località *S'Erboxi*, a nord, e *Canalis* a sud. Tale porzione di territorio è racchiusa tra le due direttrici ambientali dei rii *Murera* a sud-ovest e *Auledu* ad est.;
- il quarto e ultimo raggruppamento è costituito dai WTG10 – 11 – 12 – 13 situati, nella porzione più a sud dell'impianto, sui rilievi collinari attorno al *M. Atzili* e a sud-ovest del *Riu Murera*.

All'interno del sistema territoriale descritto sono presenti diversi corsi d'acqua che circondano la porzione collinare in esame e lo incidono a sud, ovest e nord.

L'asta fluviale principale presente a ovest del territorio in esame è il *Flumini Mannu* che, con il suo affluente in ripa sinistra, il *Riu Murera*, attraversa il parco eolico da ovest verso est. A sud il territorio è inciso da tre vene d'acqua principali: il *Riu Sa Canna* che giunge al confine con l'edificato urbano di Villanovafranca; il *Riu Baccu Tufau* compreso tra il *Br.cu Sebiacquas* e il *Br.cu Perdu Murgia* e il *Torrente Lanessi* che scorre ad est del *Cuc.ru Murvonis* sino alla frazione S. Simone (Escolca) a sud-est del WTG12.

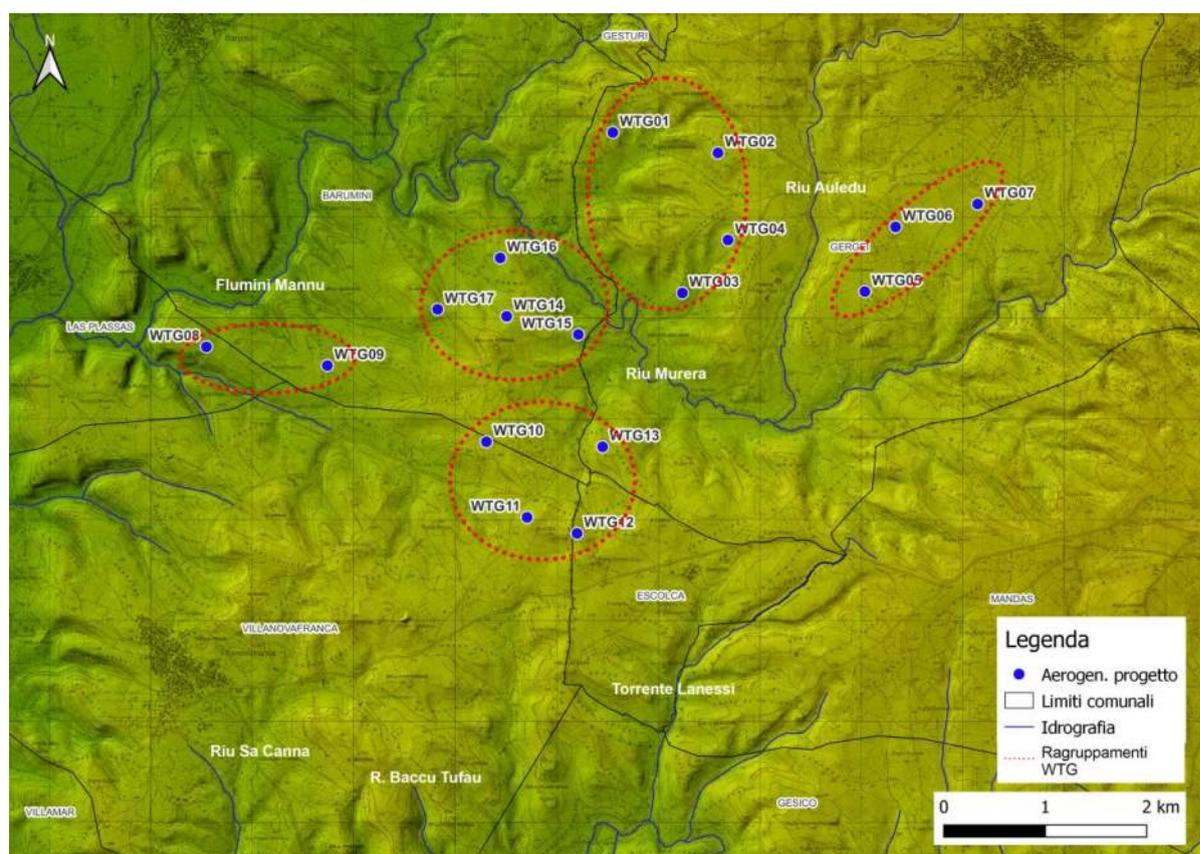


Figura 6.10 - Assetto morfologico del sito di progetto

Sotto il profilo dell'infrastrutturazione viaria, il sito è localizzato nella porzione di territorio racchiusa all'interno di 4 assi viari principali: la SP 44 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 come 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.

A sud dell'area di progetto, ad una distanza di circa 3 km, è presente un'area ZSC denominata "Monte San Mauro", un territorio collinare con rilievi dolci interessato a tratti da coltivazioni che, una volta abbandonate, vengono riconquistate dalle steppe ad *Ampelodesmos mauritanicus*.

La conformazione del territorio ha favorito lo sviluppo di un'economia basata prevalentemente sull'agricoltura e l'allevamento; questa impronta ha contribuito a caratterizzare e organizzare lo spazio rurale, instaurando nel tempo marcati processi di deforestazione con evidente depauperamento delle superfici boscate.

In particolare, l'area dove di progetto si contraddistingue per la presenza di seminativi e prati artificiali, con rada vegetazione arborea o arbustiva che risulta particolarmente frammentata.



Figura 6.11 – Veduta sull'area di installazione della postazione WTG08 (in primo piano), nella porzione occidentale dell'impianto. Visibili i tavolati con le incisioni vallive dei rii Tellas e Cardamoni



Figura 6.12 – Veduta da sud-ovest verso nord-est nei pressi della postazione WTG12. Sullo sfondo la Giara di Gesturi



Figura 6.13 - Vista sulla porzione centrale dell'area di impianto. Foto scattata nei pressi della postazione WTG16 da nord-ovest verso sud-est



Figura 6.14 – Vista sulla porzione centro-settentrionale dell'impianto. Foto scattata a sud della postazione WTG03 in direzione nord. Sullo sfondo, a destra, P.ta Trempu mentre a sinistra la Giara di Gesturi



Figura 6.15 - Vista sulla porzione nord-orientale dell'impianto. Foto scattata a ovest della postazione WTG06 in direzione est. Sullo sfondo a sinistra il centro urbano di Escolca, sulla destra i rilievi collinari ondulati alla base dei quali scorre il Riu Murera

Il sito di progetto è raggiungibile attraverso una rete di viabilità secondaria che si innesta sull'asse della SP 36 nei pressi delle località *Pranu Cristo* e *Gea Is Caulis*, ad est del centro urbano di Villanovafranca. Per quanto riguarda la viabilità di accesso per la postazione WTG01, a nord dell'impianto, si innesta sulla SP9 in località *S'Erboxi*.

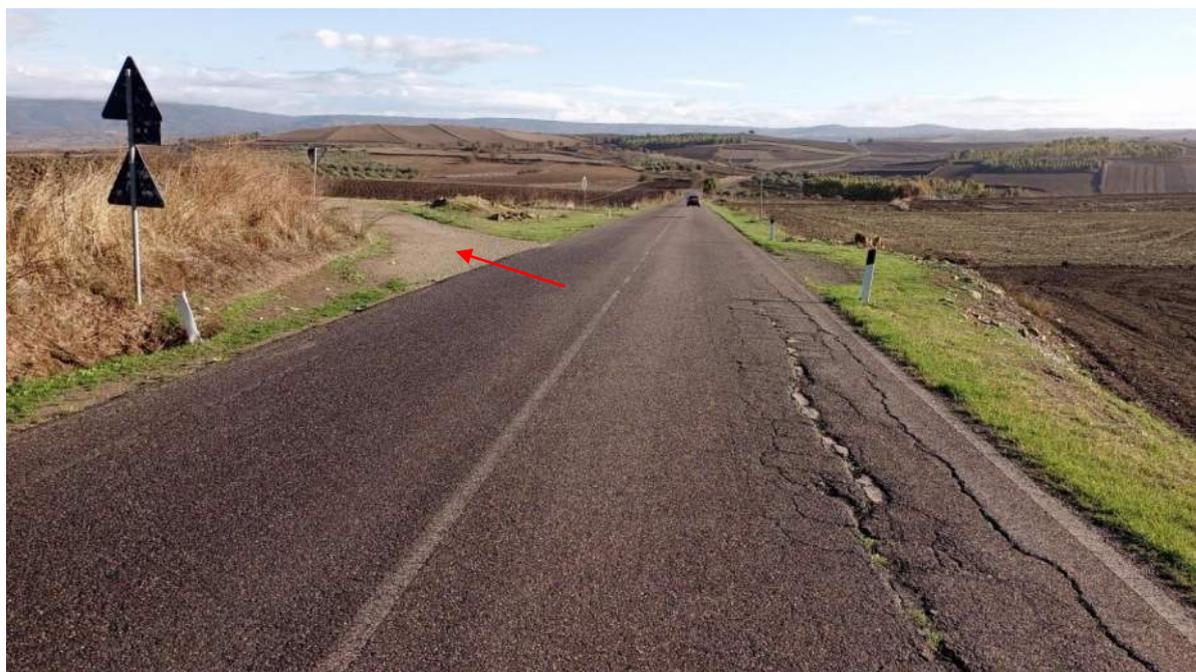


Figura 6.16 - Punto di innesto della viabilità locale di accesso all'impianto lungo la SP36 nei pressi della località Pranu Cristo. Foto scattata lungo la SP 36 in direzione Mandas



Figura 6.17 – Punto di innesto della viabilità locale di accesso all'impianto lungo la SP36 nei pressi della località Gea Is Caulis. Foto scattata lungo la SP 36 in direzione Mandas



Figura 6.18 - Punto di innesto della viabilità locale di accesso al WTG01 nella porzione settentrionale dell'impianto lungo la SP9 nei pressi della località S'Erboxi. Foto scattata lungo la SP 9 verso Barumini

7 AMBITO DI INFLUENZA POTENZIALE DELL'INTERVENTO

In termini generali l'area di influenza potenziale dell'intervento proposto rappresenta l'estensione massima di territorio entro cui, allontanandosi gradualmente dall'opera progettata, gli effetti sull'ambiente si affievoliscono fino a diventare inavvertibili. Peraltro, è importante precisare, a tal proposito, che i contorni territoriali di influenza dell'opera variano in funzione della componente ambientale considerata e raramente sono riconducibili ad estensioni di territorio geometricamente regolari.

Sulla base di tali assunzioni, considerata la tipologia di intervento proposto, è innegabile come l'aspetto correlato alla dimensione estetico-percettiva assuma preminente rilevanza rispetto agli altri fattori causali di impatto. Di fatto, dunque, i confini dell'ambito di influenza diretta dell'opera possono farsi ragionevolmente coincidere con il campo di visibilità dell'intervento.

La distanza di visibilità di un impianto eolico rappresenta la massima distanza espressa in chilometri da cui è possibile vedere un aerogeneratore di data altezza. L'altezza effettiva da considerare è evidentemente rappresentata dalla lunghezza del raggio del rotore sommata a quella della struttura fino al mozzo.

Per le finalità del presente SIA, il percorso metodologico e i criteri guida per lo sviluppo della parte operativa di valutazione paesaggistica sono stati individuati sulla base di una lettura interpretativa, comparativa e integrata, delle linee guida MIBAC del 2007 e delle più recenti Linee Guida regionali per i paesaggi industriali del 2015¹.

La differenza sostanziale tra gli approcci citati è la distinzione del criterio discriminante; infatti, se le linee guida RAS scelgono come parametro fondamentale per la visibilità l'elemento verticale, concentrandosi sull'altezza degli aerogeneratori, le linee guida MIBAC attribuiscono maggiore importanza alla fisiologia della visione e considerano come punto dirimente la capacità visiva dell'occhio. Nel documento MIBAC, infatti, l'ambito di influenza visiva è chiaramente esplicitato e suggerito in funzione del criterio citato: *"Il potere risolutivo dell'occhio umano ad una distanza di 20 km, pari ad un arco di 1 minuto (1/60 di grado), è di circa 5,8 m, il che significa che sono visibili oggetti delle dimensioni maggiori di circa 6 m. Considerato che il diametro in corrispondenza della navicella generalmente non supera i 3 m, si può ritenere che a 20km l'aerogeneratore abbia una scarsa visibilità ad occhio nudo e conseguentemente che l'impatto visivo prodotto sia sensibilmente ridotto."*

Nell'ambito delle analisi contenute nel presente SIA, l'ampiezza dell'area di studio è stata definita adottando un approccio sincretico rispetto alle posizioni teoriche appena illustrate e ispirato al principio di precauzione: l'area di studio è stata estesa sino ai 35 km di distanza dagli aerogeneratori periferici. In funzione della circostanza che la percezione visiva oltre i 20 km, in accordo alle linee guida MIBAC del 2007, appare legata al verificarsi di condizioni contingenti di visibilità ottimali e comunque riguarda elementi non preminenti nel quadro scenico, tale riferimento dei 20 km è stato considerato come limite per la descrizione dell'interferenza visiva attraverso lo strumento del rendering fotografico atto ad illustrare la situazione *post operam*.

Ragionando in funzione delle condizioni di visibilità dell'opera in progetto, tali peculiarità geomorfologiche si traducono in un bacino visivo che si manifesta con continuità nei contesti di visibilità teorica continui, nelle aree sub-pianeggianti, nelle porzioni collinari, nelle Giare e nelle aree della *Piana del Campidano* ove si esplica il fenomeno visivo (a circa 25km di distanza dall'impianto), e risulta "polverizzato" in numerose ridotte aree di visibilità nel resto del bacino visivo (WGG_RA5_7_Mappa di intervisibilità teorica - Bacino visivo e area di massima attenzione).

¹ Queste richiamano sul tema i risultati di uno studio della University of Newcastle "Visual Assessment of Windfarms Best Practice". Scottish Natural Heritage Commissioned Report (F01AA303A, 2002)

Sotto il profilo delle potenziali interferenze con le componenti vegetazionali e floristiche, in virtù della particolare tipologia di impianto e delle sue intrinseche caratteristiche di "sicurezza ambientale", l'analisi è stata focalizzata sulle aree ristrette di intervento.

Considerate le modalità di esercizio degli aerogeneratori, relativamente ai potenziali effetti degli stessi sulle risorse avifaunistiche, è stata individuata un'area vasta di preminente interesse rispetto all'esercizio dell'impianto, ricompresa entro una distanza di circa 0,5 km dagli aerogeneratori in progetto. In tal senso si ritiene che il raggio di 0,5 km sia sufficientemente rappresentativo al fine di verificare la presenza delle specie suscettibili ai potenziali disturbi da rumore in fase di cantiere o di esercizio ed evidenziare eventuali zone critiche a seguito di riscontro di aree sensibili, come i siti di riproduzione. Detta area, inoltre, si rivela sufficientemente rappresentativa ai fini della determinazione delle specie di interesse per la stima degli effetti derivanti dalla realizzazione/esercizio dell'opera. Sotto questo profilo, peraltro, come meglio precisato nel Quadro di riferimento ambientale e nella Relazione faunistica, le caratteristiche faunistiche dell'area di intervento, i criteri di posizionamento e il numero complessivo di aerogeneratori previsto (17 WTG disposti secondo direttrici principali SO-NE) consentono ragionevolmente di escludere il manifestarsi di impatti significativi.

Per quanto attiene agli ulteriori potenziali effetti ambientali, con particolare riferimento alla propagazione di rumore e campi elettromagnetici, gli stessi si ritengono principalmente circoscrivibili alle aree occupate dalle opere o immediatamente limitrofe ai siti di intervento.

In questo quadro, peraltro, corre l'obbligo di rimarcare i benefici effetti dell'intervento a livello globale in termini di riduzione delle emissioni atmosferiche da fonti energetiche non rinnovabili nonché di risparmio nell'utilizzo delle fonti fossili per la produzione di energia elettrica.

Come attestato, infine, dall'allegata Analisi costi-benefici (Elaborato WGG_RA14) la realizzazione ed esercizio della centrale eolica prospetta concrete ricadute dirette per i territori dei Comuni interessati dal progetto, esprimibili principalmente in termini di trasferimenti economici annuali alle Amministrazioni interessate, nonché di nuova occupazione generata, diretta e indiretta, ed impulso alle imprese ed operatori locali.

8 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

8.1 PREMESSA

La presente sezione dello Studio di impatto ambientale del parco eolico nel comune di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca – Provincia del Sud Sardegna, 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.

8.2 ASSETTO PROGRAMMATICO DI RIFERIMENTO

8.2.1.1 Quadro delle norme, piani, regolamenti e protocolli in tema di energia

Sono di seguito richiamati i riferimenti di ordine generale e gli strumenti di programmazione di maggiore interesse in materia di fonti energetiche rinnovabili.

8.2.1.2 Atti programmatici a livello internazionale

8.2.1.2.1 La convenzione sui cambiamenti climatici

La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (in inglese *United Nations Framework Convention on Climate Change* da cui l'acronimo UNFCCC o FCCC) è un trattato ambientale internazionale scaturito dalla Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED, United Nations Conference on Environment and Development), informalmente conosciuta come *Summit della Terra*, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992. Il trattato punta alla riduzione delle emissioni dei gas serra, attribuendo al riscaldamento globale un'origine antropogenica.

Il trattato, come stipulato originariamente, non poneva limiti obbligatori per le emissioni di gas serra alle singole nazioni; si trattava, pertanto, di un accordo legalmente non vincolante. Esso però includeva la possibilità che le parti firmatarie adottassero, in apposite conferenze, atti ulteriori (denominati "protocolli") che avrebbero posto i limiti obbligatori di emissioni. Il principale di questi, adottato nel 1997, è il protocollo di Kyoto, diventato molto più popolare che la stessa UNFCCC.

Il FCCC fu aperto alle ratifiche il 9 maggio 1992 ed entrò in vigore il 21 marzo 1994. Il suo obiettivo dichiarato è "*raggiungere la stabilizzazione delle concentrazioni dei gas serra in atmosfera a un livello sufficientemente basso per prevenire interferenze antropogeniche dannose per il sistema climatico*".

8.2.1.2.2 Il Protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto è un trattato internazionale in materia di ambiente sottoscritto nella città giapponese l'11 dicembre 1997 da più di 160 paesi in occasione della Conferenza COP3 della

Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) ed il riscaldamento globale.

Il trattato è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica da parte della Russia. Il 16 febbraio 2007 si è celebrato l'anniversario del 2° anno di adesione al Protocollo di Kyoto e lo stesso anno è ricorso il decennale dalla sua stesura.

8.2.1.2.3 La strategia energetica europea

Le politiche europee in materia di energia perseguono due principali obiettivi: quello della progressiva decarbonizzazione dell'economia e quello della piena realizzazione di un mercato unico.

Con specifico riguardo alle problematiche di maggiore interesse per il presente SIA, si evidenzia come negli ultimi anni l'Unione Europea abbia deciso di assumere un ruolo di *leadership* mondiale nella riduzione delle emissioni di gas serra. Il primo fondamentale passo in tale direzione è stato la definizione di obiettivi ambiziosi già al 2020.

Nel 2008, l'Unione Europea ha varato il "Pacchetto Clima-Energia" (cosiddetto "Pacchetto 20-20-20"), con i seguenti obiettivi energetici e climatici al 2020:

- un impegno unilaterale dell'UE a ridurre di almeno il 20% entro il 2020 le emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990. Gli interventi necessari per raggiungere gli obiettivi al 2020 continueranno a dare risultati oltre questa data, contribuendo a ridurre le emissioni del 40% circa entro il 2050.
- un obiettivo vincolante per l'UE di contributo del 20% di energia da fonti rinnovabili sui consumi finali lordi entro il 2020, compreso un obiettivo del 10% per i biocarburanti.
- una riduzione del 20% nel consumo di energia primaria rispetto ai livelli previsti al 2020, da ottenere tramite misure di efficienza energetica.

Tale obiettivo, solo enunciato nel pacchetto, è stato in seguito declinato, seppur in maniera non vincolante, nella direttiva efficienza energetica approvata in via definitiva nel mese di ottobre 2012.

Inoltre, nell'ambito dell'Unione Europea si è iniziato a discutere sugli scenari e gli obiettivi per orizzonti temporali di lungo e lunghissimo termine, oltre il 2020. Nello studio denominato *Energy Roadmap 2050* si prevede, infatti, una riduzione delle emissioni di gas serra del 80-95% entro il 2050 rispetto ai livelli del 1990, con un abbattimento per il settore elettrico di oltre il 95%. I diversi scenari esaminati dalla Commissione per questo percorso assegnano grande importanza all'efficienza energetica e alla produzione da fonti rinnovabili, guardando anche con attenzione all'utilizzo di energia nucleare e allo sviluppo della tecnologia CCS (*Carbon Capture and Storage*), e prevedendo un ruolo fondamentale per il gas durante la fase di transizione, che consentirà di ridurre le emissioni sostituendo carbone e petrolio nella fase intermedia, almeno fino al 2030 - 2035. I principali cambiamenti strutturali identificati includono:

- un aumento della spesa per investimenti e una contemporanea riduzione di quella per il combustibile;
- un incremento dell'importanza dell'energia elettrica, che dovrà quasi raddoppiare la quota sui consumi finali (fino al 36-39%) e contribuire alla decarbonizzazione dei settori dei trasporti e del riscaldamento;
- un ruolo cruciale affidato all'efficienza energetica, che potrà raggiungere riduzioni fino al 40% dei consumi rispetto al 2005;
- un incremento sostanziale delle fonti rinnovabili, che potranno rappresentare il 55% dei consumi finali di energia (e dal 60 al 90% dei consumi elettrici);
- un incremento delle interazioni tra sistemi centralizzati e distribuiti.

A fronte di tali ambiziosi obiettivi, in ambito Commissione Europea, inoltre, è già cominciata una riflessione per individuare le azioni ulteriori rispetto al Pacchetto 20-20-20 che saranno necessarie per la realizzazione degli obiettivi di lungo-lunghissimo periodo della Roadmap: circa le fonti rinnovabili la Commissione suggerisce l'adozione di *milestones* al 2030 e ha annunciato la presentazione di proposte concrete per le politiche da adottare dopo il 2020.

Gli obiettivi chiave per il 2030 previsti per il pacchetto clima e energia sono la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, l'accrescimento della quota di energia rinnovabile utilizzata e quello dell'efficienza energetica.

Tali obiettivi in materia di energie rinnovabili e di efficienza energetica sono stati rivisti al rialzo nel 2018.

Nel frattempo, i principali Paesi europei si stanno muovendo verso l'adozione di obiettivi di strategia energetica in linea con quelli comunitari. Ne sono esempio le strategie energetiche di Germania, Regno Unito e Danimarca.

La Germania, con la "Energiewende", si propone: una produzione da rinnovabili pari al 18% dei consumi finali al 2020, per arrivare fino al 60% al 2050 (con obiettivo di sviluppo rinnovabili nel settore elettrico pari al 35% al 2020, e fino all'80% al 2050); una riduzione dei consumi primari al 2020 del 20% rispetto ai valori del 2008 (in particolare, è attesa una riduzione dei consumi elettrici del 10% al 2020), per arrivare fino al 50% nel 2050; il progressivo phase-out delle centrali nucleari entro il 2022.

Il Governo del Regno Unito ("*Enabling the transition to a Green Economy*") ha attivato una serie di strumenti di policy a supporto della transizione verso la green economy. Tra gli obiettivi del Governo inglese al 2020, vi è la riduzione delle emissioni di gas serra del 34% e la produzione del 15% dell'energia tramite fonti rinnovabili.

La Danimarca, con la "Strategia Energetica 2050", si propone un orientamento di lungo periodo flessibile, che punta a rendere il Paese indipendente dai combustibili fossili entro il 2050, fissando come punti chiave del percorso al 2020: la produzione da rinnovabili al 30% dei consumi finali e la riduzione dei consumi primari del 4% rispetto ai valori del 2006.

L'Italia ad oggi ha già raggiunto gli obiettivi sulle rinnovabili prefissati per il 2020, con una produzione del 17,5% sui consumi complessivi. L'obiettivo da raggiungere entro il 2030 è del 28% di rinnovabili sui consumi complessivi da declinarsi in:

- rinnovabili elettriche al 55,4% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015, l'eolico dovrà contribuire a questo traguardo con 40 TWh al 2030;
- rinnovabili termiche al 31% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015;
- rinnovabili nei trasporti al 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015.

Altra data fondamentale è quella del 30 novembre 2016 in cui la Commissione europea ha presentato il pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei" (anche noto come Winter package o Clean energy package), che comprende diverse misure legislative nei settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica. Il 4 giugno 2019 il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha adottato le ultime proposte legislative previste dal pacchetto, composto dai seguenti atti legislativi:

- Regolamento UE n. 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia;
- Direttiva UE 2018/2002 sull'efficienza energetica che modifica la Direttiva 2012/27/UE;
- Direttiva UE 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- Regolamento (UE) 2018/842 sulle emissioni di gas ad effetto serra, che modifica il Regolamento (UE) n. 525/2013, sulle emissioni di gas ad effetto serra;
- Regolamento (UE) 2018/841, modificativo del precedente regolamento (UE) n. 525/2013 – in ottemperanza agli impegni assunti a norma dell'Accordo di Parigi del 2016, fissa, all'articolo 4 e allegato I, i livelli vincolanti delle riduzioni delle emissioni di

gas a effetto serra di ciascuno Stato membro al 2030. Per l'Italia, il livello fissato al 2030 è del -33% rispetto al livello nazionale 2005. L'obiettivo vincolante a livello unionale è di una riduzione interna di almeno il 40 % delle emissioni di gas a effetto serra nel sistema economico rispetto ai livelli del 1990, da conseguire entro il 2030;

- Direttiva (UE) 2018/844 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica (Direttiva EPBD-Energy Performance of Buildings Directive);
- Regolamento (UE) n. 2019/943/UE, sul mercato interno dell'energia elettrica (testo per rifusione); Direttiva (UE) 2019/944 relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE;
- Regolamento (UE) n. 2019/941 sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica, che abroga la direttiva 2005/89/CE Regolamento (UE) 2019/942 che istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per la cooperazione fra i regolatori nazionali dell'energia.

L'attuale Commissione Ue, guidata da Ursula von Der Leyen, ha presentato a dicembre 2019 il suo Green Deal (GD) che punta a realizzare un'economia "neutrale" sotto il profilo climatico entro il 2050, ossia azzerare le emissioni nette di CO₂ con interventi in tutti i settori economici, dalla produzione di energia ai trasporti, dal riscaldamento/raffreddamento degli edifici alle attività agricole, nonché nei processi manifatturieri, nelle industrie "pesanti" e così via.

Tra i temi più importanti su energia e ambiente del GD:

- la possibilità di eliminare i sussidi ai combustibili fossili e in particolare le esenzioni fiscali sui carburanti per navi e aerei, seguendo la logica che il costo dei mezzi di trasporto deve riflettere l'impatto di tali mezzi sull'ambiente;
- la possibilità di adottare una "carbon border tax" per tassare alla frontiera le importazioni di determinati prodotti, in modo che il loro prezzo finale rispecchi il reale contenuto di CO₂, ossia la quantità di CO₂ rilasciata nell'atmosfera per produrre quelle merci;
- Decarbonizzare il mix energetico, puntando in massima parte sulle rinnovabili, con la contemporanea rapida uscita dal carbone.

Sono state prese in considerazione tutte le azioni necessarie in tutti i settori, compresi un aumento dell'efficienza energetica e dell'energia da fonti rinnovabili, in maniera da garantire il progredire verso un'economia climaticamente neutra e gli impegni assunti nel quadro dell'accordo di Parigi.

Obiettivi chiave per il 2030:

- una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)
- una quota almeno del 32% di energia rinnovabile
- un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

L'obiettivo della riduzione del 40% dei gas serra è attuato mediante il sistema di scambio di quote di emissione dell'UE (il cd ETS), il regolamento sulla condivisione degli sforzi con gli obiettivi di riduzione delle emissioni degli Stati membri, e il regolamento sull'uso del suolo, il cambiamento di uso del suolo e la silvicoltura. In tal modo tutti i settori contribuiranno al conseguimento dell'obiettivo del 40% riducendo le emissioni e aumentando gli assorbimenti.

Al fine di mettere in atto e realizzare questi obiettivi chiave, il 14 luglio 2021 la Commissione europea ha adottato un pacchetto di proposte per rendere le politiche dell'UE in materia di clima, energia, uso del suolo, trasporti e fiscalità idonee a ridurre le emissioni nette di gas serra di almeno il 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990.

Il pacchetto contiene in tutto 13 nuove proposte legislative per riformare diversi settori e prevede innanzitutto di rivedere il sistema di scambio di quote di carbonio denominato ETS, che, nello specifico, viene anche allargato al settore marittimo; viene introdotto un nuovo sistema parallelo riservato ai trasporti su strada e ai sistemi di riscaldamento degli edifici.

I target di abbattimento delle emissioni del vecchio sistema ETS entro il 2030 passano dal -43% al -61% sui livelli del 2005. Il nuovo ETS, invece, avrà un obiettivo di taglio emissioni del 43% al 2030 sui livelli del 2005 e sarà in vigore dal 2025.

È prevista altresì la revisione della direttiva RED (*Renewable Energy Directive*) sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. La Commissione ha stabilito nuovi target vincolanti sulle fonti pulite, precisando anche quali fonti di energia possono essere considerate pulite. La direttiva sulle energie rinnovabili fisserà un obiettivo maggiore per produrre il 40% della nostra energia da fonti rinnovabili entro il 2030. Tutti gli Stati membri contribuiranno a questo obiettivo e verranno proposti obiettivi specifici per l'uso delle energie rinnovabili nei trasporti, nel riscaldamento e raffreddamento, negli edifici e nell'industria. La produzione e l'uso di energia rappresentano il 75% delle emissioni dell'UE e, quindi, è fondamentale accelerare la transizione verso un sistema energetico più verde.

8.2.1.2.4 Rapporti del progetto con i protocolli internazionali in materia di contrasto ai cambiamenti climatici

In relazione alla coerenza dell'intervento con il quadro della normativa e dei piani di settore si evidenzia come le opere proposte siano in totale sintonia con gli obiettivi globali di riduzione delle emissioni di gas-serra auspicati da protocolli internazionali adottati per contrastare i cambiamenti climatici, e dalle conseguenti politiche comunitarie e nazionali.

8.2.1.3 Quadro strategico e regolatorio a livello nazionale

8.2.1.4 Principali atti normativi

8.2.1.4.1 Il D.Lgs. 387/2003

La legislazione nazionale nel campo delle fonti rinnovabili discende direttamente dal recepimento delle direttive Europee di settore ed è incentrata su un sistema di incentivazione che permetta di raggiungere gli obiettivi comunitari.

Tra i provvedimenti legislativi più significativi, il D.Lgs. 387/2003 rappresenta il primo strumento completo che detta le regole per il mercato delle energie rinnovabili. Il Decreto ha apportato cambiamenti sostanziali alla legislazione in materia energetica. In particolare, sono state introdotte misure addizionali, finalizzate a perfezionare il funzionamento del meccanismo vigente in Italia per l'incentivazione delle fonti rinnovabili per la produzione di elettricità, rendendolo più adeguato rispetto agli obiettivi da conseguire, tenendo conto delle esigenze specifiche delle diverse fonti e tecnologie

Per quanto riguarda gli aspetti amministrativi, vale la pena richiamare i punti salienti dell'articolo 12 del D. Lgs. 387/03, che stabilisce come la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, siano soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o altro soggetto istituzionale delegato dalla regione, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico.

Il Decreto ha individuato, infine, la necessità di un raccordo e una concertazione tra Stato e Regioni per la ripartizione dell'obiettivo nazionale di sviluppo della produzione di energia da fonti rinnovabili. Tale ripartizione è stata determinata con D.M. 15 marzo 2012.

8.2.1.4.2 Le Linee Guida per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili (D.M. 10/09/2010)

8.2.1.4.2.1 Contenuti

Nell'ambito della seduta dell'8 luglio 2010 della Conferenza Unificata Stato Regioni, dopo anni di ritardo rispetto all'emanazione del D.Lgs. 387/2003, sono state approvate le linee guida per lo svolgimento del procedimento relativo alla costruzione e all'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003. Le Linee Guida sono state emanate con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 10/09/2010 e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale del 18 settembre 2010 n. 219.

Obiettivo delle Linee Guida nazionali predisposte dal Ministro dello sviluppo economico di concerto con il Ministro dell'ambiente e con il Ministro per i Beni e le Attività Culturali, è quello di definire modalità e criteri unitari sul territorio nazionale per assicurare uno sviluppo ordinato sul territorio delle infrastrutture energetiche. Con le Linee Guida vengono fornite regole certe che favoriscono gli investimenti e consentono di coniugare le esigenze di crescita e il rispetto dell'ambiente e del paesaggio.

Attraverso le Linee Guida:

- Sono dettate regole per la **trasparenza amministrativa** dell'iter di autorizzazione e sono declinati i principi di pari condizioni e trasparenza nell'accesso al mercato dell'energia;
- Sono individuate modalità per il **monitoraggio** delle realizzazioni e **l'informazione** ai cittadini;
- È regolamentata l'autorizzazione delle infrastrutture connesse e, in particolare, delle **reti elettriche**;
- Sono individuate, fonte per fonte, le tipologie di impianto e le modalità di installazione che consentono l'accesso alle **procedure semplificate** (denuncia di inizio attività e attività edilizia libera);
- Sono individuati i contenuti delle istanze, le modalità di avvio e svolgimento del **procedimento unico di autorizzazione**;
- Sono predeterminati i criteri e le modalità di **inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio**, con particolare riguardo agli impianti eolici (per cui è stato sviluppato un allegato ad hoc – Allegato 4);
- Sono dettate modalità **per coniugare esigenze di sviluppo del settore e tutela del territorio**: eventuali aree non idonee all'installazione degli impianti da fonti rinnovabili possono essere individuate dalle Regioni esclusivamente nell'ambito dei provvedimenti con cui esse fissano gli strumenti e le modalità per il raggiungimento degli obiettivi europei in materia di sviluppo delle fonti rinnovabili.

Con particolare riferimento alle tematiche di interesse per il presente SIA si rileva come, al fine di accelerare l'iter di autorizzazione alla costruzione e all'esercizio degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, in attuazione delle disposizioni delle linee guida, le Regioni e le Province autonome possano procedere all'indicazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti secondo le modalità di cui all'art. 17 e sulla base dei criteri di cui all'Allegato 3. L'individuazione della "non idoneità" dell'area è operata dalle Regioni attraverso un'apposita istruttoria avente ad oggetto la ricognizione delle disposizioni volte alla tutela

dell'ambiente, del paesaggio, del patrimonio storico e artistico, delle tradizioni agroalimentari locali, della biodiversità e del paesaggio rurale che identificano obiettivi di protezione non compatibili con l'insediamento, in determinate aree, di specifiche tipologie e/o dimensioni di impianti, i quali determinerebbero, pertanto, una elevata probabilità di esito negativo delle valutazioni, in sede di autorizzazione.

Come chiaramente specificato dalle Linee Guida, l'individuazione delle aree e dei siti non idonei mira non già a rallentare la realizzazione degli impianti, bensì ad offrire agli operatori un quadro certo e chiaro di riferimento e orientamento per la localizzazione dei progetti. L'individuazione delle aree precluse all'installazione di specifiche categorie di impianti da fonte rinnovabile dovrà essere effettuata dalle Regioni con propri provvedimenti nei quali dovranno essere indicati come aree e siti non idonei le aree particolarmente sensibili e/o vulnerabili alle trasformazioni territoriali o del paesaggio, ricadenti all'interno di quelle di seguito elencate, in coerenza con gli strumenti di tutela e gestione previsti dalle normative vigenti e tenendo conto delle potenzialità di sviluppo delle diverse tipologie di impianti :

- i siti inseriti nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO, le aree ed i beni di notevole interesse culturale di cui alla Parte Seconda del D.Lgs. 42 del 2004, nonché gli immobili e le aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 dello stesso decreto legislativo;
- zone all'interno di coni visuali la cui immagine è storicizzata e identifica i luoghi anche in termini di notorietà internazionale di attrattività turistica;
- zone situate in prossimità di parchi archeologici e nelle aree contermini ad emergenze di particolare interesse culturale, storico e/o religioso;
- le aree naturali protette ai diversi livelli (nazionale, regionale, locale) istituite ai sensi della Legge 394/91 ed inserite nell'Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette, con particolare riferimento alle aree di riserva integrale e di riserva generale orientata di cui all'articolo 12, comma 2, lettere a) e b) della legge 394/91 ed equivalenti a livello regionale;
- le zone umide di importanza internazionale designate ai sensi della Convenzione di Ramsar;
- le aree incluse nella Rete Natura 2000 designate in base alla Direttiva 92/43/CEE (Siti di importanza Comunitaria) ed alla Direttiva 79/409/CEE (Zone di Protezione Speciale); le Important Bird Areas (I.B.A.);
- le aree non comprese in quelle di cui ai punti precedenti ma che svolgono funzioni determinanti per la conservazione della biodiversità (fasce di rispetto o aree contigue delle aree naturali protette; istituendo aree naturali protette oggetto di proposta del Governo ovvero di disegno di legge regionale approvato dalla Giunta; aree di connessione e continuità ecologico-funzionale tra i vari sistemi naturali e seminaturali; aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette; aree in cui è accertata la presenza di specie animali e vegetali soggette a tutela dalle Convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle Direttive comunitarie (79/409/CEE e 92/43/CEE), specie rare, endemiche, vulnerabili, a rischio di estinzione;
- le aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, in coerenza e per le finalità di cui all'art. 12, comma 7, del decreto legislativo 387 del 2003 anche con riferimento alle aree, se previste dalla programmazione regionale, caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo;

- le aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrare nei Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottati dalle competenti Autorità di Bacino ai sensi del D.L. 180/98 e s.m.i.;
- zone individuate ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42 del 2004 e ss.mm.ii. valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendano incompatibili con la realizzazione degli impianti.

Come chiaramente esplicitato nel D.M., peraltro, *“L'individuazione delle aree e dei siti non idonei non potrà in ogni caso riguardare porzioni significative del territorio o zone genericamente soggette a tutela dell'ambiente, del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, né tradursi nell'identificazione di fasce di rispetto di dimensioni non giustificate da specifiche e motivate esigenze di tutela. La tutela di tali interessi è infatti salvaguardata dalle norme statali e regionali in vigore ed affidate nei casi previsti, alle amministrazioni centrali e periferiche, alle Regioni, agli enti locali ed alle autonomie funzionali all'uopo preposte, che sono tenute a garantirla all'interno del procedimento unico e della procedura di Valutazione dell'Impatto Ambientale nei casi previsti.”*

8.2.1.4.2.1 Rapporti con il progetto

La Parte IV delle Linee Guida approvate con DM 10/09/2010, al punto 16, definisce i criteri generali per l'inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio.

In particolare, al punto 16.1 sono individuati i requisiti per la valutazione positiva dei progetti.

La corrispondenza tra i suddetti requisiti e il caso in esame viene individuata in Tabella 8.1 per ogni singola voce.

Tabella 8.1 - Correlazione tra requisiti per la valutazione positiva dei progetti e il caso in esame

Criteria	Interazione col progetto	Grado di rispondenza
a) la buona progettazione degli impianti	Il progetto è stato redatto da una società di ingegneria con ampio <i>know-how</i> specifico sulla progettazione ambientale degli impianti da FER e provvista di sistema di gestione della qualità certificato ai sensi della norma UNI EN ISO 9001:2015	Alto
b) la valorizzazione dei potenziali energetici	Il significativo potenziale eolico del territorio in esame è uno dei principali motivi alla base della scelta localizzativa del progetto.	Alto
c) il ricorso a criteri progettuali volti ad ottenere il minor consumo di territorio	Gli impianti eolici sono di per sé una delle tipologie di impianti di produzione elettrica che richiede la minore sottrazione di suolo in rapporto alla produzione elettrica attesa. Nel caso specifico, la superficie agricola complessivamente occupata dalle opere sarà di appena 15 ettari circa a ripristino avvenuto, in rapporto ad un areale di circa 995 ettari individuato come poligono di inviluppo contenente le postazioni eoliche.	Alto
d) il riutilizzo di aree già degradate da attività antropiche	Nessuna rispondenza individuabile.	-
e) una progettazione legata alle specificità dell'area	L'integrazione con il contesto agricolo di intervento può riconoscersi: <ul style="list-style-type: none"> nella minima occupazione di suolo, nella scelta di mirati interventi di ripristino ambientale a conclusione della fase di cantiere, nella razionalizzazione della viabilità di servizio dell'impianto, impostata preferibilmente sulla viabilità locale esistente o secondo tracciati di minimo intralcio alla prosecuzione delle attuali pratiche agricole e zootecniche. 	Alto
f) la ricerca e la sperimentazione di soluzioni progettuali innovative	L'impianto sarà realizzato in accordo con le più evolute tecnologie messe a disposizione dallo stato dell'arte.	Alto
g) il coinvolgimento dei cittadini	Si rimanda all'analisi costi-benefici allegata allo SIA per la disamina delle numerose opportunità socio-economiche ed occupazionali per il territorio sottese dalla realizzazione dell'impianto.	Alto
h) il recupero di energia termica	Non pertinente per il caso in esame.	-

Il punto 16.3 richiama invece le misure di mitigazione indicate al paragrafo 3.2 dell'Allegato 4 al DM 10/09/2010, la cui rispondenza costituisce elemento di valutazione favorevole del progetto.

Tra queste, quelle che hanno maggiormente ispirato il progetto verso la minimizzazione degli impatti sono:

- assecondare le geometrie consuete del territorio (criterio a), attraverso il rafforzamento della viabilità interpodereale esistente;
- realizzazione della viabilità di servizio evitando la finitura con pavimentazione stradale bituminosa e assicurando il rivestimento con materiali permeabili (criterio c);
- utilizzo di colorazioni neutre e vernici antiriflettenti (criterio f);
- interrimento dei cavidotti a bassa, media e alta tensione (criteri d e p);
- evitare la realizzazione di cabine di trasformazione a base palo, avendosi il trasformatore BT/MT integrato nella torre di sostegno (criterio h);
- scelta dell'ubicazione d'impianto ad adeguata distanza dai principali punti panoramici o da luoghi di alta frequentazione (criterio l);
- evitare l'eccessivo affollamento aumentando, a parità di potenza complessiva, la potenza unitaria delle macchine e quindi la loro dimensione, riducendone contestualmente il numero (criterio m), escludendo l'"effetto selva" e l'"effetto grappolo";
- rispetto delle interdistanze tra le turbine suggerite al criterio n (3-5 diametri sulla direzione perpendicolare a quella del vento dominante e 5-7 diametri nella direzione prevalente del vento).

Il punto 16.4 attiene all'inserimento del progetto in aree caratterizzate da produzioni di qualità.

Nello Quadro di riferimento dello SIA si è dedicata una specifica analisi rispetto alle interazioni con il Patrimonio agroalimentare; da questa si evince che l'impianto in progetto non interferisce negativamente con nessuna produzione di qualità, così individuabile a livello regionale (<http://www.sardegnaagricoltura.it>):

- a) Vini DOP e IGP della Sardegna
- b) Olio extravergine di oliva Sardegna DOP
- c) Carciofo Spinoso di Sardegna DOP
- d) Zafferano di Sardegna DOP
- e) Culurgionis d'Ogliastra IGP
- f) Fiore Sardo DOP
- g) Pecorino Sardo DOP
- h) Pecorino Romano DOP
- i) Agnello di Sardegna IGP.

Nessuno dei siti interessati dal progetto risulta legato a produzioni di qualità di cui ai punti da a) a e).

Per quanto riguarda i prodotti caseari citati e le altre produzioni del settore dell'allevamento, anche laddove gli operatori agricoli interessati dal progetto aderissero ai consorzi citati, non può ravvisarsi alcuna interferenza apprezzabile con il progetto proposto.

La tecnologia dell'eolico, infatti, risulta tra le meno impattanti in assoluto rispetto alla qualità delle produzioni agricole e zootecniche; ciò in relazione al minimo consumo di suolo e alla totale assenza di emissioni (solide, liquide o aeriformi).

Infine, il D.M. 10/09/2010 dedica una particolare attenzione agli impianti eolici, indicando, nell'Allegato 4, i criteri per il loro corretto inserimento nel paesaggio e nel territorio e possibili misure di mitigazione di cui tener conto, *fermo restando che la sostenibilità degli impianti dipende da diversi fattori e che luoghi, potenze e tipologie differenti possono presentare criticità sensibilmente diverse.*

Paesaggio

In riferimento alle analisi paesaggistiche a corredo del progetto di impianto eolico denominato "Luminu", l'allegata Relazione paesaggistica, redatta in accordo con le indicazioni metodologiche previste dal D.P.C.M. 12/12/2005, sviluppa in modo esteso, secondo quanto previsto dall'Allegato 4 del D.M. 10/09/2010, i seguenti campi di analisi e valutazione:

Analisi dei livelli di tutela

Sono opportunamente evidenziati i diversi livelli "...operanti nel contesto paesaggistico e nell'area di intervento considerata, rilevabili dagli strumenti di pianificazione paesaggistica, urbanistica e territoriale e da ogni fonte normativa, regolamentare e provvedimentale; è altresì fornita "indicazione della presenza di beni culturali tutelati ai sensi della Parte seconda del Codice dei beni culturali e del paesaggio";

Analisi delle caratteristiche del paesaggio nelle sue diverse componenti, naturali ed antropiche

In riferimento all'area vasta di intervento sono descritti ed analizzati: i caratteri geomorfologici, la presenza di sistemi naturalistici (biotopi, riserve, parchi naturali, boschi), i sistemi insediativi storici (centro storico di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca, edifici storici diffusi), i paesaggi agrari, le tessiture territoriali storiche (viabilità storica); i sistemi tipologici di forte caratterizzazione locale e sovralocale, l'eventuale appartenenza a percorsi panoramici o ad ambiti di percezione da punti o percorsi panoramici, l'eventuale appartenenza ad ambiti a forte valenza simbolica;

Analisi dell'evoluzione storica del territorio

Attraverso l'ausilio di immagini satellitari si è messa in evidenza la tessitura storica del paesaggio agrario.

Analisi dell'intervisibilità dell'impianto nel paesaggio

Nell'elaborato WGG_RA5_10 (Fotosimulazioni di impatto estetico percettivo), si è rappresentato lo stato attuale dell'area d'intervento e del contesto paesaggistico, da luoghi di normale accessibilità e da punti e percorsi panoramici, dai quali sia possibile cogliere con completezza le fisionomie fondamentali del territorio.

Si è affrontato il tema degli effetti cumulativi concernenti la componente visiva del paesaggio, indagando il modo in cui la realizzazione dell'impianto eolico in progetto potrà modificare il quadro percettivo, avuto riguardo degli effetti visivi determinati da altri impianti analoghi esistenti nel contesto territoriale di analisi (Elaborato WGG_RA12).

L'analisi dell'interferenza visiva è esplicitata:

- definendo il bacino visivo dell'impianto eolico, inteso come porzione di territorio interessato costituito dall'insieme dei punti di vista da cui l'impianto è chiaramente visibile;

- analizzando il suddetto ambito territoriale attraverso mappe di intervisibilità del parco eolico eseguite in ambiente GIS;
- procedendo alla ricognizione dei centri abitati e dei beni culturali e paesaggistici riconosciuti come tali ai sensi del Decreto legislativo 42/2004, distanti in linea d'aria non meno di 50 volte l'altezza massima del più vicino aerogeneratore, dai quali documentare fotograficamente l'interferenza con le nuove strutture;
- elaborando un cospicuo numero di fotoinserti attraverso lo strumento del rendering fotografico (Elaborati WGG_RA5_13 e WGG_RA5_14), rispetto ai predetti punti di presa significativi;
- descrivendo l'interferenza visiva dell'impianto rispetto a criteri quali l'ingombro dei coni visuali da punti di vista prioritari e l'alterazione del valore panoramico del sito oggetto di installazione.

Flora, Fauna e ecosistemi

Come più oltre specificato:

- il progetto ha previsto misure di mitigazione atte a minimizzare le modifiche dell'habitat in fase di cantiere e di esercizio;
- le soluzioni tecniche delle turbine in progetto propongono l'utilizzo di aerogeneratori con torri tubolari, con bassa velocità di rotazione delle pale e privi di tiranti;
- a termine della fase di cantiere è previsto il ripristino e/o recupero della vegetazione eliminata e restituzione alle condizioni iniziali delle aree interessate dall'opera non più necessarie alla fase di esercizio (piste, aree di cantiere e di stoccaggio dei materiali);
- i cavidotti di trasporto dell'energia elettrica sono progettati tutti esclusivamente in interro;
- l'analisi degli impatti sulla fauna è stata focalizzata sulle specie più sensibili e su quelle di pregio, in particolare sull'avifauna e sui chiropteri, oggetto di uno specifico monitoraggio annuale *ante-operam*.

Geomorfologia e territorio

È stata prevista l'adozione delle seguenti misure di mitigazione:

- minima distanza di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, non inferiore ai 200 m, essendo stata prevista cautelativamente una distanza minima da tali unità pari a 500 m;
- minima distanza di ciascun aerogeneratore dai centri abitati individuati dagli strumenti urbanistici vigenti non inferiore a 6 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore (i.e. 200m) con la sola eccezione della postazione WTG07 che dista circa 1000m dal centro abitato di Gergei;
- il progetto ha ricercato le soluzioni per ridurre al minimo l'approntamento di nuova viabilità, utilizzando, per quanto tecnicamente fattibile, i percorsi viari di accesso presenti;
- le opere in progetto sono previste su aree stabili dal punto di vista geomorfologico, distanti da aree in cui si possono innescare fenomeni di erosione;
- il progetto ha ricercato le soluzioni tecniche per minimizzare la produzione di terre e rocce da scavo, conseguendo un accettabile bilanciamento tra scavi e rinterri.

Interferenze sonore ed elettromagnetiche

- la distanza del parco eolico dai più prossimi ricettori acustici riconosciuti nel territorio, in rapporto alle caratteristiche dei luoghi ed alla configurazione dell'impianto, è risultata adeguata rispetto all'obiettivo di escludere disturbi legati alla rumorosità;

- l'analisi acustica ha previsto l'esecuzione di rilevamenti fonometrici al fine di verificare l'osservanza dei limiti indicati nel D.P.C.M. del 14.11.1997 e il rispetto di quanto previsto dalla zonizzazione acustica comunale ai sensi della L. 447/95 con particolare riferimento ai ricettori sensibili;
- in riferimento alla protezione dai campi elettromagnetici:
 - è allegata al progetto una relazione tecnica di calcolo del campo elettrico e del campo di induzione magnetica (corredata dai rispettivi diagrammi) che mette in luce il rispetto dei limiti della Legge 22 febbraio 2001, n. 36 e dei relativi decreti attuativi.
 - Tutte le linee elettriche sono state previste in modalità interrata *con una profondità minima di 1 m*;
 - Il trasformatore di macchina sarà posizionato all'interno dell'involucro della navicella dell'aerogeneratore.

Incidenti

- è stata valutata la gittata massima degli elementi rotanti in caso di rottura accidentale, verificando l'assenza di fabbricati con presenza permanente di persone entro la distanza di possibile proiezione degli organi rotanti;
- le distanze delle turbine eoliche dalle strade principali più prossime (SP9, SP5 e SP36) è superiore all'altezza massima raggiunta dalle pale in rotazione.

8.2.1.5 *Principali atti programmatici*

8.2.1.5.1 *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e Strategia Energetica Nazionale (SEN)*

La strategia nazionale si muove nel quadro degli obiettivi di politica energetica delineati a livello europeo, ulteriormente implementati con l'approvazione da parte della Commissione UE, a novembre 2016, del *Clean Energy Package*.

La SEN di novembre 2017 ha costituito la base programmatica e politica per la preparazione del PNIEC; gli scenari messi a punto durante l'elaborazione della SEN 2017 sono stati utilizzati per le sezioni analitiche del Piano, contribuendo anche a indicare le traiettorie di raggiungimento dei diversi target e l'evoluzione della situazione energetica italiana.

La nuova SEN 2017 prevede i seguenti macro-obiettivi di politica energetica:

- migliorare la competitività del Paese, al fine di ridurre il gap di prezzo e il costo dell'energia rispetto alla UE, assicurando che la transizione energetica di più lungo periodo (2030-2050) non comprometta il sistema industriale italiano ed europeo a favore di quello extra-UE;
- raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di de-carbonizzazione al 2030 definiti a livello europeo, con un'ottica ai futuri traguardi stabiliti nella Conferenza sul clima a Parigi nel Dicembre 2015 (COP21) e in piena sinergia con la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile. A livello nazionale, lo scenario che si propone prevede il phase out degli impianti termoelettrici italiani a carbone entro il 2030, in condizioni di sicurezza;
- continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità e sicurezza dei sistemi e delle infrastrutture.

Sulla base dei precedenti obiettivi, sono individuate le seguenti priorità di azione:

- lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili in cui gli specifici obiettivi sono:

- raggiungere il 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015;
- rinnovabili elettriche al 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015;
- rinnovabili termiche al 30% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015;
- rinnovabili trasporti al 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015.
- l'efficienza energetica per cui gli obiettivi sono:
 - riduzione dei consumi finali (10 Mtep/anno nel 2030 rispetto al tendenziale);
 - cambio di mix settoriale per favorire il raggiungimento del target di riduzione CO₂ non-ETS, con focus su residenziale e trasporti.
- sicurezza energetica. La nuova SEN si propone di continuare a migliorare sicurezza e adeguatezza dei sistemi energetici e flessibilità delle reti gas ed elettrica così da:
 - integrare quantità crescenti di rinnovabili elettriche, anche distribuite, e nuovi player, potenziando e facendo evolvere le reti e i mercati verso configurazioni smart, flessibili e resilienti;
 - gestire la variabilità dei flussi e le punte di domanda gas e diversificare le fonti e le rotte di approvvigionamento nel complesso quadro geopolitico dei paesi da cui importiamo gas e di crescente integrazione dei mercati europei;
 - aumentare l'efficienza della spesa energetica grazie all'innovazione tecnologica.
- competitività dei mercati energetici. In particolare, il documento si propone di azzerare il gap di costo tra il gas italiano e quello del nord Europa, nel 2016 pari a circa 2 €/MWh, e di ridurre il gap sui prezzi dell'elettricità rispetto alla media UE, pari a circa 35 €/MWh nel 2015 per la famiglia media e intorno al 25% in media per le imprese;
- l'accelerazione nella decarbonizzazione del sistema: il phase out dal carbone. Si prevede in particolare una accelerazione della chiusura della produzione elettrica degli impianti termoelettrici a carbone al 2025, da realizzarsi tramite un puntuale e piano di interventi infrastrutturali.
- tecnologia, ricerca e innovazione. La nuova SEN pianifica di raddoppiare gli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico clean energy: da 222 Milioni nel 2013 a 444 Milioni nel 2021.

Gli obiettivi delineati nella SEN sono stati in qualche modo "superati" dagli obiettivi, più ambiziosi, contenuti nel **Piano nazionale integrato per l'energia e il clima** per gli anni 2021-2030; relativamente all'energia rinnovabile, il PNIEC fissa un obiettivo di copertura, nel 2030, del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili. In particolare, si prevede che il contributo delle rinnovabili al soddisfacimento dei consumi finali lordi totali al 2030 sia così differenziato tra i diversi settori:

- 55,4% di quota rinnovabili nel settore elettrico;
- 33% di quota rinnovabili nel settore termico (usi per riscaldamento e raffrescamento);
- 21,6% per quanto riguarda l'incorporazione di rinnovabili nei trasporti.

Nel PNIEC viene definito, oltre all'obiettivo percentuale al 2030, anche una proiezione di crescita sui diversi contributi che avranno le rinnovabili.

Nella Figura 8.1 viene delineata la proiezione della produzione da FER sino al 2030.

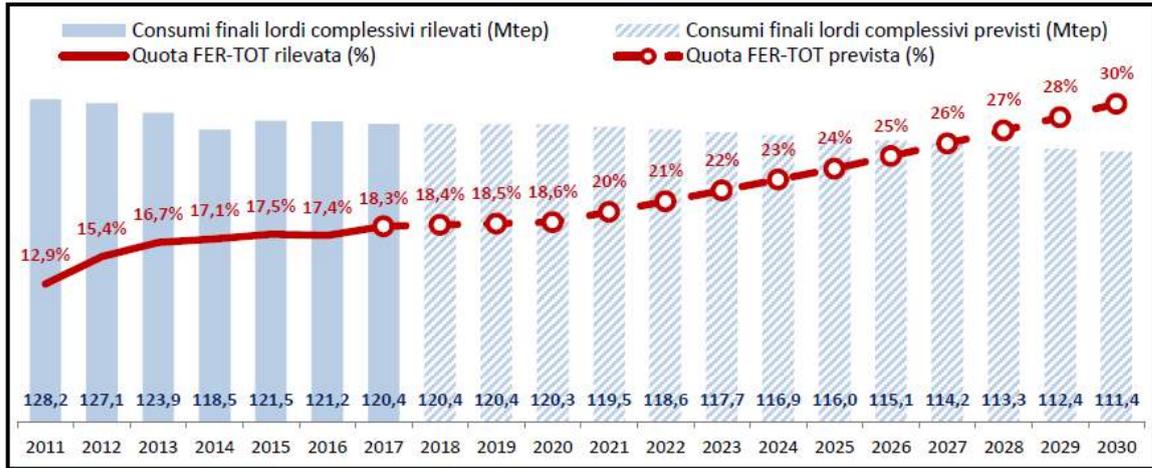


Figura 8.1 - Quota di produzione da FER al 2030

Nelle Figure seguenti sono riportate le percentuali di riduzione da quota rinnovabile per le FER elettriche, FER termiche e FER da trasporti.

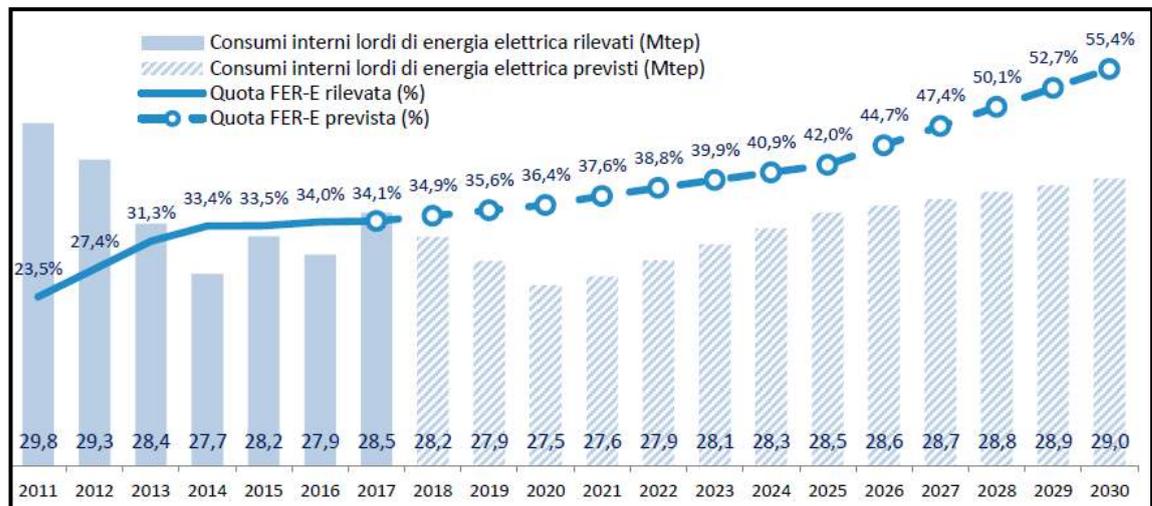


Figura 8.2 - Quota di FER Elettriche

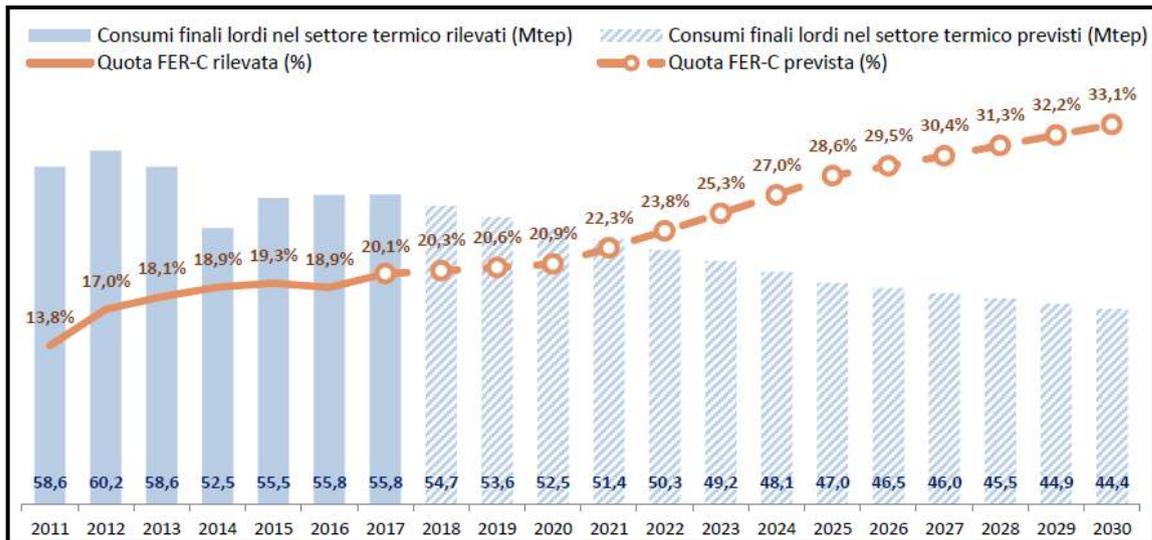


Figura 8.3 – Quota di FER termiche

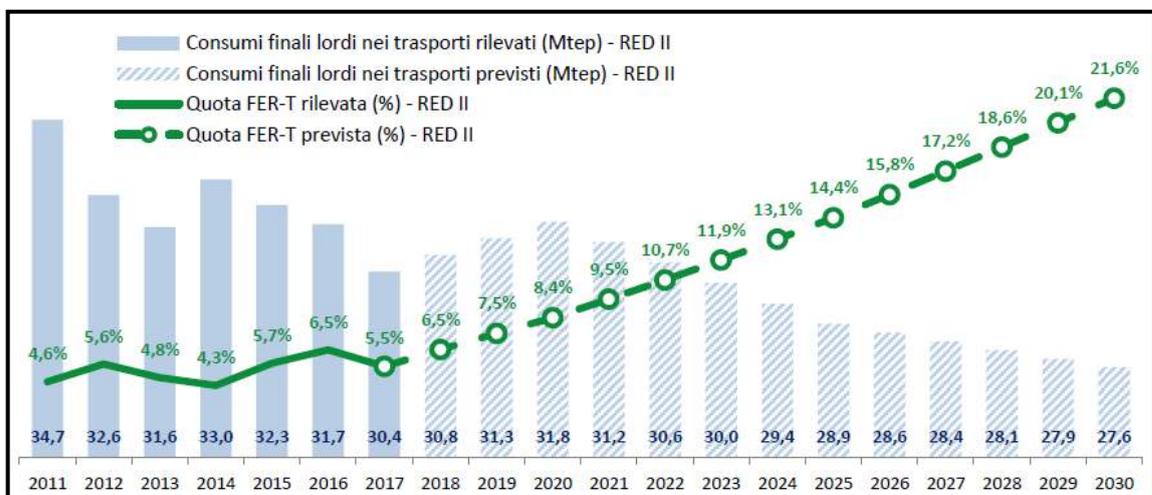


Figura 8.4 – Quota di FER trasporti

Relativamente al settore elettrico, è prevista una forte penetrazione dell'eolico e del fotovoltaico attraverso la stimolazione di una nuova produzione (è auspicata una nuova potenza installata media annua dal 2019 al 2030 pari, rispettivamente, a circa 3200 MW e circa 3800 MW, a fronte di un installato medio degli ultimi anni complessivamente di 700 MW), nonché promuovendo il *revamping* e il *repowering* degli impianti esistenti.

Tabella 8.2 – Obiettivi di crescita della potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030 (Fonte: PNIEC)

Fonte	2016	2017	2025	2030
Idrica	18.641	18.863	19.140	19.200
Geotermica	815	813	920	950
Eolica	9.410	9.766	15.950	19.300
di cui off shore	0	0	300	900
Bioenergie	4.124	4.135	3.570	3.760
Solare	19.269	19.682	28.550	52.000
di cui CSP	0	0	250	880
Totale	52.258	53.259	68.130	95.210

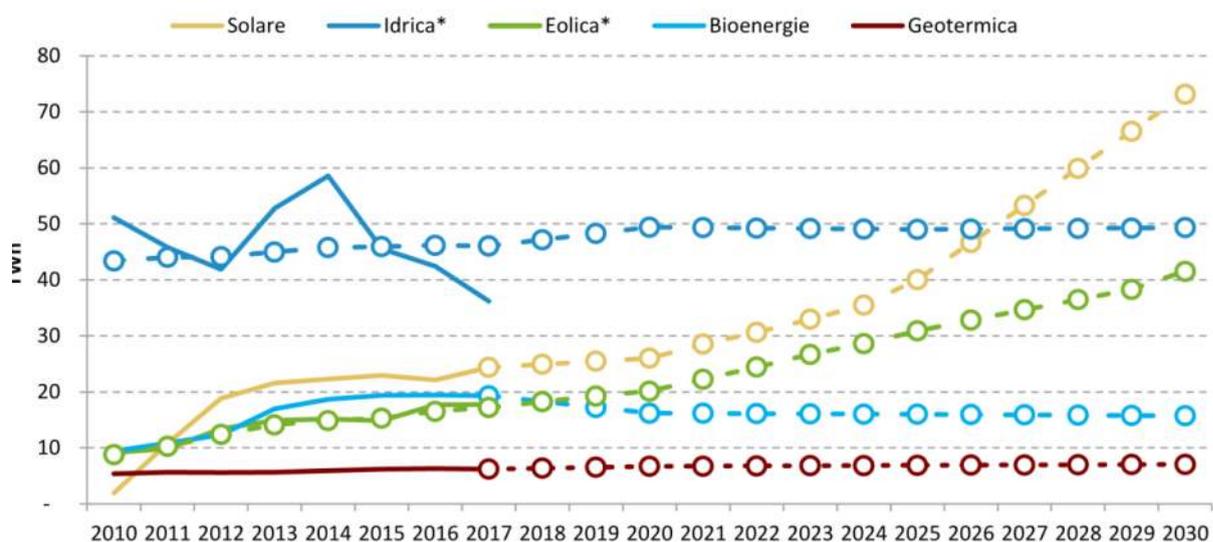


Figura 8.5 – Traiettorie di crescita dell’energia elettrica da fonti rinnovabili al 2030 (Fonte: PNIEC)

Tra le politiche e misure per realizzare il contributo nazionale all’obiettivo fissato al 2030, il Piano pone l’accento sulla ripartizione dello stesso fra le Regioni, attraverso l’individuazione, da parte di quest’ultime, delle aree da rendere disponibili per la realizzazione degli impianti, privilegiando installazioni a ridotto impatto ambientale.

8.2.1.5.2 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) si inserisce all’interno del programma *Next Generation EU* (NGEU), concordato dall’Unione Europea in risposta alla crisi pandemica. La principale componente del programma NGEU è il Dispositivo per la Ripresa e Resilienza, che ha una durata di 6 anni (dal 2021 al 2026) e una dimensione totale di 672,5 miliardi di euro.

Il Piano si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo (digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica e inclusione sociale) e lungo le seguenti missioni:

- 1) **Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura**, con l’obiettivo di promuovere la trasformazione digitale del Paese, sostenere l’innovazione del sistema produttivo, e investire in turismo e cultura;
- 2) **Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica**, con gli obiettivi principali di migliorare la sostenibilità e la resilienza del sistema economico e assicurare una transizione ambientale equa e inclusiva;

- 3) **Infrastrutture per una Mobilità Sostenibile**, il cui obiettivo primario è lo sviluppo di un'infrastruttura di trasporto moderna, sostenibile ed estesa a tutte le aree del Paese;
- 4) **Istruzione e Ricerca**, con l'obiettivo di rafforzare il sistema educativo, le competenze digitali e tecnico-scientifiche, la ricerca e il trasferimento tecnologico;
- 5) **Inclusione e Coesione**, per facilitare la partecipazione al mercato del lavoro, rafforzare le politiche attive del lavoro e favorire l'inclusione sociale;
- 6) **Salute**, con l'obiettivo di rafforzare la prevenzione e i servizi sanitari sul territorio, modernizzare e digitalizzare il sistema sanitario e garantire equità di accesso alle cure.

Il Piano prevede inoltre un ambizioso programma di riforme per facilitare la fase di attuazione e, più in generale, contribuire alla modernizzazione del Paese, rendendo il contesto economico più favorevole allo sviluppo dell'attività d'impresa.

Di particolare interesse, ai fini del presente Studio, è la missione relativa alla rivoluzione verde e transizione ecologica, la quale consiste in:

- C1. Economia circolare e agricoltura sostenibile;
- C2. Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile;
- C3. Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici;
- C4. Tutela del territorio e della risorsa idrica.

In merito allo sviluppo dell'energia rinnovabile, il Piano prevede un incremento della quota di energia prodotta da FER, in linea con gli obiettivi europei e nazionali di decarbonizzazione, attraverso:

- lo sviluppo dell'agro-voltaico, ossia l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte. L'obiettivo dell'investimento è installare a regime una capacità produttiva da impianti agro-voltaici di 1,04 GW, che produrrebbe circa 1.300 GWh annui, con riduzione delle emissioni di gas serra stimabile in circa 0,8 milioni di tonnellate di CO₂;
- la promozione delle rinnovabili per le comunità energetiche e l'auto-consumo, ipotizzando che riguardino impianti fotovoltaici con una produzione annua di 1.250 kWh per kW, ovvero circa 2.500 GWh annui, i quali contribuirebbero a una riduzione delle emissioni di gas serra stimata in circa 1,5 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno;
- la promozione impianti innovativi (incluso off-shore), che combinino tecnologie ad alto potenziale di sviluppo con tecnologie più sperimentali (come i sistemi che sfruttano il moto ondoso), in assetti innovativi e integrati da sistemi di accumulo. La realizzazione di questi interventi, per gli assetti ipotizzati in funzione delle diverse tecnologie impiegate, consentirebbe di produrre circa 490 GWh anno che contribuirebbero ad una riduzione di emissioni di gas climalteranti stimata intorno alle 286.000 tonnellate di CO₂;
- lo sviluppo del biometano.

Per rendere efficace l'implementazione di questi interventi nei tempi previsti, saranno introdotte due riforme fondamentali, di seguito riportate:

- Semplificazione delle procedure di autorizzazione per gli impianti rinnovabili onshore e offshore, nuovo quadro giuridico per sostenere la produzione da fonti rinnovabili e proroga dei tempi e dell'ammissibilità degli attuali regimi di sostegno.

Più specificatamente, la riforma prevede:

- omogeneizzazione delle procedure autorizzative su tutto il territorio nazionale;
- semplificazione delle procedure per la realizzazione di impianti di generazione di energia rinnovabile off-shore;
- semplificazione delle procedure di impatto ambientale;
- condivisione a livello regionale di un piano di identificazione e sviluppo di aree adatte a fonti rinnovabili;
- potenziamento di investimenti privati;
- incentivazione dello sviluppo di meccanismi di accumulo di energia;
- incentivazione di investimenti pubblico-privati nel settore.

A livello normativo, la riforma prevede la creazione di un quadro normativo semplificato e accessibile per gli impianti FER, in continuità con quanto previsto dal Decreto Semplificazioni, nonché l'emanazione di una disciplina, condivisa con le Regioni e le altre Amministrazioni dello Stato interessate, volta a definire i criteri per l'individuazione delle aree idonee e non idonee all'installazione di impianti di energie rinnovabili. Inoltre, è previsto il completamento del meccanismo di sostegno FER anche per tecnologie non mature, l'estensione del periodo di svolgimento dell'asta, mantenendo i principi dell'accesso competitivo, e l'agevolazione di tipo normativo per gli investimenti nei sistemi di stoccaggio.

- Nuova normativa per la promozione della produzione e del consumo di gas rinnovabile, la quale intende promuovere, in coordinamento con gli strumenti esistenti per lo sviluppo del biometano nel settore dei trasporti, la produzione e l'utilizzo dello stesso anche in altri settori, ampliando la possibilità di riconversione degli impianti esistenti nel settore agricolo.

In termini di nuova potenza da fonti rinnovabili da installare entro il 2030, nell'ottica del raggiungimento del target "**Green Deal**", il MITE prevede circa **60 GW di nuova potenza installata**, ripartita, tra le FER non programmabili, in circa 43 GW nel settore fotovoltaico e circa 12 GW nel settore dell'eolico, considerando, per quest'ultimo, una crescita della tecnologia off-shore floating a partire dal 2025, allo stato attuale assente, nonché il massimo sfruttamento dei siti esistenti e la valorizzazione delle autorizzazioni in corso.



Figura 8.6 – Incremento di potenza installata da fonti rinnovabili necessaria per raggiungere il target Green Deal al 2030. Fonte: MITE – 13 luglio 2021



Figura 8.7 – Nuova potenza eolica da installare entro il 2030 per il raggiungimento del target Green Deal. Fonte: MITE – 13 luglio 2021

8.2.1.5.3 Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici

In Italia la prima definizione delle politiche di adattamento ai cambiamenti climatici è riferibile alla pubblicazione della *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici* (SNAC). Nella SNAC (approvata con decreto direttoriale n. 86 del 16 giugno 2015) sono stati individuati i principali impatti dei cambiamenti climatici per una serie di settori socio-economici e naturali e sono state proposte azioni di adattamento a tali impatti.

Il Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), il cui avvio all’elaborazione è iniziato nel 2016, è lo strumento attuativo del suddetto decreto direttoriale.

Il PNACC ha come obiettivo quello di aggiornare il complesso quadro di riferimento conoscitivo nazionale sull'adattamento ai cambiamenti climatici e rendere funzionali le azioni atte a pianificare ai diversi livelli di governo e nei diversi settori di intervento.

Il Piano è declinato in quattro obiettivi specifici: 1) contenere la vulnerabilità dei sistemi naturali, sociali ed economici agli impatti dei cambiamenti climatici, 2) incrementare la capacità di adattamento degli stessi, 3) migliorare lo sfruttamento delle eventuali opportunità, 4) favorire il coordinamento delle azioni a diversi livelli.

Il PNACC è strutturato in tre parti:

1. Analisi di contesto, scenari climatici e vulnerabilità climatica
2. Azioni di Adattamento
3. Strumenti per la partecipazione, il monitoraggio e la valutazione

La prima parte suddivide il territorio nazionale in macroregioni che potrebbero essere esposte a variazioni climatiche simili, rapportandole alla condizione climatica presente. Questa parte include anche l'analisi della propensione al rischio derivante dai cambiamenti climatici sul territorio nazionale e l'aggiornamento delle analisi relative agli impatti e alla vulnerabilità settoriale.

La seconda parte del Piano è dedicata all'analisi delle azioni di adattamento, dei ruoli per l'implementazione delle azioni, delle risorse necessarie e all'individuazione delle fonti di finanziamento.

La terza parte si articola in tre attività principali relative a:

- sviluppo di un programma che richieda la partecipazione al processo di costruzione e attuazione del PNACC,
- criteri per la definizione di indicatori di efficacia delle azioni di adattamento
- modalità di monitoraggio e di valutazione degli effetti delle azioni di adattamento.

8.2.1.5.4 Rapporti tra il progetto e l'insieme dei piani e programmi nazionali in materia energetica e di contrasto ai cambiamenti climatici

In relazione alla coerenza dell'intervento con il quadro della normativa e dei piani di settore si evidenzia come le opere proposte siano in totale sintonia con gli obiettivi globali di riduzione delle emissioni di gas-serra auspicati da protocolli internazionali adottati per contrastare i cambiamenti climatici, e dalle conseguenti politiche comunitarie e nazionali, nonché funzionali al loro raggiungimento.

8.2.1.6 Norme e dispositivi di pianificazione di interesse regionale

8.2.1.7 Il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS)

8.2.1.7.1 Contenuti

Con Delibera n. 5/1 del 28 gennaio 2016, la Giunta Regionale ha adottato la nuova Proposta Tecnica di Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna per il periodo che va dal 2015 al 2030.

Il documento è stato redatto sulla base delle Linee di Indirizzo Strategico del Piano "Verso un'economia condivisa dell'Energia", adottate con DGR n. 37/21 del 21.07.2015 e approvate in via definitiva con la DGR n. 48/13 del 02/10/2015.

Il Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (P.E.A.R.S.) è il documento che definisce lo sviluppo del sistema energetico regionale sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria, nazionale e regionale.

L'adozione del PEARS assume una importanza strategica soprattutto alla luce degli obiettivi europei al 2020 ed al 2030 in termini di riduzione dei consumi energetici, riduzione delle emissioni di CO₂ da consumi energetici e di sviluppo delle FER.

Le linee di indirizzo del Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna, riportate nella Delibera della Giunta Regionale n. 48/13 del 2.10.2015, indicano come obiettivo strategico di sintesi per l'anno 2030 la riduzione delle emissioni di CO₂ associate ai consumi della Sardegna del 50% rispetto ai valori stimati nel 1990.

Per il conseguimento di tale obiettivo strategico sono stati individuati i seguenti Obiettivi Generali (OG):

- OG1 - Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (*Sardinian Smart Energy System*)
- OG2 - Sicurezza energetica
- OG3 - Aumento dell'efficienza e del risparmio energetico
- OG4 - Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico.

OG1: Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (*Sardinian Smart Energy System*)

Il raggiungimento dell'obiettivo strategico di sintesi impone una trasformazione del sistema energetico regionale nel suo complesso che sia rispondente alle mutate condizioni del consumo e della produzione. La trasformazione attesa dovrà consentire sia di utilizzare efficientemente le risorse energetiche rinnovabili già disponibili sia di programmare le nuove con l'obiettivo di incrementarne l'utilizzo locale. Infatti, la nuova configurazione distribuita del consumo e della produzione di energia (sia da fonti rinnovabili, sia da fonti fossili) e il potenziale contributo in termini cogenerativi dell'utilizzo del metano nella forma distribuita, dovrebbe rendere la Regione Sardegna una delle comunità più idonee per l'applicazione dei nuovi paradigmi energetici in cui si coniugano gestione, condivisione, produzione e consumo dell'energia in tutte le sue forme: elettrica, termica e dei trasporti. Tutto ciò è finalizzato a realizzare un sistema di produzione e di consumo locale più efficiente e, grazie all'applicazione della condivisione delle risorse, più economico e sostenibile.

Le tecnologie che rendono possibile tutto ciò vengono generalmente riunite nella definizione di reti integrate e intelligenti e, nella loro accezione più ampia applicata alla città ed estesa anche le reti sociali e di *governance*, di Smart City. I sistemi energetici integrati ed intelligenti presentano come tecnologia abilitante l'*Information and Communication Technology* (ICT), la quale attraverso l'utilizzo di tecnologie tradizionali con soluzioni digitali innovative, rende la gestione dell'energia più flessibile ed adattabile alle esigenze dell'utente grazie ad una visione olistica del sistema e all'utilizzo di sistemi di monitoraggio che consentono di scambiare le informazioni in tempo reale.

Tutto ciò avviene grazie all'estensione al settore energetico dei concetti propri dell'ICT che, attraverso lo scambio e la condivisione di informazioni ed energia, permettono di coniugare istantaneamente il consumo e la produzione locale consentendo di superare le criticità connesse alla variabilità sia delle risorse rinnovabili che del consumo a livello locale, trasformando il sistema energetico nel suo complesso, dalla scala locale alla scala regionale, in un sistema di consumo programmabile e prevedibile, permettendo conseguentemente di limitare gli impatti sulle infrastrutture e sui costi ad esso associati.

OG2: Sicurezza energetica

Il Piano si pone come obiettivo quello di garantire la sicurezza energetica della Regione Sardegna in presenza di una trasformazione energetica volta a raggiungere l'obiettivo strategico di sintesi. In particolare, l'obiettivo è quello di garantire la continuità della fornitura delle risorse energetiche nelle forme, nei tempi e nelle quantità necessarie allo sviluppo delle attività economiche e sociali del territorio a condizioni economiche che consentano di rendere le attività produttive sviluppate nella Regione Sardegna competitive a livello nazionale e internazionale. Tale obiettivo riveste una particolare importanza in una regione come quella sarda a causa della sua condizione di insularità ed impone una maggiore attenzione nei confronti della diversificazione delle fonti energetiche, delle sorgenti di approvvigionamento e del numero di operatori agenti sul mercato energetico regionale. Inoltre, considerata la presenza di notevole componente fossile ad alto impatto emissivo, particolare attenzione deve essere prestata alla gestione della transizione energetica affinché questa non sia subita ma sia gestita e programmata.

OG3: Aumento dell'efficienza e del risparmio energetico

L'aumento dell'efficienza energetica e del risparmio energetico è strettamente correlato all'obiettivo strategico di sintesi in quanto concorre direttamente alla riduzione delle emissioni agendo sui processi di trasformazione e/o sull'uso dell'energia.

La riduzione dei consumi energetici primari e secondari non può essere considerata un indicatore di azioni di efficientamento energetico e/o di risparmio energetico, soprattutto in una regione in fase di transizione economica come quella sarda. Pertanto, la definizione di tale obiettivo deve essere necessariamente connessa allo sviluppo economico del territorio. Quindi, le azioni di efficientamento e risparmio energetico saranno considerate funzionali al raggiungimento dell'obiettivo solo se alla riduzione dei consumi energetici sarà associato l'incremento o l'invarianza di indicatori di benessere sociale ed economico.

In accordo con tale definizione, si individua nell'intensità energetica di processo e/o di sistema l'indicatore per rappresentare il conseguimento di tale obiettivo sia per l'efficienza energetica che per il risparmio energetico. In tale contesto, non solo le scelte comportamentali o gestionali ma anche quelle di "governance" rappresentano una forma di risparmio energetico. In particolare, lo sviluppo, la pianificazione e l'attuazione di una transizione verso un modello economico e produttivo regionale caratterizzato da una intensità energetica inferiore alla media nazionale rappresenta, a livello strutturale, una forma di risparmio energetico giacché consente di utilizzare la stessa quantità di energia per incrementare il prodotto interno lordo regionale.

OG4: Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico

Il conseguimento dell'obiettivo strategico di sintesi richiede la realizzazione di un processo di medio lungo termine destinato a trasformare il sistema energetico regionale secondo paradigmi che risultano ancora in evoluzione. Questi offrono diverse opportunità connesse allo sviluppo di nuovi prodotti e servizi per l'efficientamento energetico, la realizzazione e gestione di sistemi integrati e intelligenti e la sicurezza energetica. Tutto ciò richiede una forte integrazione tra i settori della ricerca e dell'impresa. A tale scopo, l'amministrazione regionale, in coerenza con le strategie e le linee di indirizzo europee e nazionali e con le linee di indirizzo delle attività di ricerca applicata declinate nel programma Horizon 2020 e in continuità con le linee di sperimentazione promosse e avviate nella precedente Pianificazione Operativa Regionale, ha individuato nello sviluppo e nella sperimentazione di sistemi energetici integrati destinati a superare criticità energetiche e migliorare l'efficienza energetica lo strumento operativo per promuovere la realizzazione di piattaforme sperimentali ad alto contenuto tecnologico in cui far convergere sinergicamente le attività di ricerca pubblica e gli interessi privati per promuovere attività di sviluppo di prodotti e sistemi innovativi ad alto valore aggiunto nel settore energetico. Tale impostazione è stata condivisa anche durante il processo di sviluppo della Smart

Specialization Strategy (S3) della Regione Sardegna che rappresenta lo strumento di programmazione delle azioni di supporto attività di Ricerca. In particolare, nell'ambito dell'S3 è emersa tra le priorità il tema "Reti intelligenti per la gestione dell'energia".

La Regione promuove e sostiene l'attività di ricerca applicata nel settore energetico attraverso gli strumenti a sua disposizione con particolare riguardo al potenziamento dell'integrazione tra le attività sviluppate nelle Università di Cagliari e Sassari e i centri regionali competenti (la Piattaforma Energie Rinnovabili di Sardegna Ricerche, il CRS4 e il Centro Tecnologico Italiano per l'Energia ad Emissioni Zero).

Inoltre, la Regione Sardegna consapevole delle minacce e criticità connesse all'attuazione della strategia energetica regionale da un punto di vista normativo e gestionale relativamente allo sviluppo della generazione diffusa, dell'autoconsumo istantaneo, della gestione locale dell'energia elettrica e dell'approvvigionamento del metano, ritiene fondamentale sviluppare le azioni normative e legislative di propria competenza a livello comunitario e nazionale che consentano di superare tali criticità e consentire la realizzazione delle azioni proposte in piena coerenza le Direttive 39 Europee di settore. Pertanto, la Regione Sardegna considera la governance del processo e la partecipazione attiva al processo di trasformazione proposto obiettivo fondamentale del PEARS.

8.2.1.7.2 Relazioni con il progetto

Sulla base dell'analisi del documento di Piano e dello scenario energetico attuale non emergono disarmonie tra la proposta progettuale e gli indirizzi del PEARS. In tal senso si ritiene che l'intervento non alteri le prospettive, ritenute prioritarie, di rafforzamento delle infrastrutture di distribuzione energetica né quelle di una loro gestione secondo i canoni delle *Smart Grid*.

La realizzazione dell'impianto eolico, inoltre, risulta improntata alla promozione di modelli di integrazione tra Ricerca e imprese nel settore energetico nonché orientata alla creazione di nuova occupazione, in sostanziale sintonia con gli auspici del PEARS.

Peraltro, come rimarcato dalla D.G.R. 59/90 del 27/11/2020 il vigente PEARS, approvato nel 2016, andrà necessariamente adeguato al mutato contesto pianificatorio e normativo a livello regionale, nazionale ed europeo.

Sotto questo profilo, in particolare, il PEARS dovrà essere aggiornato ai contenuti, obiettivi e orientamenti della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile 2017, della Strategia Energetica Nazionale 2017 e al Piano Nazionale Integrato Energia Clima 2019 (PNIEC).

Nel quadro dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, Il PEARS dovrà essere aggiornato agli obiettivi e alle indicazioni degli atti normativi del Clean Energy Package, secondo i recepimenti già avvenuti e/o di prossima emanazione a livello nazionale, ed alle indicazioni del Green New Deal e Recovery Package proposti dalla Commissione Europea a Dicembre 2019 e Maggio 2020.

8.2.1.8 D.G.R. 59/90 del 27.11.2020 - Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili

8.2.1.8.1 Contenuti

Alla data di predisposizione del presente documento, in recepimento del paragrafo 17 delle LLGG Nazionali, la Regione Sardegna ha approvato la Deliberazione di Giunta Regionale n. 59/90 del 27/11/2020 con la quale sono stati ridefiniti le aree e siti non idonei all'installazione degli impianti da FER, suddivise per tipologia. Contestualmente all'approvazione della suddetta D.G.R. sono state abrogate le seguenti Delibere di G.R. che, nel tempo, sono state emanate con l'intento di disciplinare la materia:

- Delib.G.R. n. 28/56 del 26.7.2007 concernente "Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici (art. 112, delle Norme tecniche di attuazione del Piano Paesaggistico Regionale – art 18 - comma 1 della L.R 29 maggio 2007 n. 2)";
- Delib.G.R. n. 3/17 del 16.1.2009 avente ad oggetto "Modifiche allo "Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici" (Delib.G.R. n. 28/56 del 26.7.2007);
- Delib.G.R. n. 45/34 del 12.11.2012 avente ad oggetto "Linee guida per la installazione degli impianti eolici nel territorio regionale di cui alla Delib.G.R. n. 3/17 del 16.1.2009 e s.m.i. Conseguenze della Sentenza della Corte Costituzionale n. 224/2012. Indirizzi ai fini dell'attuazione dell'art 4 comma 3 del D.Lgs. n. 28/2011".
- Delib.G.R. n. 40/11 del 7.8.2015 concernente "Individuazione delle aree e dei siti non idonei l'installazione degli impianti alimentati da fonti di energia eolica".

La suddetta deliberazione 59/90 del 2020 si applica a tutti i procedimenti avviati successivamente alla data della sua pubblicazione sul sito web della Regione Autonoma della Sardegna.

L'individuazione di aree e siti non idonei all'installazione d'impianti a fonti rinnovabili individuate nella D.G.R. n. 59/90 ha l'obiettivo di tutelare l'ambiente, il paesaggio, il patrimonio storico e artistico, le tradizioni agroalimentari locali, la biodiversità e il paesaggio rurale, in coerenza con il DM 10.9.2010. Il DM 10.9.2010 prevede che l'identificazione delle aree non idonee non si traduca nell'identificazione di fasce di rispetto di dimensioni non giustificate da specifiche e motivate esigenze di tutela. Per tale motivazione, nell'individuazione di tali aree e siti non sono state definite delle distanze buffer dalle aree e dai siti oggetto di tutela, in quanto una definizione a priori di tali distanze potrebbe tradursi nell'identificazione di fasce di rispetto di dimensioni non giustificate, nonché in un freno alla realizzazione degli impianti stessi. La valutazione di tali aspetti è pertanto rimandata alla fase di specifica procedura autorizzativa, sulla base delle caratteristiche progettuali di ogni singolo caso.

Oltre alla consultazione delle aree non idonee definite nella D.G.R. in argomento, che fungono da strumento di indirizzo, dovrà comunque essere presa in considerazione l'esistenza di specifici vincoli riportati nelle vigenti normative, sia per quanto riguarda le aree e i siti sensibili e/o vulnerabili individuate ai sensi del DM 10.9.2010, sia per altri elementi che sono presenti sul territorio e i relativi vincoli normativi. A titolo di mero esempio si citano reti e infrastrutture come la rete stradale, la rete ferroviaria, gli aeroporti, le condotte idriche, ecc. e relative fasce di rispetto.

Nel caso in cui l'area individuata per l'installazione dell'impianto ricada in uno spazio ove risultino già previste ulteriori progettualità (ad es. nuove strade, ambiti di espansione urbana, ecc.), tale aspetto potrà emergere solo in sede di specifico procedimento autorizzativo, anche in funzione dell'esatta localizzazione del progetto e della tempistica con cui avviene l'iter autorizzativo.

Analogamente, qualora nell'area individuata dal proponente siano già presenti ulteriori impianti a FER, la valutazione del progetto in riferimento a distanze reciproche tra impianti, o densità complessiva di impianti nell'area, sarà oggetto di valutazione dello specifico procedimento autorizzativo. Indicazioni specifiche sono fornite dalle norme vigenti.

Il riconoscimento di non idoneità di una specifica area o sito ad accogliere una tipologia d'impianto dipende anche dalle caratteristiche dimensionali dell'impianto stesso da realizzare. Per questa ragione, per gli impianti eolici sono state individuate le seguenti classi dimensionali.

EOLICO

Micro eolico	Mini eolico	Eolico
potenza < 20 kW	potenza compresa tra 20 e 60 kW	potenza ≥ 60 kW
altezza mozzo < 15 m diametro rotore < 10 m	altezza mozzo compresa tra 15 e 30 m diametro rotore compreso tra 10 e 20 m	altezza mozzo ≥ 30 m diametro rotore ≥ 20 m

L'individuazione delle aree non idonee è specificata attraverso le tabelle riportate nell'Allegato 9 alla D.G.R. n. 59/90 del 27/11/2020, le quali riportano, per i suddetti impianti e taglie individuate:

1. La tipologia di area o sito particolarmente sensibile e/o vulnerabile alle trasformazioni territoriali o del paesaggio, suddivise rispetto all'assetto ambientale, paesaggistico e idrogeologico:
 - ricadenti nell'elenco dell'Allegato 3 lett. f) del par. 17 del DM 10.9.2010
 - ulteriori aree particolarmente sensibili e/o vulnerabili di interesse per la Regione Sardegna individuate da strumenti di pianificazione Regionale:
 - ✓ Piano Paesaggistico Regionale;
 - ✓ Piano Regionale di Qualità dell'Aria.
2. L'identificazione di tali aree e siti sensibili e/o vulnerabili nel territorio della Regione;
3. Il riferimento normativo d'individuazione dell'area o sito e/o le disposizioni volte alla tutela dell'area o sito;
4. La fonte dati per la definizione della localizzazione dell'area o sito (presenza di riferimenti cartografici e/o indicazioni delle fonti informative per il reperimento delle informazioni). Tali indicazioni e riferimenti sono indicativi, e necessitano di puntuale verifica anche in termini di aggiornamento.
5. L'individuazione della non idoneità dell'area o sito in funzione delle taglie e delle fonti energetiche e la descrizione delle incompatibilità riscontrate con gli obiettivi di protezione individuati per le aree medesime.

Il paragrafo 5 dell'Allegato 3 alla D.G.R. n. 59/90 nella Tabella 2, fornisce l'indicazione delle "aree brownfield", definite delle Linee Guida Ministeriali come "aree già degradate da attività antropiche, pregresse o in atto, tra cui siti industriali, cave, discariche, siti contaminati", le quali rappresentano aree preferenziali dove realizzare gli impianti da fonte rinnovabile, e la cui occupazione a tale scopo costituisce di per sé un elemento per la valutazione positiva del progetto.

L'Allegato 5 riporta ulteriori indirizzi specifici per la realizzazione di impianti eolici, ripresi dalle norme abrogate dalla suddetta D.G.R., sinteticamente elencati di seguito:

- indicazioni per la valorizzazione della risorsa eolica;
- vincoli e distanze da considerare nell'installazione di impianti eolici. In particolare, occorre verificare:
 - la distanza delle turbine dal perimetro dell'area urbana, pari ad almeno 500 m dall'"edificato urbano", così come definito dall'art. 63 delle NTA del PPR o, se più

- cautelativo, dal confine dell'area edificabile del centro abitato come definito dallo strumento urbanistico comunale in vigore al momento del rilascio dell'autorizzazione all'installazione;
- la distanza della turbina dal confine di proprietà di una tanca, pari alla lunghezza del diametro del rotore, a meno che non risulti l'assenso scritto ad una distanza inferiore da parte del proprietario confinante;
 - la distanza da strade provinciali o nazionali e da linee ferroviarie, superiore alla somma dell'altezza dell'aerogeneratore al mozzo e del raggio del rotore, più un ulteriore 10%;
 - la distanza dell'elettrodotto AT dall'area urbana, pari ad almeno 1000m dall'"edificato urbano" così come definito dall'art. 63 delle NTA del PPR o, se più cautelativo, dal confine dell'area edificabile del centro abitato come definito dallo strumento urbanistico comunale in vigore al momento del rilascio dell'autorizzazione all'installazione;
 - le distanze di rispetto dai beni paesaggistici e identitari.
- principi di valutazione paesaggistica ai fini della redazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e buone pratiche di progettazione;
 - linee guida di inserimento del micro e mini-eolico nel territorio.

8.2.1.8.2 *Relazioni con il progetto*

Come evidenziato negli elaborati di progetto, la definizione delle scelte tecniche è stata preceduta da un'attenta fase di studio e analisi finalizzata a conseguire, la più ampia aderenza del progetto, per quanto tecnicamente fattibile e laddove motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica, ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati nella citata Deliberazione G.R. 59/90 del 2020.

La posizione sul terreno degli aerogeneratori (c.d. *lay-out* di impianto) ha tenuto in debita considerazione i numerosi condizionamenti di carattere tecnico-realizzativo e ambientale individuati nella predetta Deliberazione. Ciò con particolare riferimento ai seguenti aspetti (vedasi Elaborato WGG_TA6):

- Sostanziale osservanza delle mutue distanze tecnicamente consigliate tra le turbine, al fine di conseguire un più gradevole effetto visivo e minimizzare le perdite energetiche per effetto scia nonché gli effetti di turbolenza;
- Distanze di rispetto delle turbine:
 - Dal ciglio della viabilità provinciale e statale;
 - Dalle aree urbane, edifici residenziali o corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno, sempre superiore ai 500m;
 - Da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia stata accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno, sempre superiore ai 300 metri;
- Preservare il più possibile gli ambiti caratterizzati da maggiore integrità e naturalità, rappresentati nei settori a maggiore acclività dei territori comunali interessati;
- Ottimizzare lo studio della viabilità di impianto contenendo, per quanto tecnicamente possibile, la lunghezza dei percorsi ed impostando i tracciati della viabilità di servizio in prevalenza su strade esistenti;
- Privilegiare l'installazione degli aerogeneratori e lo sviluppo della viabilità di impianto entro aree stabili dal punto di vista geomorfologico e geologico-tecnico nonché su superfici a conformazione il più possibile regolare per contenere opportunamente le operazioni di movimento terra;

- Contenere al minimo le interferenze con il reticolo idrografico superficiale, limitando la sovrapposizione dei nuovi tracciati a elementi idrici denaturalizzati e/o di basso rango gerarchico.

L'interessamento delle seguenti categorie di aree "non idonee" alla localizzazione di impianti eolici è ravvisabile localmente per le sole opere accessorie:

- Fascia di rispetto di 150m dai corsi d'acqua, bene paesaggistico individuato ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c del D.Lgs. 42/2004 ss.mm.ii.;
- Fascia di rispetto di 150 m dai corsi d'acqua cartografati dal P.P.R. (artt. 8, 17, 18 N.T.A. P.P.R.);
- Buffer di tutela paesaggistica di 100m per edifici e manufatti di valenza storico-culturale;
- Terre gravate da usi civici;
- Aree cartografate dal P.A.I. a rischio inondazione;
- Fasce fluviali sottoposte all'art. 30ter delle N.T.A. del P.A.I.;
- Aree cartografate dal P.S.F.F.

DISPOSITIVI DI TUTELA PAESAGGISTICA

- 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 Spaniadroxu*" 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 Spaniadroxu*" 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), "Nuraghe Santa Cecilia", "Chiesa di San

Salvatore" e "Nuraghe Turri". 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.

In relazione al cavidotto a 30kV, ivi impostato su viabilità esistente, si segnala la locale 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*".

DISPOSITIVI DI TUTELA AMBIENTALE – P.A.I.

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".

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

DISPOSITIVI DI TUTELA AMBIENTALE – P.S.F.F.

Gli aerogeneratori in progetto, non ricadono all'interno delle fasce fluviali perimetrata del PSFF; relativamente alle opere accessorie, si segnala la parziale sovrapposizione del tracciato dell'elettrodotto di connessione 30 kV con l'alveo d'esonazione 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 provvisoriale 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".

8.3 NORME E INDIRIZZI DI TUTELA AMBIENTALE E PAESAGGISTICA

8.3.1.1 Vincolo idrogeologico

Il vincolo idrogeologico è istituito e normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e il successivo regolamento di attuazione R.D. 1126/1926.

Il Regio Decreto rivolge particolare attenzione alla protezione dal dissesto idrogeologico, soprattutto nei territori montani, ed istituisce il vincolo idrogeologico come strumento di prevenzione e difesa del suolo, limitando il territorio ad un uso conservativo.

Le aree sottoposte a vincolo idrogeologico corrispondono ai territori delimitati ai sensi del Regio Decreto nei quali gli interventi di trasformazione sono subordinati ad autorizzazione.

L'art. 7 del R.D.L. 3267 postula un divieto di effettuare le seguenti attività:

1. trasformazione dei boschi in altre qualità di coltura;
2. trasformazione dei terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione.

Relativamente agli interventi in progetto, come evidenziato in Figura 8.8 , le aree sottoposte a vincolo idrogeologico si trovano a circa 120m dall'aerogeneratore più vicino. **Non sussiste**

pertanto alcuna interazione tra gli interventi in progetto ed il presente istituto di tutela ambientale.

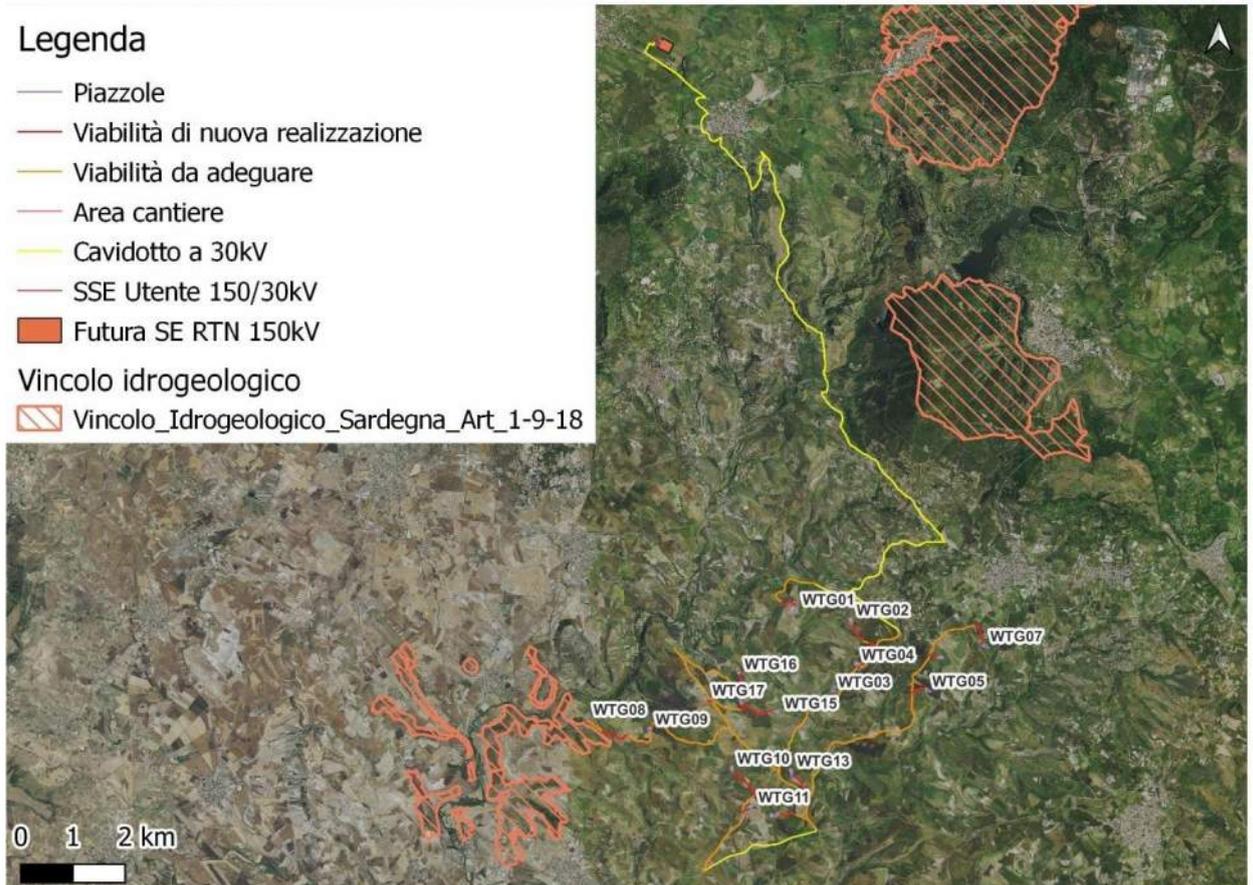


Figura 8.8: Individuazione delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico rispetto agli aerogeneratori in progetto

8.3.1.2 Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii.)

Il Capo I del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/04), nel definire il paesaggio come “una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni”, ha posto le basi per la cooperazione tra le amministrazioni pubbliche. Gli indirizzi e i criteri sono rivolti a perseguire gli obiettivi della salvaguardia e della reintegrazione dei valori del paesaggio, anche nella prospettiva dello sviluppo sostenibile.

In questo quadro le Regioni sono tenute, pertanto, a garantire che il paesaggio sia adeguatamente tutelato e valorizzato e, di conseguenza, a sottoporre ad una specifica normativa d'uso il territorio, approvando i piani paesaggistici, ovvero i piani urbanistico territoriali, concernenti l'intero territorio regionale.

L'art. 134 del Codice individua come beni paesaggistici:

- *Gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico.* Sono le c.d. bellezze naturali già disciplinate dalla legge 1497/1939 (bellezze individue e d'insieme), ora elencate nell'art. 136, tutelate vuoi per il loro carattere di bellezza naturale o singolarità geologica, vuoi per il loro pregio e valore estetico-tradizionale.
- *Le aree tutelate per legge:* sono i beni già tutelati dalla c.d. Legge Galasso (431/1985), individuati per tipologie territoriali, indipendentemente dal fatto che ad essi inerisca un particolare valore estetico o pregio (art. 142), con esclusione del paesaggio urbano da questa forma di tutela.

- *Gli ulteriori immobili ed aree specificamente individuati a termini dell'art. 136 e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti:* è questa un'importante novità del Codice. In precedenza, i piani paesistici disciplinavano, infatti, beni già sottoposti a tutela.

L'articolo 136 del Codice contiene, dunque, la classificazione dei beni paesaggistici che sono soggetti alle disposizioni di tutela per il loro notevole interesse pubblico, di seguito elencati:

- a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali;
- b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;
- c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici;
- d) le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

L'articolo 142 sottopone, inoltre, alla legislazione di tutela paesaggistica, fino all'approvazione del piano paesaggistico adeguato alle nuove disposizioni, anche i seguenti beni:

- e) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- f) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- g) 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;
- h) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- i) i ghiacciai e i circhi glaciali;
- j) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- k) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboscimento, come definiti dall'articolo 2 commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
- l) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
- m) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;
- n) i vulcani;
- o) le zone di interesse archeologico.

Al piano paesaggistico è assegnato il compito di ripartire il territorio in ambiti omogenei, in funzione delle caratteristiche naturali e storiche, e in relazione al livello di rilevanza e integrità dei valori paesaggistici: da quelli di elevato pregio fino a quelli significativamente compromessi o degradati.

L'articolo 146 ha riscritto completamente la procedura relativa all'autorizzazione per l'esecuzione degli interventi sui beni sottoposti alla tutela paesaggistica, precisandone meglio alcuni aspetti rispetto alla previgente normativa contenuta nel Testo Unico.

Nel premettere che i proprietari, i possessori o i detentori degli immobili e delle aree sottoposti alle disposizioni relative alla tutela paesaggistica non possono distruggerli, né introdurre modifiche che rechino pregiudizio ai valori paesaggistici oggetto di protezione, il Legislatore ha confermato l'obbligo di sottoporre all'Ente preposto alla tutela del vincolo i progetti delle opere di qualunque genere che intendano eseguire, corredati della documentazione necessaria alla verifica di compatibilità paesaggistica. Tale documentazione è stata oggetto di apposita individuazione, con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12.12.2005, assunto d'intesa con la Conferenza Stato-Regioni.

La domanda di autorizzazione dell'intervento dovrà contenere la descrizione:

- a) dell'indicazione dello stato attuale del bene;
- b) degli elementi di valore paesaggistico presenti;
- c) degli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte e degli elementi di mitigazione e di compensazione necessari.

Come si evince dall'esame della cartografia allegata, le interferenze rilevate tra gli interventi in esame e i dispositivi di tutela paesaggistica possono sostanzialmente ricondursi alle opere accessorie, con 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 elettrodotto 30 kV che si sovrappone a "Flumini Mannu", "Riu Riolu", "Riu Su Spaniadroxiu" e "Riu Lixius".
- A tal proposito assumono rilevanza le disposizioni dell'Allegato A al DPR 31/2017, che esclude dall'obbligo di acquisire l'autorizzazione paesaggistica alcune categorie di interventi, tra cui le opere di connessione realizzate in cavo interrato. In particolare, il suddetto Allegato al punto A15 recita "*fatte salve le disposizioni di tutela dei beni archeologici nonché le eventuali specifiche prescrizioni paesaggistiche relative alle aree di interesse archeologico di cui all'art. 149, comma 1, lettera m) del Codice, la realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali, quali: volumi completamente interrati senza opere in soprasuolo; condotte forzate e reti irrigue, pozzi ed opere di presa e prelievo da falda senza manufatti emergenti in soprasuolo; impianti geotermici al servizio di singoli edifici; serbatoi, cisterne e manufatti consimili nel sottosuolo; tratti di canalizzazioni, tubazioni o cavi interrati per le reti di distribuzione locale di servizi di pubblico interesse o di fognatura senza realizzazione di nuovi manufatti emergenti in soprasuolo o dal piano di campagna; l'allaccio alle infrastrutture a rete. Nei casi sopraelencati è consentita la realizzazione di pozzetti a raso emergenti dal suolo non oltre i 40 cm*".
- Tracciato elettrodotto 30 kV e brevi tratti di viabilità da adeguare che si sovrappongono a "Riu Murera" e "Riu Auledu (Riu Coronas)"

Con riferimento alla categoria dei "Territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227" (art. 142, comma 1, lettera g), in assenza di una cartografia ufficiale rappresentativa della suddetta categoria tutelata, ogni valutazione di merito è rimandata all'espressione del parere di competenza 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.

8.3.1.3 Il Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.)

8.3.1.4 Impostazione generale del P.P.R.

Con Decreto del Presidente della Regione n. 82 del 7 settembre 2006 è stato approvato in via definitiva il Piano Paesaggistico Regionale, Primo ambito omogeneo - Area Costiera, in ottemperanza a quanto disposto dall'articolo 11 della L.R. 22 dicembre 1989, n. 45, modificato dal comma 1 dell'articolo 2 della L.R. 25.11.2004, n. 8.

Il Piano è entrato in vigore a decorrere dalla data di pubblicazione sul Bollettino Regionale (BURAS anno 58 n. 30 dell'8 settembre 2006).

Attraverso il Piano Paesaggistico Regionale, di seguito denominato P.P.R., la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, costituito dalle interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, intese come elementi fondamentali per lo sviluppo, ne disciplina la tutela e ne promuove la valorizzazione.

Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs. 42/04) ha introdotto numerosi requisiti e caratteristiche obbligatorie in ordine ai contenuti dei Piani Paesaggistici; detti requisiti rappresentano, pertanto, dei punti fermi del Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.), configurandolo come strumento certamente innovativo rispetto ai previgenti atti di pianificazione urbanistica regionale (P.T.P. di cui alla L.R. 45/89).

Una prima caratteristica di novità concerne l'ambito territoriale di applicazione del piano paesaggistico che deve essere riferito all'intero territorio regionale. Il comma 1 dell'art. 135 del Codice stabilisce, infatti, che *"Lo Stato e le regioni assicurano che tutto il territorio sia adeguatamente conosciuto, salvaguardato, pianificato e gestito in ragione dei differenti valori espressi dai diversi contesti che lo costituiscono. A tale fine le regioni sottopongono a specifica normativa d'uso il territorio mediante piani paesaggistici, ovvero piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesaggistici, entrambi di seguito denominati: "piani paesaggistici".* Con tali presupposti il P.P.R. si configura come *"piano urbanistico-territoriale con specifica considerazione dei valori paesaggistici."* In questo senso il P.P.R. viene assunto, nella sua valenza urbanistica, come strumento sovraordinato della pianificazione del territorio, con i suoi contenuti descrittivi, prescrittivi e propositivi (art. 143, comma 3, del Codice e art. 2, comma 2, delle NTA). La Regione, quindi, nell'esercizio della sua competenza legislativa primaria in materia di urbanistica, definisce ed approva il P.P.R., che, oltre agli obiettivi ed alle funzioni che gli sono conferiti dal Codice, diventa la cornice ed il quadro programmatico della pianificazione del territorio regionale.

Conformemente a quanto prescritto dal D.Lgs. 42/04, nella sua scrittura antecedente al D.Lgs. 63/2008, il P.P.R. individua i beni paesaggistici, classificandoli in (art. 6 delle NTA, commi 2 e 3):

- beni paesaggistici individuali, cioè quelle categorie di beni immobili i cui caratteri di individualità ne permettono un'identificazione puntuale;
- beni paesaggistici d'insieme, cioè quelle categorie di beni immobili con caratteri di diffusività spaziale composti da una pluralità di elementi identitari coordinati in un sistema territoriale relazionale.

I beni paesaggistici individuali sono quelli che il Codice definisce "immobili, (identificati con specifica procedura ai sensi dell'art. 136), tutelati vuoi per il loro carattere di bellezza naturale o singolarità geologica, vuoi per il loro pregio e valore estetico-tradizionale; nonché le aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 (beni già tutelati dalla Legge Galasso 431/85) e gli immobili e le aree sottoposti a tutela dai piani paesaggistici ai sensi del comma 1, lettera i, dell'art. 143 del Codice Urbani. Nell'attuale riscrittura del Codice, peraltro, il Piano Paesaggistico

può individuare ulteriori immobili od aree, di notevole interesse pubblico a termini dell'articolo 134, comma 1, lettera c), procedere alla loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché alla determinazione delle specifiche prescrizioni d'uso, a termini dell'articolo 138.

I beni paesaggistici d'insieme sono le "aree" identificate ai sensi dei medesimi articoli.

Per quanto riguarda le categorie di immobili ed aree individuati dal P.P.R. ai sensi della prima versione dell'art. 143, questi necessitano di particolari misure di salvaguardia, gestione ed utilizzazione (comma 2, lettera b, dell'art. 8 delle NTA, e comma 1, lettera i, dell'art. 143 del Codice).

Ciò che differenzia le aree e gli immobili che costituiscono beni paesaggistici ai sensi degli artt. 142 e 143 del Codice e quelli di cui all'articolo 136, è che per questi ultimi è necessaria apposita procedura di dichiarazione di interesse pubblico. I beni di cui all'art. 142 sono individuati senza necessità di questa procedura mentre gli ulteriori immobili od aree, di notevole interesse pubblico a termini dell'articolo 134, di cui al comma 1, lettera d, dell'art. 143, possono essere individuati solamente all'interno del piano paesaggistico.

Il P.P.R. si applica, nella sua attuale stesura, solamente agli ambiti di paesaggio costieri, individuati nella cartografia del P.P.R., secondo l'articolazione in assetto ambientale, assetto storico-culturale e assetto insediativo. Per gli ambiti di paesaggio costieri, che sono estremamente importanti per la Sardegna poiché costituiscono un'importante risorsa potenziale di sviluppo economico legato al turismo connesso al mare ed alle aree costiere, il P.P.R. detta una disciplina transitoria rigidamente conservativa, e un futuro approccio alla pianificazione ed alla gestione delle zone marine e costiere basato su una prassi concertativa tra Comuni costieri, Province e Regione.

Peraltro, i beni paesaggistici ed i beni identitari individuati e tipizzati dal P.P.R., pur nei limiti delle raccomandazioni sancite da alcune sentenze di Tribunale Amministrativo Regionale, sono comunque soggetti alla disciplina del Piano, indipendentemente dalla loro localizzazione o meno negli ambiti di paesaggio costiero (art. 4, comma 5 NTA).

8.3.1.5 Esame delle interazioni tra la disciplina del P.P.R. e le opere proposte ed analisi di coerenza

Per quanto riguarda specificamente il territorio interessato dalle opere in progetto, lo stesso risulta esterno agli ambiti di paesaggio costiero così come individuati nella Tavola 1.1 allegata al P.P.R. (Figura 8.9).

Relativamente all'area di inserimento degli aerogeneratori in progetto e delle infrastrutture di vettoriamento dell'energia all'esistente punto di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, lo stralcio delle Tavole in scala 1: 50.000 allegate al P.P.R. (Foglio 540), illustranti i tematismi del Piano, è riportato nell'Elaborato WGG_RA5_3 e, in scala ridotta, nella Figura 8.10.

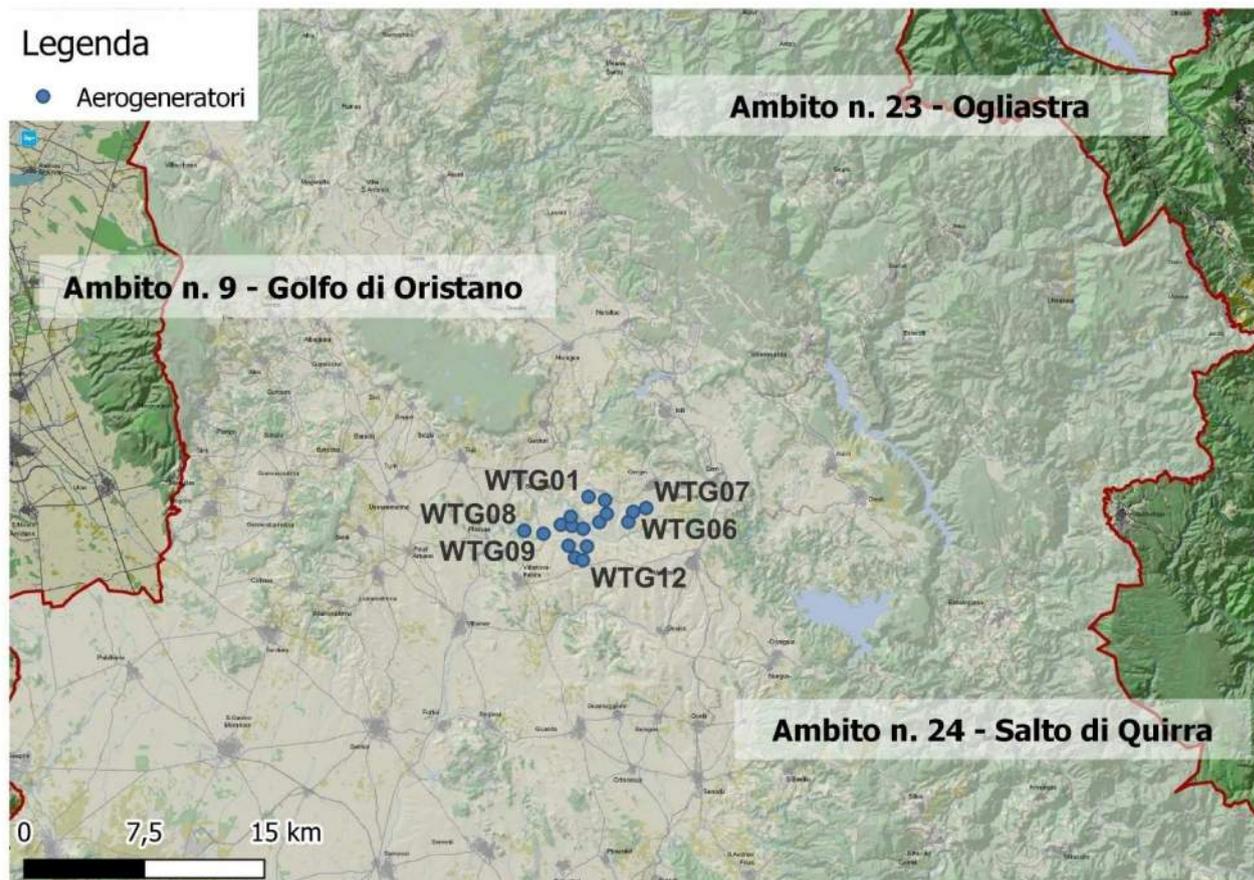


Figura 8.9 – Stralcio Tav. 1.1 P.P.R e aerogeneratori di progetto

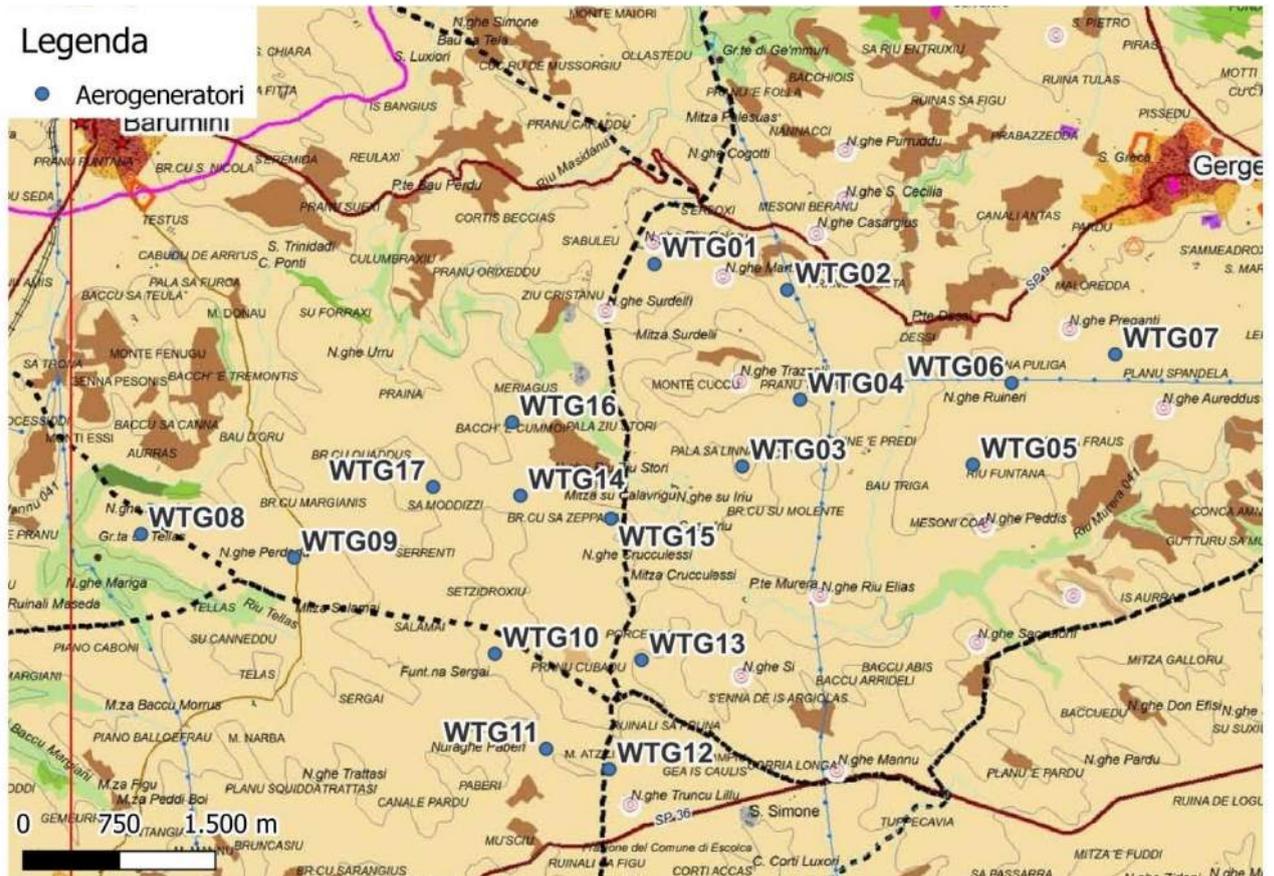


Figura 8.10 - Sovrapposizione dell'area di progetto con lo Stralcio Foglio 540 PPR

L'analisi delle interazioni tra il P.P.R. e l'intervento proposto, condotta attraverso l'ausilio degli strati informativi pubblicati sullo specifico portale istituzionale della Regione Sardegna (www.sardegnaeoportale.it), ha consentito di porre in evidenza quanto segue:

- L'intervento, incluso nel sistema delle infrastrutture ("centrali, stazioni e linee elettriche", artt. 102, 103, 104 N.T.A. P.P.R.) interessa cartograficamente le seguenti categorie di beni paesaggistici di cui all'Art. 17 delle N.T.A. del P.P.R.:
 - Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) relativamente ad alcune porzioni del cavidotto 30 kV impostato su viabilità esistente, in corrispondenza del "Riu Gora niu Acchili", "Flumini Mannu", "Riu Riolu", "Riu Su Spaniadroxiu" e "Riu Pitziedda".
 - Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) in corrispondenza di "Riu Auledu" e "Riu Murera_041" relativamente ad 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.

- Con riferimento alle categorie dell'Assetto Ambientale ed alla scala di dettaglio della cartografia del P.P.R., gli interventi in progetto sono inquadrabili come segue:

Aerogeneratori, piazzole e aree di stoccaggio pale:

- Tutte le postazioni eoliche ricadono in **aree ad utilizzazione agroforestale** (artt. 28, 29 e 30 N.T.A. P.P.R.), inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate".

Le prescrizioni del PPR per la gestione delle aree ad utilizzazione agroforestale, sebbene non abbiano portata immediatamente precettiva, in quanto rivolte alla pianificazione settoriale e locale, troverebbero piena applicazione ove fosse riconosciuta la co-presenza di un bene paesaggistico, a norma dell'art. 18 c. 4 del PPR.

Nel caso specifico, nessun aerogeneratore in progetto ricade entro aree tutelate paesaggisticamente e, conseguentemente, le suddette prescrizioni non trovano applicazione.

Viabilità in adeguamento di quella esistente:

- aree agroforestali di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate" e "Colture arboree specializzate" per le quali valgono le considerazioni espresse precedentemente.

Viabilità di nuova realizzazione:

- aree agroforestali di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate" per le quali valgono le considerazioni espresse precedentemente.

Cavidotto a 30kV:

- aree agroforestali di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate", "Impianti boschivi artificiali" e "Colture arboree specializzate" per le quali valgono le considerazioni espresse precedentemente;
- aree seminaturali di cui agli artt. 25, 26 e 27 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "praterie".

Peraltro, la sovrapposizione con aree naturaliformi è di carattere prettamente cartografico, giacché i tracciati sono interamente previsti in sovrapposizione alla rete viaria esistente.

Per le aree seminaturali il P.P.R. prevedrebbe un approccio di gestione conservativo che si traduce sostanzialmente nel divieto di *qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica* (artt. 23 e 26 N.T.A. P.P.R.). Tale prescrizione, peraltro, non trova applicazione nel caso specifico, trattandosi di un territorio esterno agli ambiti di paesaggio costiero.

Area di cantiere:

- aree agroforestali di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate" per le quali valgono le considerazioni espresse precedentemente.

Sottostazione Utente 30/150 kV:

- aree agroforestali di cui agli artt. 28, 29 e 30 N.T.A., inquadrabili nella fattispecie delle "colture erbacee specializzate" per le quali valgono le considerazioni espresse precedentemente.
- Relativamente al cavidotto interrato a 30 kV di collegamento elettrico tra l'impianto eolico e la Sottostazione Utente 30/150 kV in Comune di Genoni, 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 Legge², essendo alla data odierna abbondantemente decadute. Pertanto, al riguardo, non si riscontrano elementi programmatici condizionanti.

- 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 8.11), "Nuraghe Santa Cecilia" (Figura 8.12), "Chiesa di San Salvatore" (Figura 8.13) e "Nuraghe Torri" (Figura 8.14). 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.

² 1. *Fino all'emanazione della legge istitutiva dei parchi e delle riserve naturali e del decreto istitutivo dei monumenti naturali e comunque non oltre il periodo di cinque anni dall'entrata in vigore della presente legge, nei territori individuati nella cartografia di cui all'allegato "A" è fatto divieto di: [omissis]*



Figura 8.11: 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"

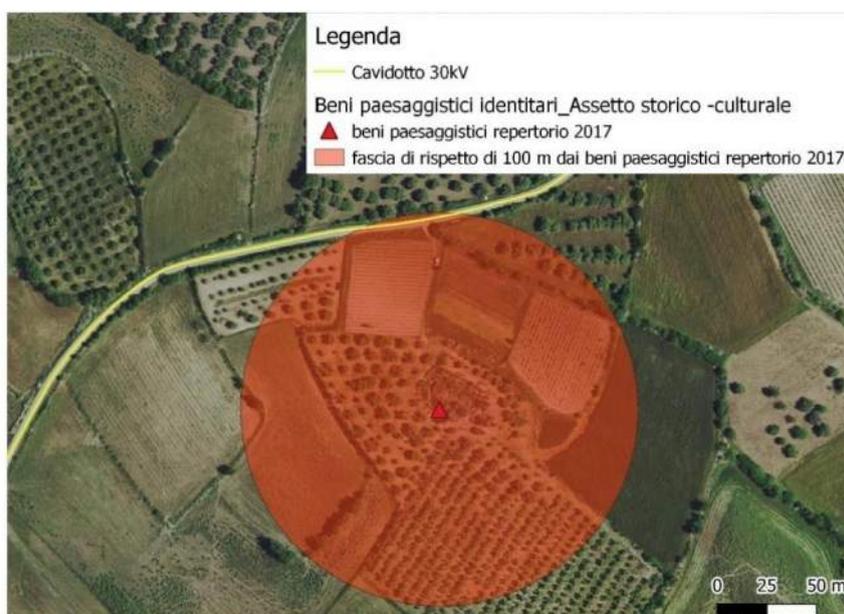


Figura 8.12: Sovrapposizione del Cavidotto MT, ivi impostato su viabilità esistente, con buffer di 100m da bene di valenza storico culturale, così come cartografato dal PPR, in prossimità di "Nuraghe Santa Cecilia"



Figura 8.13: 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"

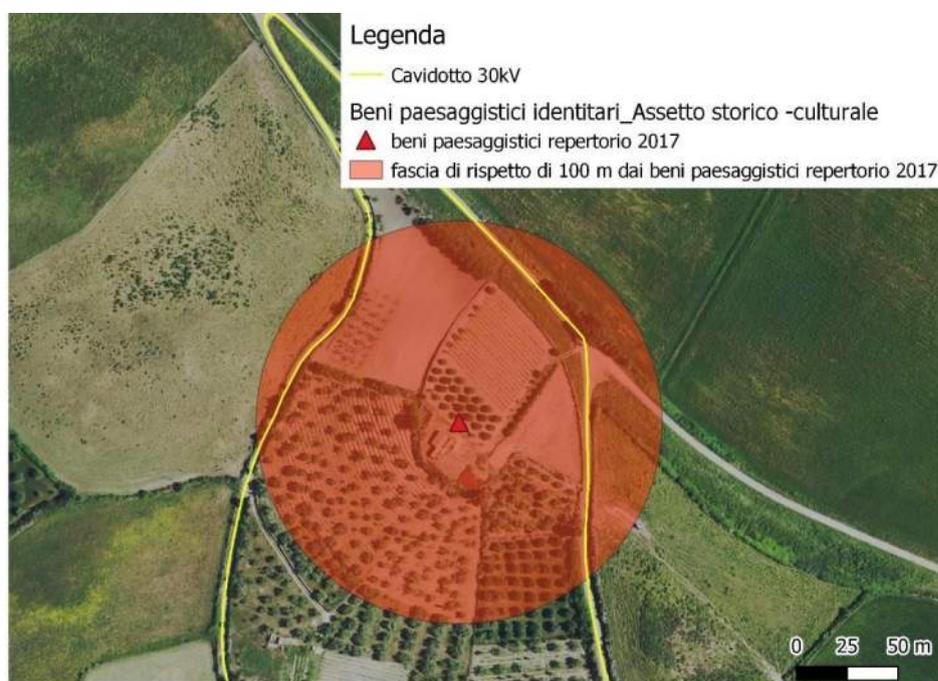


Figura 8.14: Sovrapposizione del Cavidotto MT, ivi impostato su viabilità esistente, con buffer di 100m da bene di valenza storico culturale, così come cartografato dal PPR, in prossimità di "Nuraghe Turri"

8.3.1.6 D.G.R. 24/12 del 19.05.2015 - Linee guida per i paesaggi industriali della Sardegna

Le Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna sono il risultato di un lavoro di ricerca del Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche per il Territorio del Politecnico di Torino, commissionato dalla Regione Autonoma Sardegna, Assessorato degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica, nell'ambito delle attività dell'Osservatorio della pianificazione urbanistica e qualità del paesaggio.

In accordo con gli indirizzi derivanti dalla pianificazione paesaggistica regionale, le Linee guida approfondiscono i fenomeni relativi al tema dei paesaggi produttivi, in senso lato, e le specifiche situazioni problematiche per il paesaggio generate dalle attività industriali, estrattive e della produzione di energie rinnovabili nella Regione.

Il proposto impianto eolico ha seguito un iter di sviluppo progettuale ispirato a criteri paesaggistici di qualità e tra questi, si è fatto in particolare riferimento alle richiamate Linee Guida RAS per i paesaggi industriali che esplicitano sia criteri progettuali generali sia specifici per la fattispecie degli ampliamenti.

In tale ottica, il progetto proposto è stato concepito per produrre il minimo incremento dell'impatto percettivo, in accordo con i criteri più dettagliatamente illustrati nell'allegata Relazione paesaggistica (Elaborato WGG_RA5).

8.3.1.7 Istituti di tutela naturalistica a livello nazionale e internazionale

8.3.1.8 Rete Natura 2000 (S.I.C. e Z.P.S.)

8.3.1.8.1 Aspetti generali

Il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea, con l'obiettivo di promuovere la tutela e la conservazione della diversità biologica presente nel territorio degli Stati membri, ha istituito con la Direttiva Habitat 92/43/CEE un sistema coerente di aree denominato Rete Natura 2000.

La rete ecologica si compone di ambiti territoriali designati come Siti di Interesse Comunitario (S.I.C.), che al termine dell'iter istitutivo diverranno Zone Speciali di Conservazione (Z.S.C.), e Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.) in funzione della presenza e rappresentatività sul territorio di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della Direttiva "Habitat" e di specie di cui all'allegato I della Direttiva Uccelli 79/409/CEE, come modificata dalla Direttiva 2009/147/CE, e delle altre specie migratrici che tornano regolarmente in Italia.

La Direttiva Uccelli è stata recepita nell'ordinamento nazionale attraverso la Legge 11 febbraio 1992, n. 157 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio", mentre con il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357 "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche" ed il successivo D.P.R. 12 marzo 2003, n° 120 "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al DPR 357/97" l'Italia ha recepito la Direttiva 92/43/CEE, regolamentandone l'attuazione da parte dello Stato, delle Regioni e Province Autonome.

Le regioni italiane hanno proceduto all'individuazione ed alla perimetrazione delle aree S.I.C. e Z.P.S., trasmettendone l'elenco al Ministero dell'Ambiente, il quale lo ha trasmesso, a sua volta, all'Unione europea.

La normativa sopra citata prevede che i proponenti di piani territoriali, urbanistici e di settore, di progetti ed interventi che interessino le aree della rete "Natura 2000", non direttamente connessi e necessari al mantenimento in uno stato soddisfacente di conservazione delle stesse, o che ricadano parzialmente o interamente nelle aree naturali protette, siano da assoggettare a valutazione di incidenza ambientale, procedimento volto ad individuare e valutare i possibili impatti che l'opera ha sulle specie e sugli habitat per cui quel sito è stato designato.

Sono soggette a valutazione di incidenza anche le iniziative che, pur ubicate all'esterno di siti di importanza comunitaria e zone di protezione speciale, producono i loro effetti all'interno di dette aree.

8.3.1.8.2 Relazioni con il progetto

Aree SIC e ZSC

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 (Figura 8.15). Il SIC/ZSC di Monte San Mauro è un'area collinare con rilievi dolci interessata a tratti da coltivazioni che, una volta abbandonate, vengono riconquistate dalle steppe ad *Ampelodesmos mauritanicus*, non rinvenute nelle aree di progetto.

La componente faunistica oggetto d'interesse conservazionistico che ha motivato l'istituzione della ZSC comprende 4 specie avifaunistiche di distribuzione locale e poco sensibili all'impatto da collisione (*pernice sarda*, *calandro*, *occhione* e *succiacapre*); in relazione a eventuali potenziali incidenze, verificate preliminarmente le composizioni qualitative dei gruppi di cui sopra e la sensibilità degli stessi alla presenza di impianti eolici, si ritiene poco probabile una frequentazione degli ambiti ricadenti nel buffer di 5 km da parte di soggetti delle specie di cui sopra presenti all'interno della ZSC.

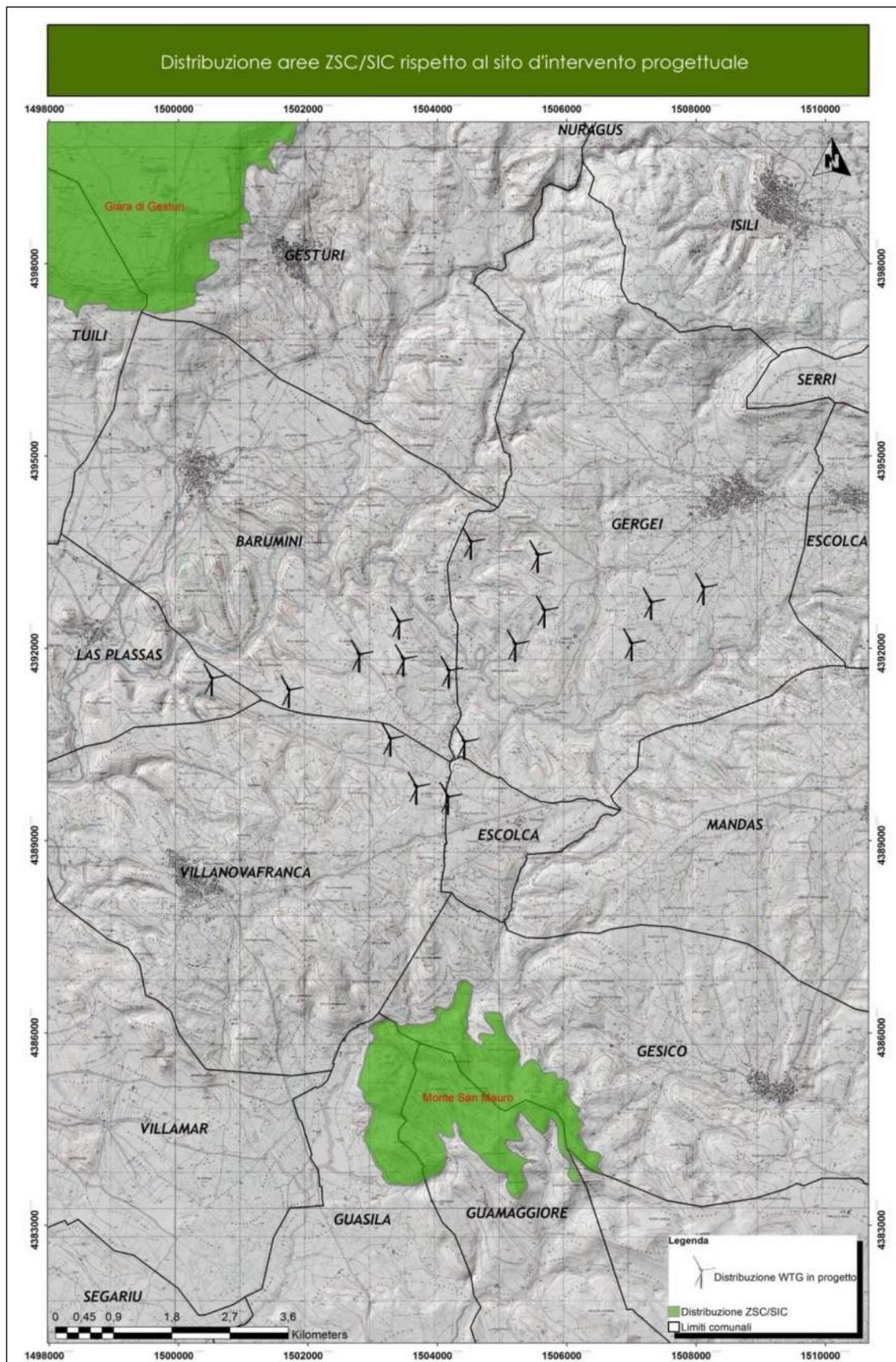


Figura 8.15: Carta della distribuzione delle aree Rete Natura 2000/SIC-ZSC rispetto all'area di intervento progettuale

Aree ZPS

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 (Figura 8.16).

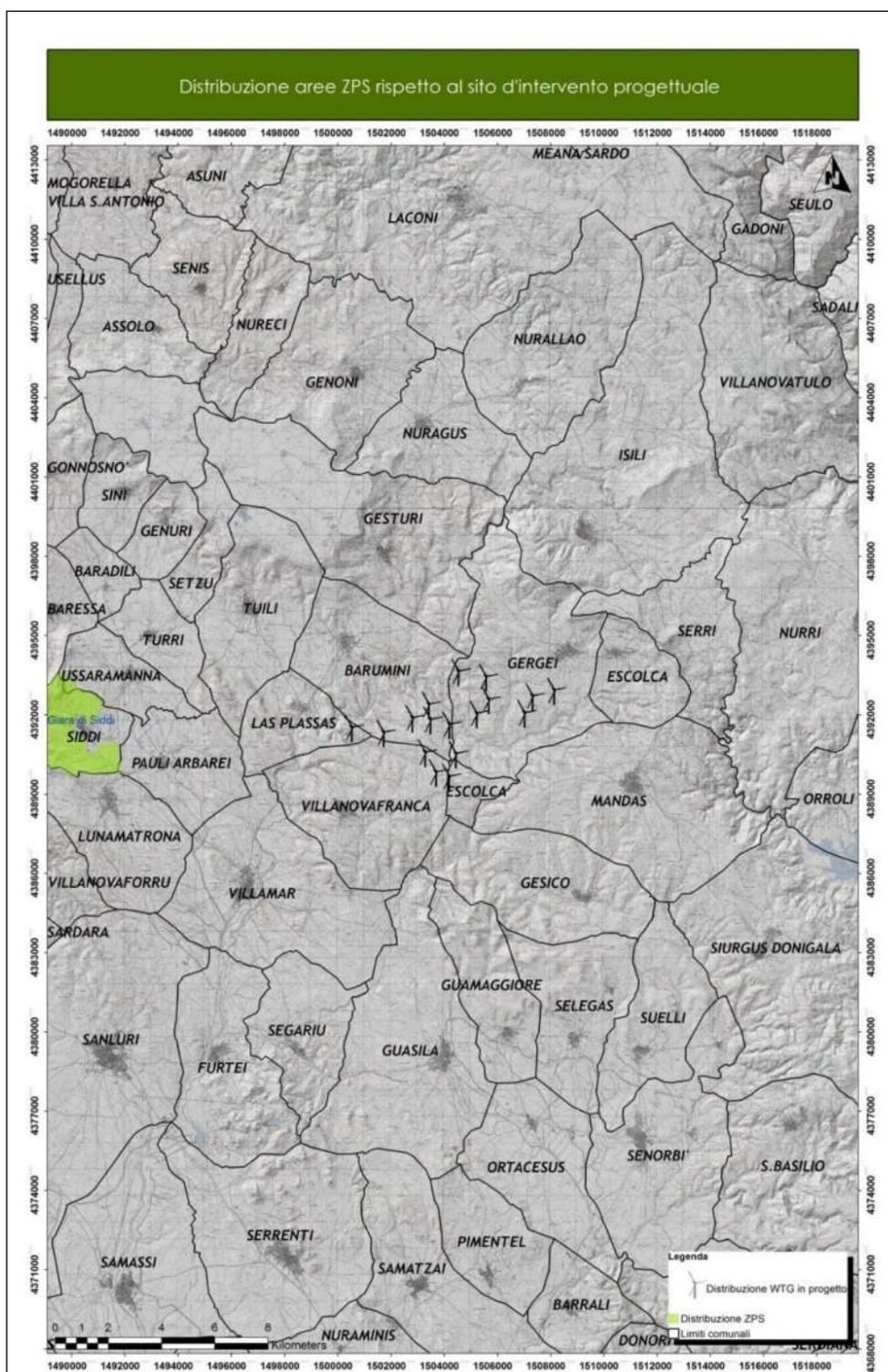


Figura 8.16 - Carta della distribuzione delle aree Rete Natura 2000/ZPS rispetto all'area di intervento progettuale

8.3.1.9 Aree IBA

8.3.1.9.1 Caratteristiche generali

Nate da un progetto di BirdLife International portato avanti in Italia dalla Lipu, le IBA sono aree che rivestono un ruolo fondamentale per gli uccelli selvatici e dunque rappresentano uno strumento importante di conoscenza e salvaguardia. IBA è infatti l'acronimo di *Important Bird Areas* (Aree importanti per gli uccelli). Per essere riconosciuto come IBA, un sito deve possedere almeno una delle seguenti caratteristiche:

- ospitare un numero rilevante di individui di una o più specie minacciate a livello globale;
- fare parte di una tipologia di aree importante per la conservazione di particolari specie (come le zone umide o i pascoli aridi o le scogliere dove nidificano gli uccelli marini);
- essere una zona in cui si concentra un numero particolarmente alto di uccelli in migrazione.

I criteri con cui vengono individuate le IBA sono scientifici, standardizzati e applicati a livello internazionale. L'importanza della IBA e dei siti della rete Natura 2000 va però oltre alla protezione degli uccelli. Poiché gli uccelli hanno dimostrato di essere efficaci indicatori della biodiversità, la conservazione delle IBA può assicurare la conservazione di un numero ben più elevato di altre specie animali e vegetali, sebbene la rete delle IBA sia definita sulla base della fauna ornitica.

8.3.1.9.2 Relazioni con il progetto

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto eolico non ricade all'interno di aree IBA; la più vicina al sito di progetto è denominata "Campidano centrale" i cui confini distano oltre 15,6 km dall'aerogeneratore più vicino (Figura 8.17).

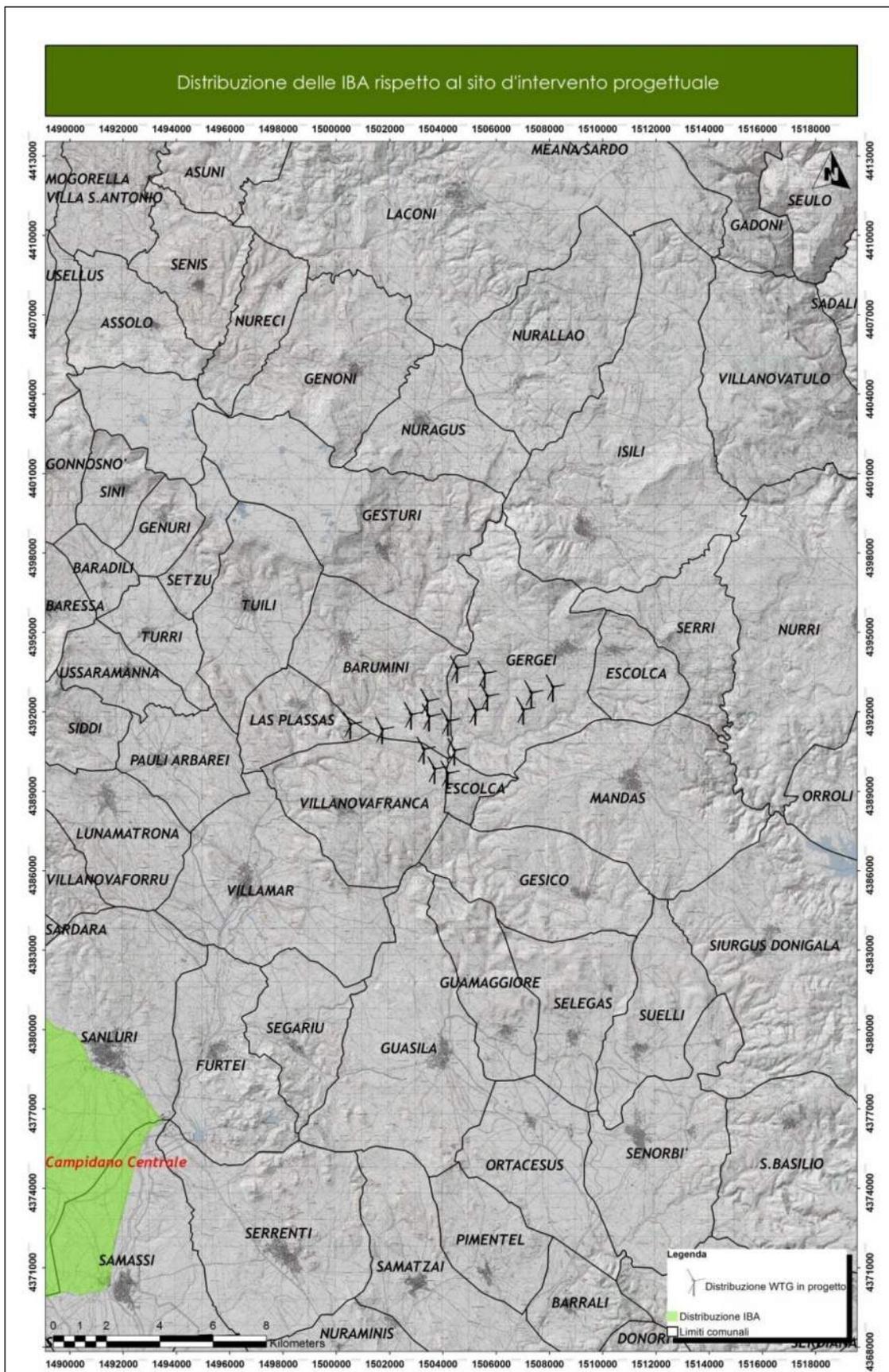


Figura 8.17 - Carta della distribuzione delle Aree IBA rispetto all'area di intervento progettuale

8.3.1.10 Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.N. Quadro 394/91 e secondo la L.N. 979/82 (Aree Marine Protette, ecc.)

Non sono presenti nell'area in esame, ed in quella vasta, tipologie di aree protette richiamate dalla L.N. 394/91.

8.3.1.11 Parchi e riserve naturali di istituzione regionale (Legge Regionale 7 giugno 1989, n.31)

Relativamente al cavidotto interrato a 30 kV di congiunzione tra l'impianto eolico e la Sottostazione Utente 30/150kV, 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). Nella fattispecie si tratta di un'area individuata come "Parco Regionale della Giara" che ad oggi non risulta essere istituita; pertanto, non si riscontrano elementi programmatici ostativi al riguardo.

8.3.1.12 Istituti Faunistici secondo la L.R. 23/98 "Norme per la tutela della fauna selvatica e dell'esercizio dell'attività venatoria" (Oasi di Protezione Faunistica)

Gli ambiti oggetto d'intervento progettuale non ricadono all'interno di nessuno degli istituti faunistici richiamati dalla norma L.R. 23/98; nelle aree contermini al sito dell'impianto eolico si segnala la presenza di tre ZTRC (zona temporanea di ripopolamento e cattura) una delle quali, denominata "Santu Larenzu", dista 0.15 km dall'aerogeneratore più vicino; tale area protetta è una tipologia d'istituto faunistico previsto dalla norma di cui sopra ed è finalizzata alla tutela e gestione faunistico-venatoria di specie quali pernice sarda, lepre sarda e coniglio selvatico (Figura 8.18).

Sono inoltre presenti nell'area vasta diverse autogestite di caccia la più vicina delle quali, a circa 0.4 km, è denominata San Salvatore; quest'ultimo "istituto", benché abbia funzione esclusiva per il prelievo venatorio, è comunque fonte d'informazioni in merito alla presenza di specie oggetto di caccia ma anche di conservazione quali la lepre sarda e la pernice sarda.

Attualmente la perimetrazione di tutti gli Istituti Faunistici è stata rielaborata a seguito della stesura del Piano Faunistico Venatorio Provinciale e si è in attesa dell'approvazione del Piano Faunistico Venatorio Regionale dal quale si dedurranno le scelte gestionali e di conservazione in materia di fauna selvatica.

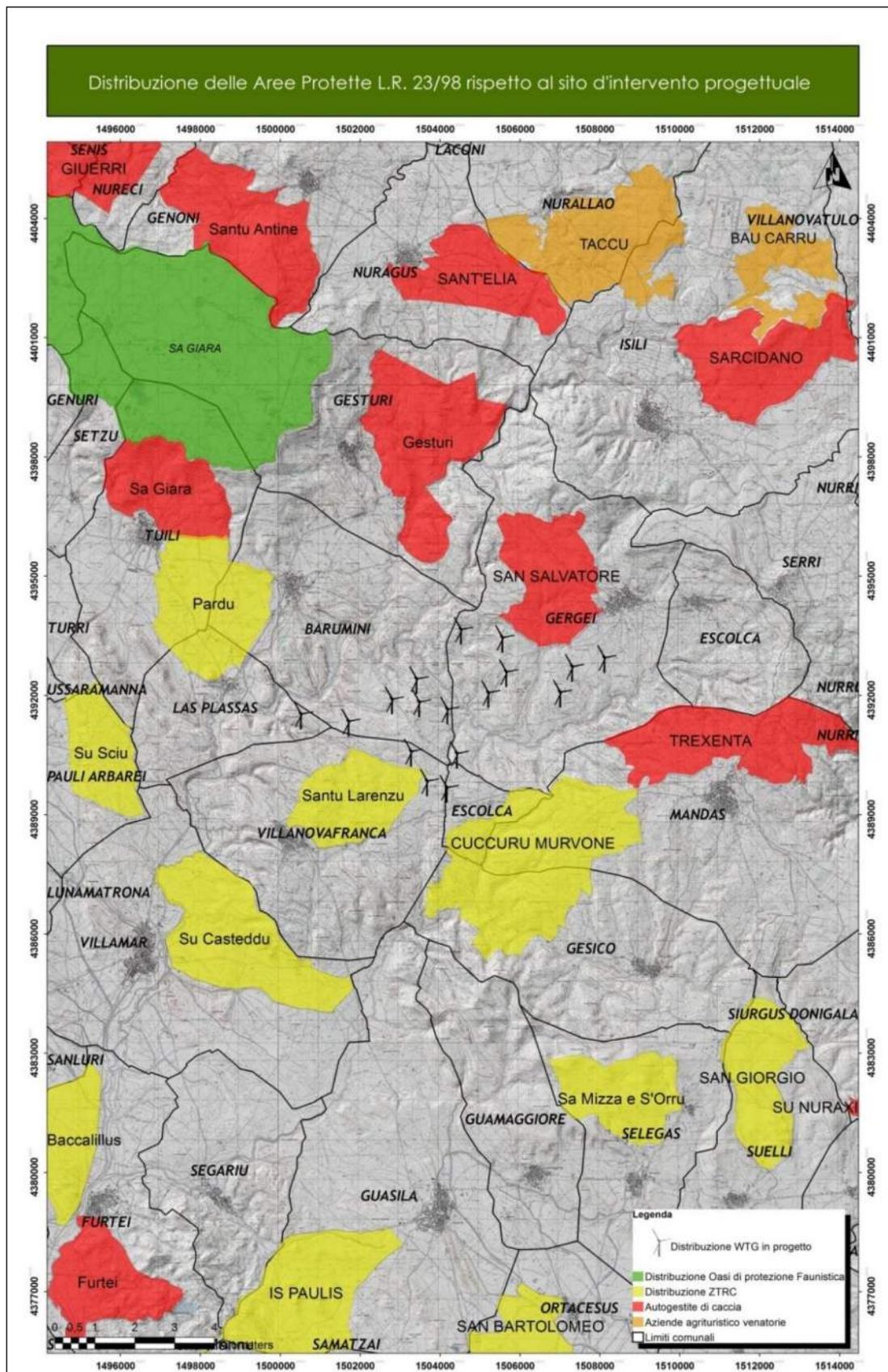


Figura 8.18: Carta della distribuzione delle Aree Protette L.R. 23/98 rispetto all'area di intervento progettuale

8.4 DISCIPLINA URBANISTICA ED INDIRIZZI DI LIVELLO LOCALE

8.4.1.1 Strumenti urbanistici comunali

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.

8.4.1.2 Piano Urbanistico Comunale di Gergei

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”.

8.4.1.3 Piano Urbanistico Comunale di Las Plassas

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 agricola-produttiva, anche in relazione all’estensione, composizione e localizzazione dei terreni.

8.4.1.4 Piano Urbanistico Comunale di Barumini

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 agricola-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.

8.4.1.5 Piano di Fabbricazione del Comune di Villanovafranca

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.

8.4.1.6 Piano Urbanistico Comunale di Escolca

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 ragionevolmente con aree cartografate come Zona E – Agricola

8.4.1.7 Relazioni con il progetto

In riferimento alla disciplina delle aree agricole previste dal PUC, ogni eventuale disarmonia è da ritenersi superata dai disposti dell'art. 12 c. 7 del D.Lgs. 387/2003 e ss.mm.ii., laddove si prevede espressamente la possibilità di realizzare impianti per la produzione di energia elettrica da FER anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici.

In ogni caso, sotto il profilo procedurale, la possibilità di dar seguito all'autorizzazione delle opere in progetto, eventualmente in deroga rispetto agli strumenti urbanistici locali, può comunque individuarsi nelle disposizioni di cui all'art. 12 c. 3 del D.Lgs. 387/2003 e ss.mm.ii. in ordine alla razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative degli impianti a fonte rinnovabile che attribuisce all'atto autorizzativo stesso, ove occorra, la valenza di variante urbanistica.

8.5 ALTRI PIANI E PROGRAMMI DI INTERESSE

8.5.1.1 Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia L. 267/98 (P.A.I.)

8.5.1.2 Disciplina

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e successive modificazioni, approvato dalla Giunta Regionale con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo in forza del Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici in data 21 febbraio 2005, n. 3, prevede:

- indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica;
- disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato A del PAI;
- disciplina le aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato B del PAI.

Con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile, il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica individuate:

- le aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1) perimetrale nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato C;
- le aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1) perimetrate nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato D.

8.5.1.3 Relazioni con il progetto

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 1 mt 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:

- c. gli interventi di manutenzione ordinaria*
- d. 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 8.19 – Sovrapposizione tra tratti di viabilità da adeguare e le aree a pericolosità idraulica Hi4



Figura 8.20 – Sovrapposizione di un tratto di viabilità da adeguare e le aree a pericolosità idraulica Hi4



Figura 8.21 – 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.

8.5.1.4 Piano Stralcio Fasce Fluviali (P.S.F.F.)

8.5.1.5 Disciplina

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il PSFF è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter della legge 19 maggio 1989, n. 183, come modificato dall'art. 12 della L. 4 dicembre 1993, n. 493, quale Piano Stralcio del Piano di bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

Con Delibera n° 1 del 31.03.2011, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha adottato in via preliminare, ai sensi degli artt. 8 c.3 e 9 c.2 della L.R. n. 19 del 6.12.2006, il Progetto di PSFF, costituito dagli elaborati elencati nell'allegato A alla delibera di adozione medesima.

Dopo vari avvicendamenti di delibere e adozioni preliminari degli studi iniziali, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha adottato, in via definitiva con deliberazione n. 2 del 17.12.2015, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 della L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il piano denominato "*Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)*".

Il Piano persegue gli obiettivi di settore, ai sensi dell'art. 3 e dell'art. 17 della L. 18 maggio 1989, n. 183, con particolare riferimento alle lettere a), b), c), i), l), m) e s) del medesimo art. 17. Il PSFF costituisce un approfondimento e un'integrazione necessaria al PAI, in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Le Fasce Fluviali nella loro accezione più ampia, dette altresì "aree di pertinenza fluviale", identificano quelle aree limitrofe all'alveo inciso occupate nel tempo dalla naturale espansione delle piene, dallo sviluppo morfologico del corso d'acqua, dalla presenza di ecosistemi caratteristici degli ambienti fluviali. Rappresentano dunque le fasce di inondabilità, definite come le porzioni di territorio costituite dall'alveo del corso d'acqua e dalle aree limitrofe caratterizzate da uguale probabilità di inondazione. La delimitazione delle fasce è stata effettuata mediante analisi geomorfologica ed analisi idraulica, per portate di piena convenzionalmente stabilite in relazione al corrispondente tempo di ritorno.

Il piano ha individuato le aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portate al colmo di piena corrispondenti a periodo di ritorno "T" di 2, 50, 100, 200 e 500 anni, ognuna esterna alla precedente.

Nel PSFF, sono state delimitate le fasce fluviali relative alle aste principali dei corsi d'acqua in corrispondenza delle sezioni fluviali che sottendono un bacino idrografico con superficie maggiore di 30 km² e le fasce fluviali dei relativi affluenti.

8.5.1.6 Relazioni con il progetto

Gli aerogeneratori in progetto, non ricadono all'interno delle fasce fluviali perimetrate 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 1 mt 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".

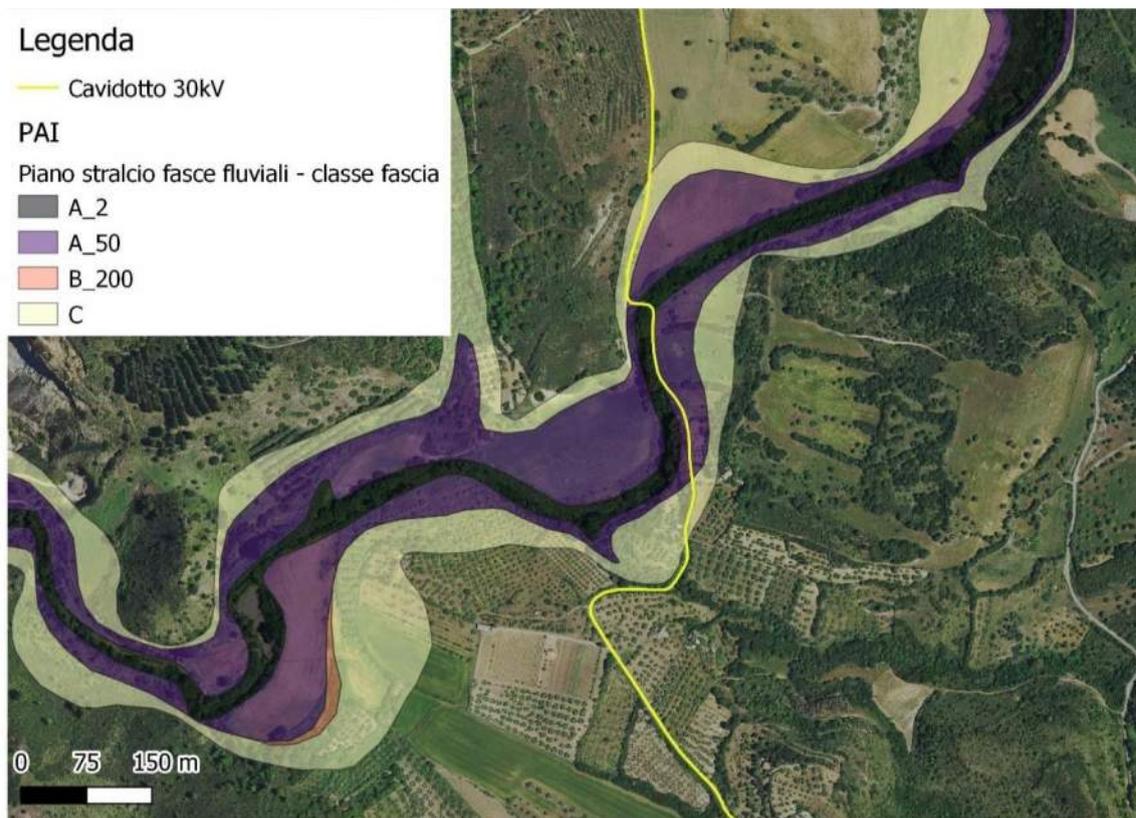


Figura 8.22 – Sovrapposizione del tracciato del cavidotto 30 kV con le aree cartografate dal Piano Stralcio Fasce Fluviali

8.5.1.7 Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) e Caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei della Sardegna ex Direttiva 2000/60/CE

8.5.1.8 Contenuti

Il Piano di Tutela delle Acque è stato redatto ai sensi dell'art. 44 del D.Lgs. 152/99 e ss.mm.ii., dell'art. 2 della L.R. 14/2000 e della Direttiva 2000/60/CE. Il PTA, costituente un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art 17, comma 6-ter della

legge n.183 del 1989 (e ss.mm.ii.), è stato approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n.14/16 del 4 aprile 2006.

Obiettivo prioritario del Piano è la costruzione di uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico, attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela degli aspetti qualitativi e quantitativi della risorsa idrica. In particolare, il PTA si prefigge il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D. Lgs. 152/99 e i suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e qualità delle risorse idriche, compatibilmente con le diverse destinazioni d'uso;
- recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive, in particolare quelle turistiche, in quanto rappresentative di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
- raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
- lotta alla desertificazione.

Il raggiungimento o il mantenimento di tali obiettivi è perseguito mediante azioni ed interventi integrati che, nell'ambito del Piano, si attuano per Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.), unità territoriali elementari composte da uno o più bacini idrografici, attraverso le quali il territorio regionale è stato suddiviso in aree omogenee. Le U.I.O. sono state ottenute prevalentemente a partire dai bacini drenanti sui corpi idrici significativi del primo ordine ed accorpendo a questi i bacini minori, territorialmente omogenei, per caratteristiche geomorfologiche o idrografiche o idrologiche.

Sulla base di quanto previsto dagli artt. 3, 4 e 5 del D.Lgs. 152/99, oggi confluito nel D.Lgs. 152/06, il Piano individua e classifica i corpi idrici in relazione al grado di tutela da garantire alle acque superficiali e sotterranee e alle conseguenti azioni di risanamento da predisporre per i singoli corpi idrici, definite all'interno del Piano di Tutela delle Acque (art. 44). In particolare, il Piano suddivide i corpi idrici in 5 categorie:

- corsi d'acqua, naturali e artificiali;
- laghi, naturali e artificiali;
- acque di transizione;
- acque marino – costiere;
- acque sotterranee.

Sono definiti "significativi", quei corpi idrici che soddisfano i criteri minimi definiti, per le diverse categorie, ai punti 1.1 e 1.2 dell'Allegato 1 del D.Lgs. 152/99. Con specifico riferimento ai corpi idrici superficiali, tali criteri sono:

- dimensione del bacino afferente al corpo idrico;
- superficie specchio liquido o capacità d'invaso.

Sono ritenuti, in ogni caso, da monitorare e classificare i seguenti corpi idrici:

- corpi idrici che, per valori naturalistici e/o paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale;
- corpi idrici che, per il carico inquinante da essi convogliato, possono avere una influenza negativa rilevante sui corpi idrici significativi.

Il Piano, inoltre, identifica "a specifica destinazione funzionale" i seguenti corpi idrici:

- acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
- acque destinate alla balneazione;
- acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;
- acque destinate alla vita dei molluschi.

Infine, tra le aree richiedenti "specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e risanamento", il Piano individua le seguenti:

- aree sensibili;
- zone vulnerabili da nitrati di origine agricola;
- zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e altre zone vulnerabili;
- aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, per le quali è prevista una zona di tutela assoluta, una zona di rispetto e una zona di protezione;
- aree vulnerabili alla desertificazione;
- altre aree di salvaguardia (elevato interesse ambientale e naturalistico), ovvero i siti interessati da attività minerarie dismesse, i Parchi e le Aree marine protette, i SIC (Siti di Importanza Comunitaria), le ZPS (Zone di Protezione Speciale), le oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura, le aree sottoposte a vincolo di tutela paesistica.

In relazione alle pressioni e agli impatti esercitati dall'attività antropica, il PTA valuta lo stato di compromissione dei corpi idrici, definendo a tale scopo, i cosiddetti "Centri di Pericolo" (CDP), ovvero tutte quelle attività che generano, possono generare, o trasmettono un impatto sui corpi idrici.

Il PTA prevede anche una fase di monitoraggio, articolata in uno step conoscitivo iniziale, il cui scopo è una prima classificazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici, e un monitoraggio volto a verificare il raggiungimento ovvero il mantenimento dell'obiettivo di qualità "buono". La Regione ha quindi realizzato una rete di controllo per la definizione dello stato ambientale dei corpi idrici monitorati, cui ha seguito l'individuazione delle cause che hanno comportato il degrado delle condizioni quali - quantitative dei corpi idrici. Ciò ha permesso di individuare le "aree problema", ovvero quelle aree considerate problematiche in relazione alla tutela della qualità, al rispetto degli obiettivi ambientali e all'uso delle risorse idriche. In funzione delle criticità rilevate, il Piano ha individuato, per ciascun corpo idrico, obiettivi generali e obiettivi specifici, nonché le relative strategie d'intervento.

Per quanto riguarda l'area di progetto, questa ricade nell'Unità Idrografica Omogenea (UIO) del Flumini Mannu Cagliari - Cixerri.

In particolare, come si evince dalla tavola 5/1a "U.I.O. Flumini Mannu Cagliari - Cixerri", allegata al PTA, il sito di installazione degli aerogeneratori risulta ubicato nella porzione settentrionale del bacino. (Figura 8.23).

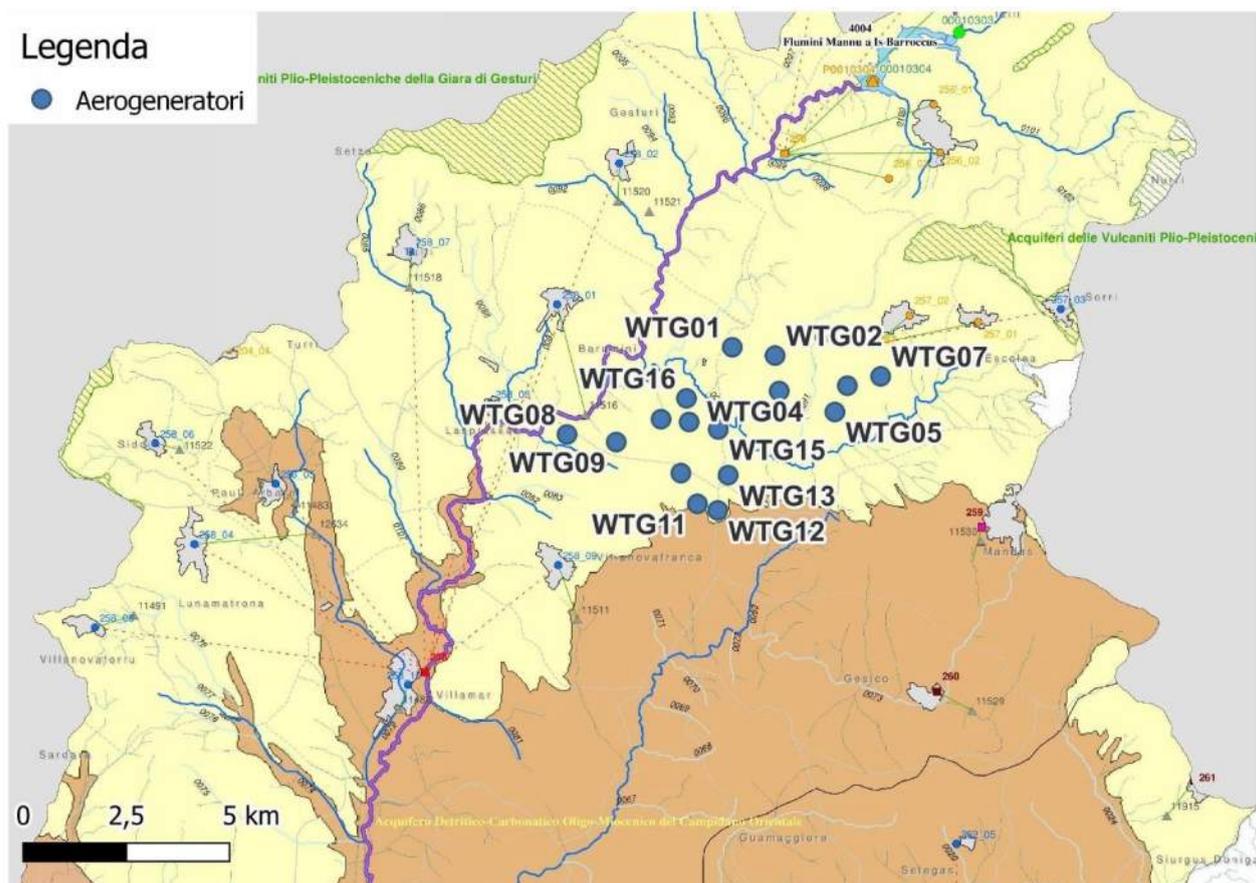


Figura 8.23 - Stralcio “U.I.O. Flumini Mannu Cagliari - Cixerri” e ubicazione del sito d’intervento (Fonte PTA)

L’analisi della cartografia del PTA consente di formulare le seguenti considerazioni:

- dalla tavola 7 “Aree Sensibili” risulta che il sito si sovrappone ad aree sensibili così come definite all’art. 22 delle NTA del PTA ma l’area non è riportata nella tabella 1-7 della Monografia dell’U.I.O. del Flumini Mannu al punto 1.2.1;
- dalla tavola 9 “Designazione zone vulnerabili da nitrati” definite all’art. 19 delle NTA del PTA risulta che nessun aerogeneratore in progetto ricade all’interno di zone vulnerabili o potenzialmente vulnerabili da nitrati;
- dalla tavola 10 “Distribuzione dei fitofarmaci a livello comunale”, definite all’art. 20 delle NTA del PTA si riscontra che l’area di progetto è caratterizzata da un elevato utilizzo di prodotti fitosanitari, i cui valori variano tra 11.1 - 18 kg fitofarmaci/ha SAU totale;
- dalla tavola 11 “Registro aree protette – altre aree di salvaguardia (elevato interesse ambientale e naturalistico)”, definite dall’art. 30 delle NTA del PTA risulta che l’area in esame non ricade all’interno di aree interessate da attività minerarie dismesse, parchi e aree marine protette, Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale, monumenti naturali, aree sottoposte a vincolo di tutela paesistica, aree da sottoporre a tutela per il loro interesse paesaggistico;
- dalla tavola 14 “Stato ecologico dei corsi d’acqua e dei laghi” risulta che lo stato ecologico del corso d’acqua più prossimo al sito d’intervento, il corso d’acqua del Flumini Mannu, è stato definito “Sufficiente”;
- dalla tavola 15 “Reti di monitoraggio presenti in Sardegna” si riscontra la presenza di punti di monitoraggio della qualità e della portata dei corsi d’acqua significativi nonché di stazioni della rete RAS idrografica distribuite su tutto il bacino;

- nell'U.I.O. *Flumini Mannu Cagliari Cixerri* sono stati individuati diversi centri di pericolo; i più rilevanti sono gli insediamenti industriali di Cagliari – Elmas, Cagliari – Macchiarreddu, di Sarroch, di Iglesias, di Villacidro, tutti distanti dal sito di progetto.

Con delibera n. 1/16 del 14.1.2011, la RAS ha dato attuazione alla Direttiva Quadro sulle Acque (Direttiva 2000/60/CE), approvando uno studio inerente alla Caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei della Sardegna e il relativo programma di monitoraggio.

La Direttiva 2000/60/CE è stata infatti recepita dal D.Lgs. n. 152/2006 "*Norme in materia ambientale*" che prevede (articolo 64) la ripartizione del territorio nazionale in otto distretti idrografici, tra i quali il Distretto della Sardegna che coincide con i limiti del territorio regionale.

In merito alle caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici sotterranei in corrispondenza del settore d'intervento, sulla base del D.Lgs. 152/2006, si segnala la sovrapposizione degli aerogeneratori con l'acquifero *sedimentario terziario – Detritico-Carbonatici Oligo-Miocenico della Marmilla-Sarcidano* (codice 2413). Lo stato ambientale complessivo è stato classificato come "Non classificato".

8.5.1.9 Relazioni con il progetto

L'intervento progettuale non è all'origine di modifiche dello stato ambientale dei corpi idrici; pertanto, non si rilevano elementi di contrasto fra la realizzazione del progetto e i contenuti del Piano di Tutela delle Acque. Il processo di produzione energetica da fonte eolica, infatti, non determina alcuna emissione di sostanze potenzialmente inquinanti, siano esse in forma gassosa, solida o liquida. In tal senso ogni possibile impatto può astrattamente ricondursi al verificarsi di eventi incidentali durante le fasi di costruzione, manutenzione e dismissione degli aerogeneratori e opere connesse. Tali eventi sono da ritenersi, in ogni caso, estremamente improbabili laddove vengano rispettate le ordinarie procedure di buona tecnica e/o comportamentali nell'ambito dei processi di costruzione e gestione operativa della centrale eolica.

Il posizionamento degli aerogeneratori, nonché la realizzazione di nuova viabilità, a debita distanza dai principali impluvi o alvei dei corsi d'acqua, contribuisce, infine, ad attenuare ogni interferenza del progetto con il sistema idrografico locale.

8.5.1.10 Piano forestale ambientale regionale (PFAR)

8.5.1.11 Contenuti

Il Piano forestale ambientale regionale, redatto ai sensi del D.Lgs. 227/2001, approvato con Delibera 53/9 del 27/12/2007, è uno strumento di pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale finalizzato alla tutela dell'ambiente, al contenimento dei processi di dissesto idrogeologico e di desertificazione, alla conservazione, valorizzazione e incremento della risorsa forestale. Obiettivo è anche la tutela della biodiversità degli ecosistemi regionali ed il miglioramento delle economie locali connesse alla funzionalità ed alla vitalità dei sistemi forestali esistenti, con particolare attenzione per gli ambiti montani e rurali.

In particolare, gli obiettivi del Piano si focalizzano intorno ai seguenti macro-obiettivi:

- tutela dell'ambiente, promossa attraverso azioni tese al mantenimento e potenziamento delle funzioni protettive e naturalistiche svolte dalle foreste;
- miglioramento della competitività delle filiere, crescita economica, aumento dell'occupazione diretta e indotta, formazione professionale;
- informazione ed educazione ambientale;

- potenziamento degli strumenti conoscitivi, ricerca applicata e sperimentazione.

Per il raggiungimento dei macro-obiettivi il Piano prevede 5 linee di intervento, riconducibili sempre alle specificità e caratteristiche del contesto ambientale ed economico in cui si opera. Le tipologie di intervento sono poi ulteriormente strutturate in misure, azioni e sottoazioni.

Per le tematiche prioritarie che riguardano l'intero ambito regionale è previsto che le azioni di piano vengano portate avanti attraverso Piani Operativi Strategici, che conferiscono al Piano capacità operativa di programmazione diretta.

L'attribuzione della destinazione funzionale principale ai diversi ambiti forestali è stata condotta a livello di distretto, consentendo di predisporre linee di intervento e modelli gestionali specifici per ciascun contesto preso in considerazione.

Ai fini della predisposizione dei piani territoriali, ciascun distretto è stato descritto in una apposita scheda che contiene il quadro conoscitivo preliminare relativo a dati amministrativi, caratteristiche morfometriche, inquadramento paesaggistico e vegetazionale, uso e copertura del suolo, gestione forestale, aree sottoposte a tutela ed a vincoli idrogeologici.

I distretti territoriali individuati sono 25, tutti ritagliati quasi esclusivamente sui limiti amministrativi comunali, e l'area in cui verranno installati gli aerogeneratori ricade all'interno del distretto n° 17 "Giare" ad eccezione degli aerogeneratori WTG10 e WTG11 che ricadono nel distretto n° 21 "Trexenta".



Figura 8.24 - Carta dei distretti forestali

8.5.1.12 Relazioni con il progetto

Il progetto in esame non risulta altera le previsioni del Piano Forestale Ambientale, in quanto le opere previste non interessano sistemi a gestione forestale pubblica.

D'altro canto, gli interventi progettuali contribuiscono al rafforzamento delle condizioni di presidio del territorio rispetto al verificarsi di eventuali fenomeni di incendio.

8.5.1.13 Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria

8.5.1.14 Contenuti

La redazione, ai sensi del D.Lgs. n. 155/2010, del Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente, approvato con Delibera n. 1/3 del 10.01.2017, ha, tra le sue finalità, il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, ed il suo miglioramento negli altri casi.

In tal senso, il decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii. abroga e sostituisce la precedente normativa e costituisce un riferimento normativo completo che regola le attività prioritarie di valutazione e gestione della qualità dell'aria, sulla base del quale la Regione Sardegna ha predisposto il suddetto Piano.

In particolare, il D.Lgs.155/2010 stabilisce:

- l'obbligatorietà per ciascuna Regione e Provincia autonoma di procedere al riesame della zonizzazione e classificazione regionale al fine di adeguare entrambe ai criteri stabiliti nel medesimo decreto. Pertanto, la Giunta Regionale, con propria delibera n. 52/19 del 10/12/2013, ha provveduto al riesame della zonizzazione e classificazione delle zone della Sardegna, attraverso l'adozione di apposito documento denominato: "Zonizzazione e classificazione del territorio regionale";
- l'adeguamento della rete di misura, dei piani e delle misure di qualità dell'aria in conformità alla zonizzazione risultante dal riesame di cui sopra. In tal senso, la Regione ha già provveduto a predisporre il progetto di adeguamento della rete di misura e del programma di valutazione, in conformità alla zonizzazione e classificazione risultanti dal primo riesame;
- i criteri che le Regioni devono seguire per la gestione della qualità dell'aria a seguito della valutazione annuale delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici. In particolare, all'articolo 9 sono fissate le disposizioni per le zone o gli agglomerati in cui si verificano una o più situazioni di superamento dei valori limite o dei valori obiettivo, in cui si rende necessario adottare un piano che preveda delle misure volte alla riduzione delle emissioni delle principali fonti di inquinamento. Inoltre, l'articolo 10 prevede, nei casi in cui sussista il rischio di superamento delle soglie di allarme stabilite per biossido di zolfo e biossido di azoto, l'adozione di appositi piani di azione contenenti interventi a breve termine.

La zonizzazione individuata ai sensi del decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii., adottata con D.G.R. n. 52/19 del 10/12/2013 e approvata in data 11 novembre 2013 (protocollo DVA/2013/0025608) dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare è riportata nella Tabella 8.3 e rappresentata in Figura 8.25.

Tabella 8.3 - Zone e agglomerati di qualità dell'aria individuati ai sensi del D.Lgs. 155/2010

Codice zona	Nome zona
IT2007	Agglomerato di Cagliari
IT2008	Zona urbana
IT2009	Zona industriale
IT2010	Zona rurale
IT2011	Zona per l'ozono

L'agglomerato di Cagliari include i Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius.

La zona urbana è costituita dalle aree urbane di Olbia e Sassari, contraddistinte da una popolazione superiore ai 30.000 abitanti e sul cui territorio si registrano livelli emissivi significativi, principalmente prodotti dal trasporto stradale e dal riscaldamento domestico. Inoltre, nel Comune di Olbia, a tali sorgenti emissive si aggiungono le attività portuali.

La zona industriale è invece costituita da aree prettamente industriali (Assemini, Portoscuso, Porto Torres e Sarroch), il cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o produttive.

La rimanente parte del territorio è stata accorpata nella zona rurale dal momento che, nel complesso, risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti e dalla presenza di poche attività produttive isolate.

Una zona unica, infine, che copre tutto il territorio a meno dell'agglomerato di Cagliari, è definita ai fini della protezione della salute dall'ozono (Figura 8.26).

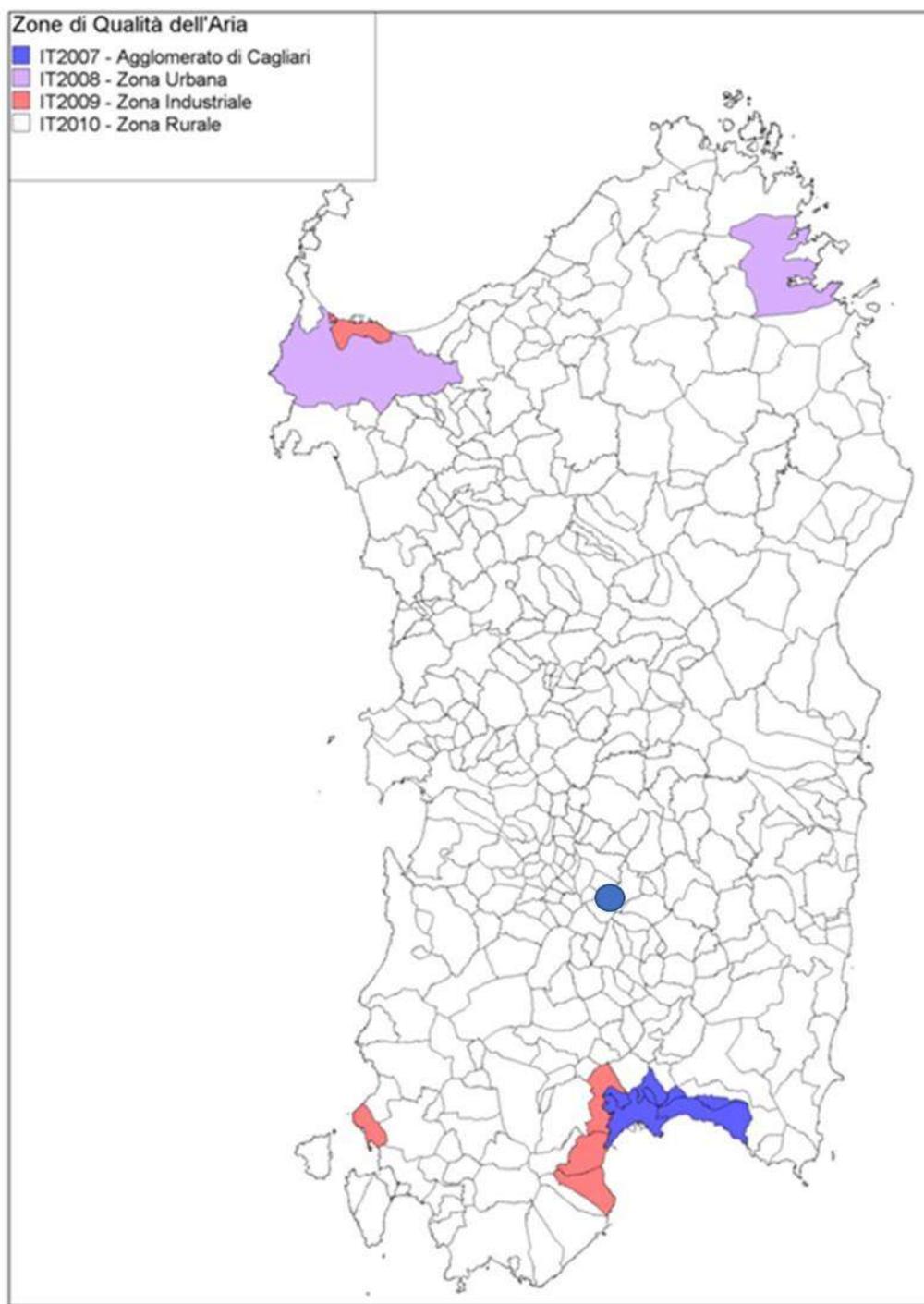


Figura 8.25 - Zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010 (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente - 2017)

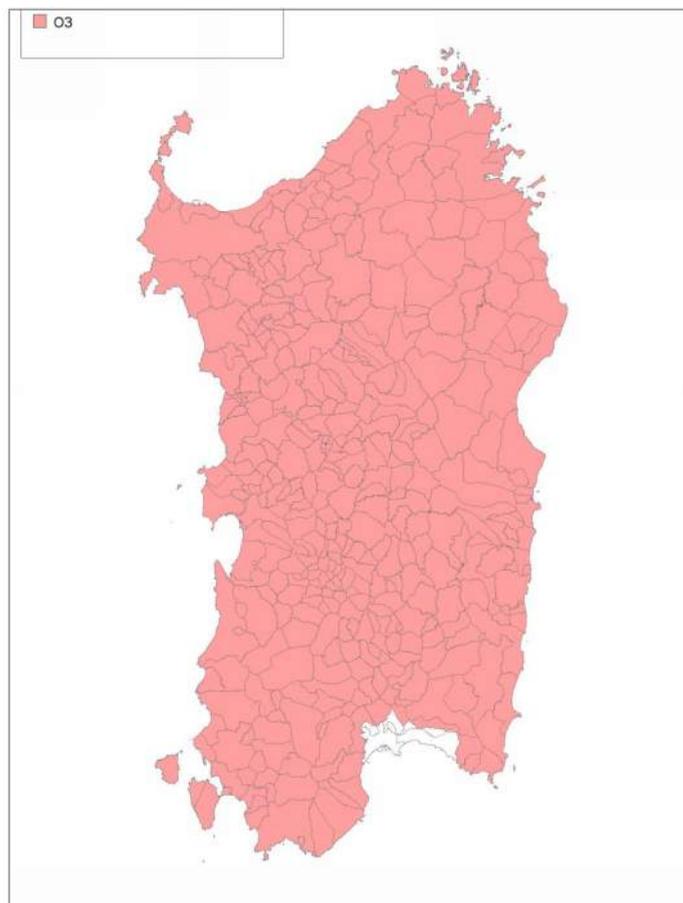


Figura 8.26 - Zona di qualità dell'aria individuata per l'ozono ai sensi del D.Lgs. 155/2010 (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente - 2017)

La valutazione della qualità dell'aria è stata eseguita utilizzando i dati provenienti da:

- monitoraggio in siti fissi, integrati con i risultati delle indagini preliminari;
- modellistica per lo studio del trasporto, la dispersione e la trasformazione degli inquinanti primari in atmosfera. In particolare, sono stati utilizzati il modello Chimere, applicato su tutto il territorio regionale, e il modello CALPUFF, applicato a quattro aree del territorio regionale (Cagliari, Portoscuso, Porto Torres e Olbia).

La localizzazione sul territorio delle stazioni di monitoraggio è rappresentata in Figura 8.27.

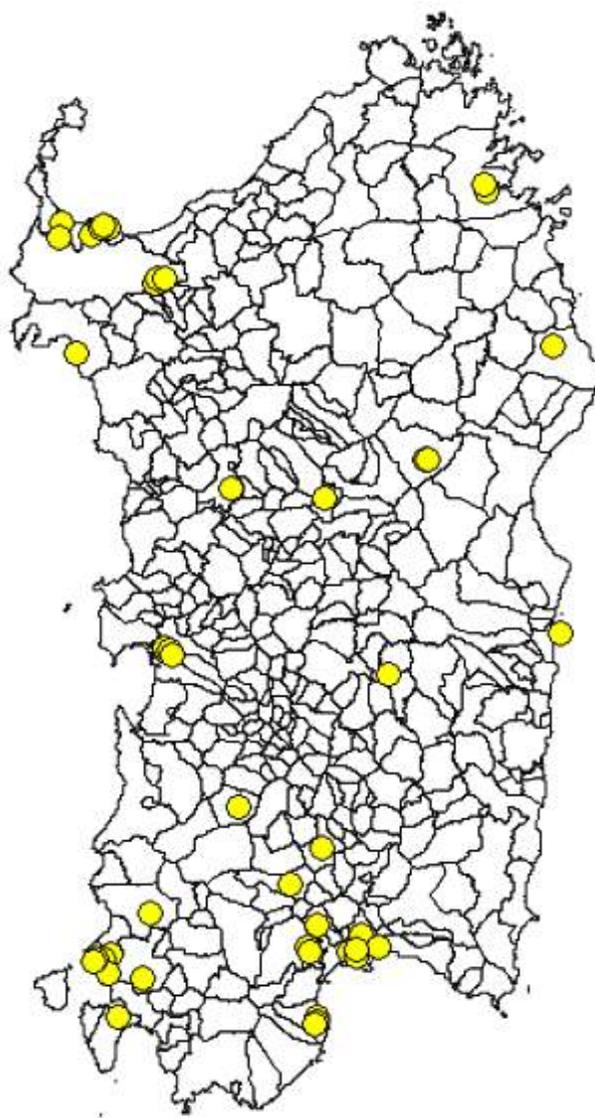


Figura 8.27 – Stazioni di monitoraggio attive sul territorio regionale (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell’Aria-Ambiente - 2017)

In base al regime di qualità dell’aria osservato tramite le misurazioni effettuate nelle stazioni di monitoraggio o valutato con la modellistica, sono state definite su tutto il territorio regionale le seguenti tipologie di area:

- area di risanamento, ossia un’area in cui sono stati registrati, dal monitoraggio in siti fissi, dei superamenti degli standard legislativi e per la quale risulta necessario adottare misure volte alla riduzione delle concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti per cui si osserva una criticità. Nel territorio regionale si verifica la suddetta condizione in corrispondenza dell’agglomerato di Cagliari, in riferimento alla media giornaliera del PM10;

- area di tutela, ossia un'area in cui si ritiene opportuno, sulla base dei risultati del monitoraggio integrati con quelli della modellistica, adottare misure finalizzate al miglioramento della qualità dell'aria ed alla riduzione del rischio di superamento degli standard legislativi. Tale circostanza si verifica:
 - su tutto il territorio regionale, in riferimento a NO₂ e PM₁₀;
 - nella zona industriale, in riferimento a SO₂ e Cd;
 - nella zona industriale e nell'agglomerato di Cagliari, in riferimento al benzo(a)pirene.

Per le suddette aree è stato predisposto il Piano di qualità dell'aria ai sensi dell'articolo 9 del D.Lgs. 155/2010.

Un'ulteriore area di tutela estesa a tutto il territorio regionale (al netto dell'area di risanamento) è rappresentata dalla zona definita per la protezione della salute umana dai possibili effetti negativi causati dall'ozono in aria ambiente.

All'interno dell'area di risanamento, è stata effettuata l'analisi delle sorgenti maggiormente responsabili dei livelli emissivi, ricercando in particolare le principali fonti di emissione di PM₁₀, PM_{2,5} e benzo(a)pirene nei Comuni facenti parte dell'agglomerato di Cagliari. All'interno dell'area di tutela, sono state ricercate le principali sorgenti emmissive di cadmio, biossido di zolfo e benzo(a)pirene nella zona industriale e di biossido di azoto e PM₁₀ in tutto il territorio regionale.

I risultati ottenuti per l'area di risanamento definiscono un contributo significativo del riscaldamento domestico sui livelli emissivi di particolato nell'agglomerato: caminetti, stufe tradizionali e piccole caldaie sono le principali responsabili delle emissioni di PM₁₀ (complessivamente per il 56%), PM_{2,5} (64%) e benzo(a)pirene (83%).

Le particelle sospese provengono, inoltre, dall'attività portuale, dalla produzione di laterizi (principalmente a Cagliari) e dal trasporto (veicoli leggeri e pesanti); nel caso delle particelle sospese a granulometria maggiore (PM₁₀) anche dalla produzione di calcestruzzo (principalmente a Cagliari, Quartucciu e Quartu S. Elena) e dalle attività estrattive (localizzate principalmente a Quartu S. Elena).

Nella zona industriale, il contributo principale ai livelli emissivi deriva dalle centrali termoelettriche, dalla metallurgia e dalla raffineria, situati sul territorio dei Comuni che vi ricadono all'interno.

A livello regionale, emerge come le criticità dell'agglomerato di Cagliari e della zona industriale influiscano in maniera rilevante su tutto il territorio regionale: le centrali termoelettriche e le attività industriali più grandi, il riscaldamento domestico, il traffico veicolare e i porti sono le attività cui corrispondono i contributi percentuali più alti ai livelli regionali degli inquinanti esaminati.

Riguardo all'ozono, le sorgenti che maggiormente contribuiscono ai livelli emissivi dei principali precursori (composti organici volatili non metanici - COVNM), sono la vegetazione e le attività antropiche che prevedono l'utilizzo di solventi e vernici.

In risposta alle citate situazioni, il Piano definisce le misure di tutela finalizzate alla riduzione del rischio di superamento degli standard legislativi ed al miglioramento generale della qualità dell'aria sul territorio.

Alcune delle misure tecniche adottate ai fini del risanamento dell'area dell'agglomerato di Cagliari sono anche da ritenersi utili come MISURE TECNICHE DI TUTELA, che mirano al generale miglioramento della qualità dell'aria e sono applicate a tutto il territorio regionale (*Figura 8.28*).

Settore di intervento	Misura	Descrizione della misura	Livello di adozione della misura
Riscaldamento	Limitazione delle emissioni degli impianti di combustione nel settore terziario (Misura DOT02)	Graduale eliminazione dell'utilizzo di olio combustibile, di gasolio e di legna negli impianti a bassa efficienza utilizzati nel settore terziario, a partire dal comparto pubblico, ovvero sostituzione degli impianti a bassa efficienza con impianti ad alta efficienza	Regionale
Attività produttive	Abbattimento delle polveri da cave, calcestruzzi e laterizi (Misura E0T06)	Regolamento che introduca pratiche volte all'abbattimento delle polveri nel corso di attività estrattive o di movimentazione di materiale pulverulento	Regionale
Attività portuali	Interventi in ambito portuale (porto di Olbia) (Misura M5E08)	Abbattimento delle emissioni provenienti dallo stazionamento delle navi nel porto di Olbia e dalle attività portuali	Regionale

Figura 8.28 - Misure tecniche di tutela per il contenimento di PM₁₀ ed NO₂ su tutto il territorio regionale

A ciascuna misura tecnica è stata associata una percentuale di riduzione delle emissioni che vogliono perseguire e, sulla base di tali obiettivi di riduzione, sono stati creati gli scenari di piano. Sono stati definiti due scenari di piano che prevedono due ipotesi di riduzione, una "alta" con obiettivi di riduzione più ambiziosi e una "bassa" che prevede obiettivi di riduzione più bassi (Figura 8.29).

Settore di intervento	Misura	Territorio di applicazione	Ipotesi di riduzione "bassa"	Ipotesi di riduzione "alta"
Riscaldamento	Sostituzione di caminetti e stufe tradizionali nel settore domestico (Misura D0F01)	Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius	Sostituzione del 40% degli impianti nel 2018 e del 60% al 2020	Sostituzione del 60% degli impianti al 2018 e dell'80% al 2020
	Limitazione delle emissioni degli impianti di combustione nel settore terziario (Misura D0T02)	Tutta la Regione	Riduzione dei consumi del 25% al 2020	Riduzione dei consumi del 70% al 2020
Trasporti	Riduzione del traffico urbano (Misura M0T03)	Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius	Riduzione dei volumi di traffico del 6 % ogni cinque anni	Riduzione dei volumi di traffico del 10 % ogni cinque anni
	Riorganizzazione del traffico pesante in area urbana (Misura M0T04)	Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius	Riduzione del traffico pesante del 40% al 2018 e del 50% al 2020	Riduzione del traffico pesante del 50% al 2018 e del 70% al 2020
Attività produttive	Abbattimento delle polveri da cave, calcestruzzi e laterizi (Misura E0T06)	Tutta la Regione	Riduzione del 30%	Riduzione del 50%
Attività portuali	Interventi in ambito portuale porto di Cagliari (Misura M5E07)	Cagliari	Riduzione del 20% entro il 2020	Riduzione del 60% entro il 2020
	Interventi in ambito portuale (porto di Olbia) (Misura M5E08)	Olbia	Riduzione del 20% entro il 2020	Riduzione del 60% entro il 2020

Figura 8.29 – Ipotesi di riduzione associate alle misure tecniche

Le misure di natura non tecnica, pur non agendo direttamente sui livelli emissivi degli inquinanti atmosferici, possono potenziare gli effetti delle misure tecniche o aggiungere elementi conoscitivi utili ai fini delle successive fasi di monitoraggio ed attuazione delle misure di piano. Tra queste si menzionano le attività di sensibilizzazione ed informazione, le azioni, promozioni e incentivazioni, gli studi ed approfondimenti, il miglioramento delle normali attività di monitoraggio e l'istituzione di tavoli di coordinamento.

Per valutare l'efficacia delle misure di piano e selezionare l'ipotesi di riduzione sufficiente ad ottenere il raggiungimento dei valori limite stabiliti dalla normativa, lo "scenario di piano" con ipotesi di alta di riduzione delle emissioni è stato messo a confronto con lo "scenario

tendenziale", rappresentante i livelli emissivi e le concentrazioni in aria ambiente nel 2020, nell'ipotesi in cui non siano adottate ulteriori misure oltre quelle già stabilite dalla normativa nazionale e/o regionale e dalla pianificazione regionale. Più specificatamente, lo "scenario di piano" è stato costruito a partire dallo "scenario tendenziale", a cui sono state aggiunte le misure descritte in Figura 8.29 e prevedendo un'ipotesi di alta di riduzione delle emissioni.

Nello scenario di piano, le concentrazioni medie annuali di PM₁₀, ottenute tramite l'applicazione del modello di dispersione atmosferica Chimere, diminuiscono poco rispetto allo scenario tendenziale (Figura 8.30), costruito anch'esso tramite modellazione, ed hanno pertanto come effetto principale quello di contrastare i possibili impatti negativi attesi con l'evoluzione tendenziale del contesto generale. Peraltro, la situazione di superamento registrata nell'agglomerato di Cagliari sembrerebbe già risolta al 2012, anno in cui le stazioni di monitoraggio dell'agglomerato non hanno registrato superamenti dei valori limite.

Inoltre, si osserva una riduzione generale delle concentrazioni atmosferiche di ossidi di azoto, valutate ancora una volta tramite il modello Chimere, su tutto il territorio regionale (Figura 8.31).

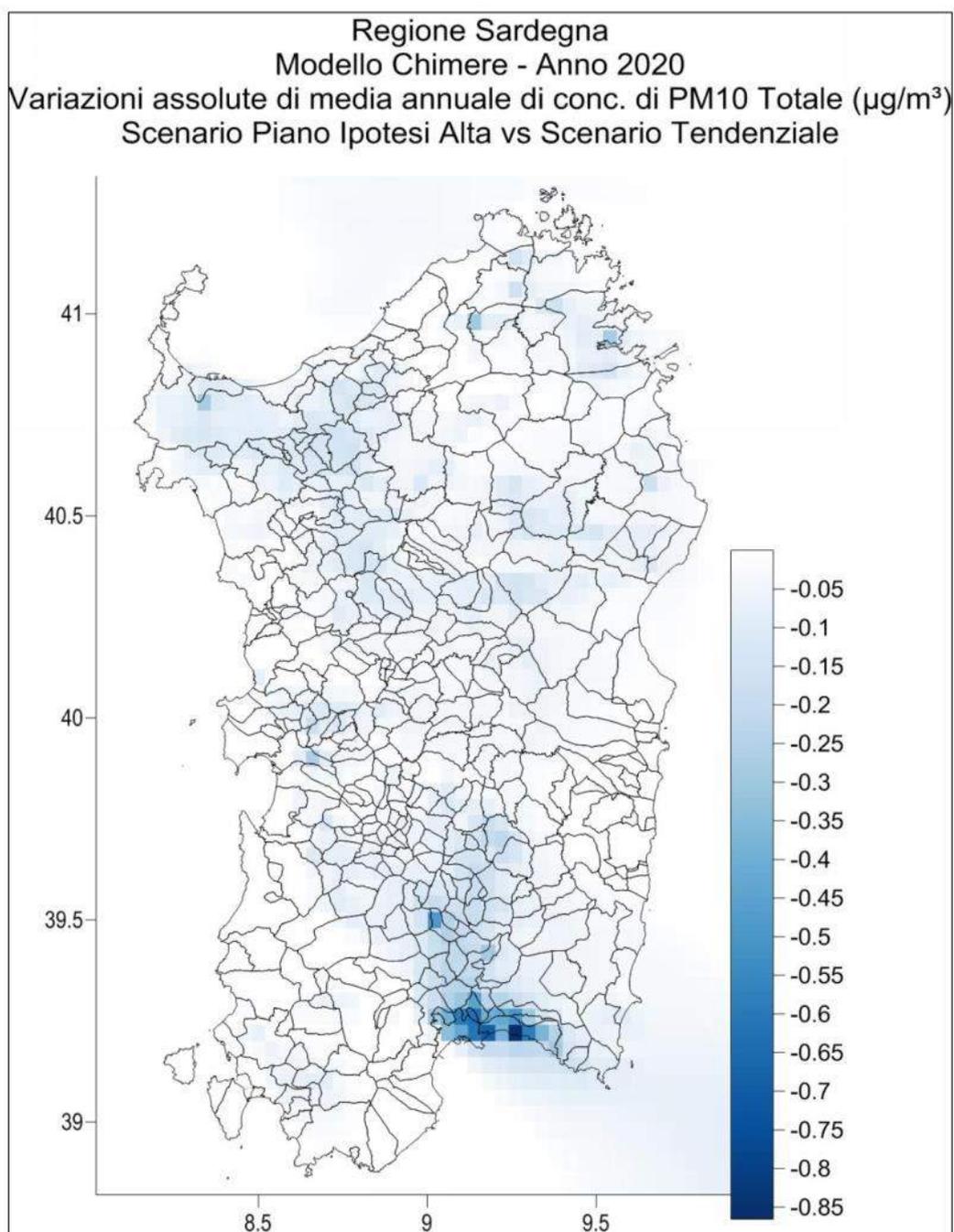


Figura 8.30 - Variazione della concentrazione media annuale stimata del PM10 totale al 2020 – confronto tra scenario tendenziale e scenario di piano (modello CHIMERE) (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell'Aria-Ambiente - 2017)

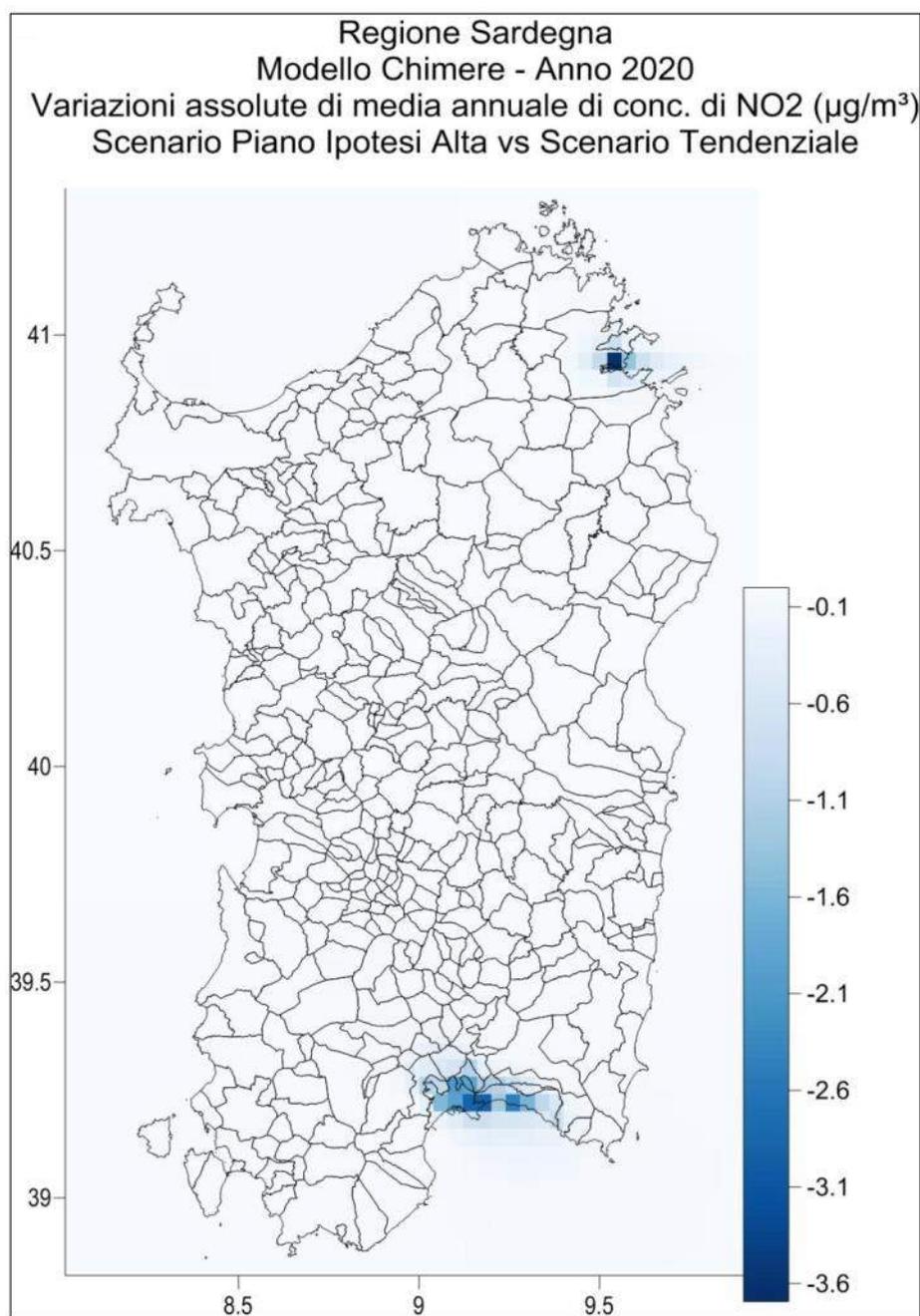


Figura 8.31 - Variazione della concentrazione media annuale stimata di NO₂ al 2020 – confronto tra scenario tendenziale e scenario di piano (modello CHIMERE) (Fonte: Piano Regionale di Qualità dell’Aria-Ambiente - 2017)

8.5.1.15 Relazioni con il progetto

Trattandosi di un impianto da fonte energetica rinnovabile e privo di emissioni atmosferiche, il progetto proposto è in sostanziale sintonia con gli obiettivi del Piano orientati alla riduzione delle emissioni climalteranti ed al risanamento e tutela della qualità dell’aria.

8.5.1.16 Piani di classificazione acustica

La Legge 26 ottobre 1995, n. 447 e la Delibera della Giunta Regionale n. 62/9 del 14 novembre 2008 in tema di controllo dei livelli di rumorosità, prevedono che ciascun Comune elabori un

proprio piano di classificazione acustica, che attribuisca ad ogni porzione del territorio comunale i limiti per l'inquinamento acustico ritenuti compatibili con la tipologia degli insediamenti e le condizioni di effettiva fruizione della zona considerata.

Il D.P.C.M. 14/11/97 stabilisce, inoltre, in funzione della classe acustica attribuita all'area, i limiti di immissione (in dB(A)) diurni e notturni indicati nella Tabella 8.4.

Tabella 8.4 - Limiti di immissione acustica

Classe acustica	Valori limite di immissione [dB(A)]	
	Diurno (6.00-22.00)	Notturmo (22.00-6.00)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree di intensa attività umana	65	55
V - aree prevalentemente industriali	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

Allo stato attuale:

- Il Comune di Barumini risulta sprovvisto del Piano;
- Il Comune di Escolca ha adottato il proprio Piano di Classificazione Acustica (PCA), elaborato ai sensi dell'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 447/95 e redatto nel 2010
- Il Comune di Gergei ha adottato il proprio Piano di Classificazione Acustica (PCA), elaborato ai sensi dell'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 447/95 e redatto nel 2009;
- Il Comune di Las Plassas ha adottato il proprio Piano di Classificazione Acustica (PCA), elaborato ai sensi dell'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 447/95 e redatto nel 2009;
- Il Comune di Villanovafranca ha adottato il proprio Piano di Classificazione Acustica (PCA), elaborato ai sensi dell'art. 6, comma 1, lettera a), della legge 447/95 e redatto nel 2010.

In riferimento agli aspetti di interesse per il presente SIA si rimanda alle considerazioni riportate nell'Elaborato WGG_RA10 _Studio previsionale di impatto acustico.

Come precisato al par. 3.2, corre l'obbligo evidenziare che non è stato possibile consultare i Piani di Classificazione acustica dei comuni di Escolca e di Gergei. Si ribadisce, peraltro, che 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.

9 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

9.1 INTRODUZIONE

La presente sezione dello SIA descrive il progetto del parco eolico denominato "Luminu" e le soluzioni adottate nel rispetto dei vincoli imposti dalla normativa tecnica, da quella ambientale e dalla pianificazione territoriale.

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

Per ogni maggiore dettaglio circa le caratteristiche costruttive e gestionali del proposto impianto eolico, da realizzarsi nei comuni di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca e proposto dalla GRV Wind Sardegna 6 S.r.l. (Gruppo GR Value), si rimanda all'esame relazioni componenti il progetto definitivo delle opere civili e delle infrastrutture elettriche.

9.2 NORME TECNICHE CHE REGOLANO LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

Di seguito è riportato un elenco indicativo dei principali riferimenti di legge e delle norme tecniche applicabili per la progettazione e la realizzazione dell'intervento in esame.

Opere in cemento armato

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

- Circolare M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato ordinario e precompresso e per strutture metalliche" di cui al D.M. 9/1/1996".
- Circolare 10/4/1997 n. 65 AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20/03/2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Norma Italiana CEI ENV 61400-1. "Sistemi di generazione a turbina eolica. Parte 1: Prescrizioni di sicurezza". Data di pubblicazione 06-1996.
- Norma internazionale IEC 61400-1 "Wind Turbine Safety and Design" del 1999.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3431 del 03/05/2005 – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- UNI-EN 1992-1-1 2005: Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI-ENV 1994-1-1 1995: Progettazione delle strutture composte acciaio calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- D.M. 17/1/18 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" pubblicato sulla G.U. del 20/2/18.

Sicurezza e salute sui luoghi di lavoro

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (81/08) Titolo IV D.Lgs. 81/08 (cantieri temporanei o mobili)
- Decreto - 22 gennaio 2008, n. 37 - Regolamento installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- L. 3 agosto 2007 n. 123 - Salute e sicurezza sul lavoro
- Circ. 3 novembre 2006 n. 1733 - Lavoro nero
- Determinazione 26 luglio 2006 n. 4/2006 - Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili
- Art. 36 bis Decr. Legge 4 luglio 2006 n. 223
- Art. 131 D. Lgs 12 aprile 2006 n. 163
- D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE
- Circ. ISPESL 28 dicembre 2004, n. 13 - Impianti di terra e scariche atmosferiche
- D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262 - Emissione acustica macchine all'aperto
- Circ. ISPESL 2 aprile 2002, n. 17 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- D.Lgs. 2 gennaio 1997, n. 10 - Dispositivi protezione individuale
- Circ. 6 marzo 1995, n. 3476 - Impianti da terra e scariche atmosferiche
- Circ. ISPESL 2 novembre 1993, n. 16089 - Reti di sicurezza
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Prodotti da costruzione
- D.Lgs. 4 dicembre 1992, n. 475 - Dispositivi protezione individuale
- D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 - Igiene del lavoro

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

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

9.3 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)]:

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

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 Utente per la trasformazione 150/30 kV. Da qui avverrà il collegamento alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 150 in entrata - uscita 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.

9.4 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

9.4.1 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.

9.4.2 La scelta localizzativa

Come ampiamente evidenziato negli elaborati del Progetto e del SIA, 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".

9.4.3 *Alternative di layout*

9.4.3.1 *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.

9.4.3.2 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).

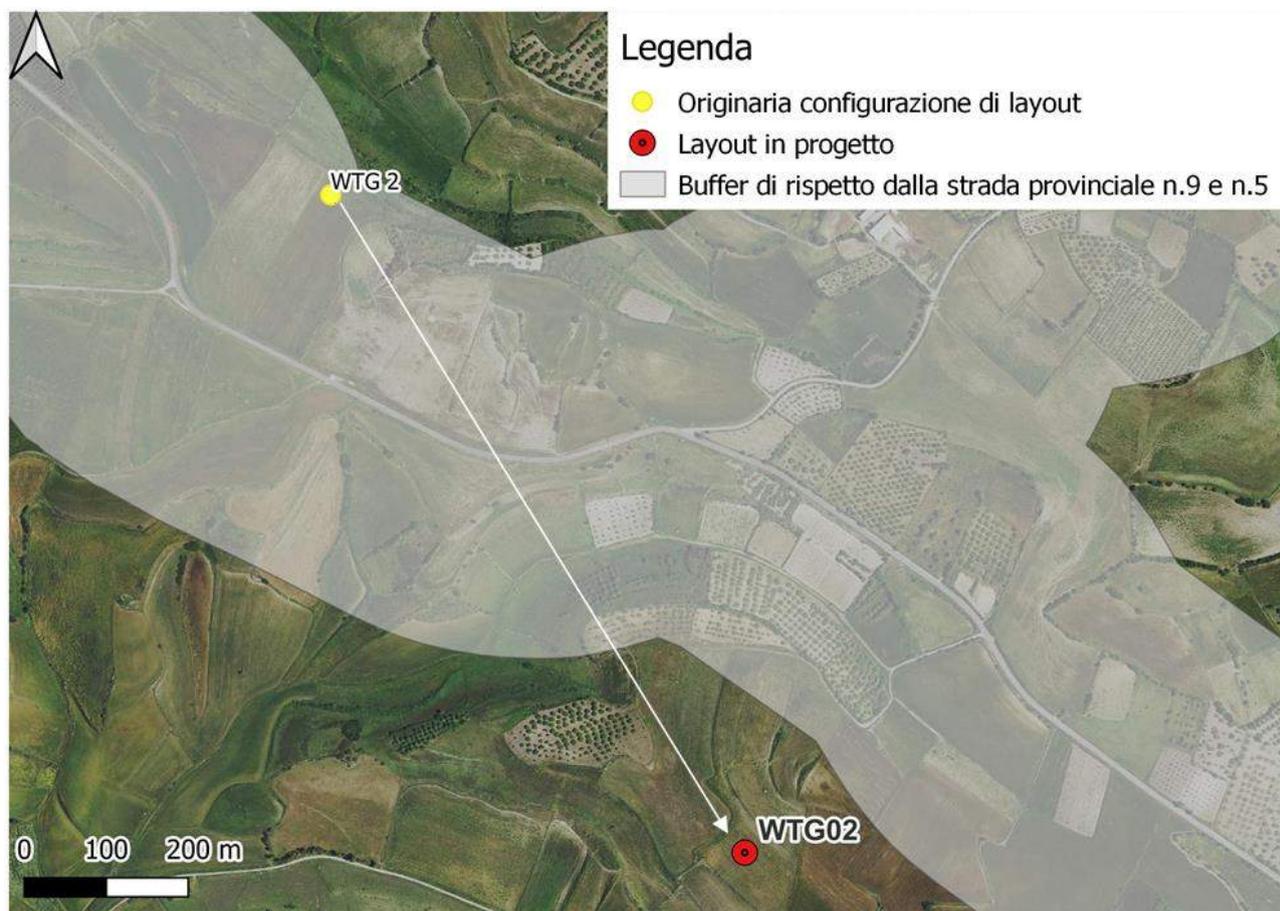


Figura 9.1: Originario posizionamento della postazione WTG02 (in giallo) e nuova postazione in progetto (in rosso). Si evidenzia la sovrapposizione dell'originaria WTG02 con buffer di rispetto dalla SP9 e SP5

- 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 9.2: 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.

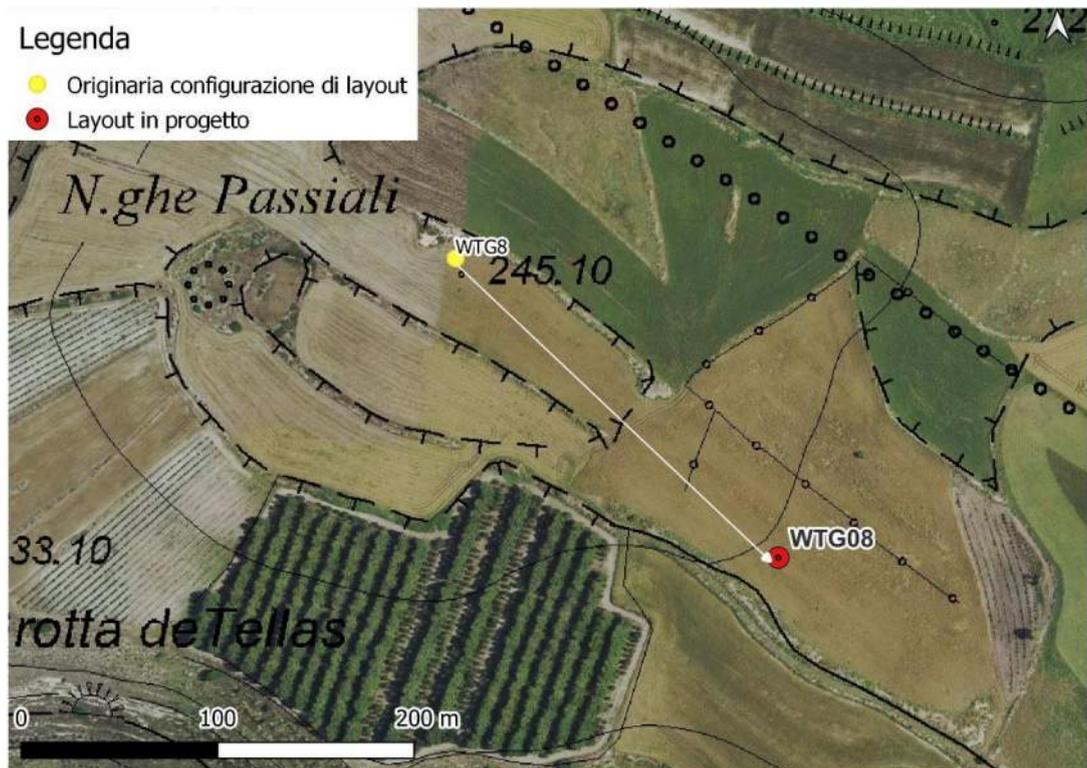


Figura 9.3: Originaria postazione eolica WTG08 (in giallo) e spostamento verso sud-est nella configurazione finale di progetto (in rosso).

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

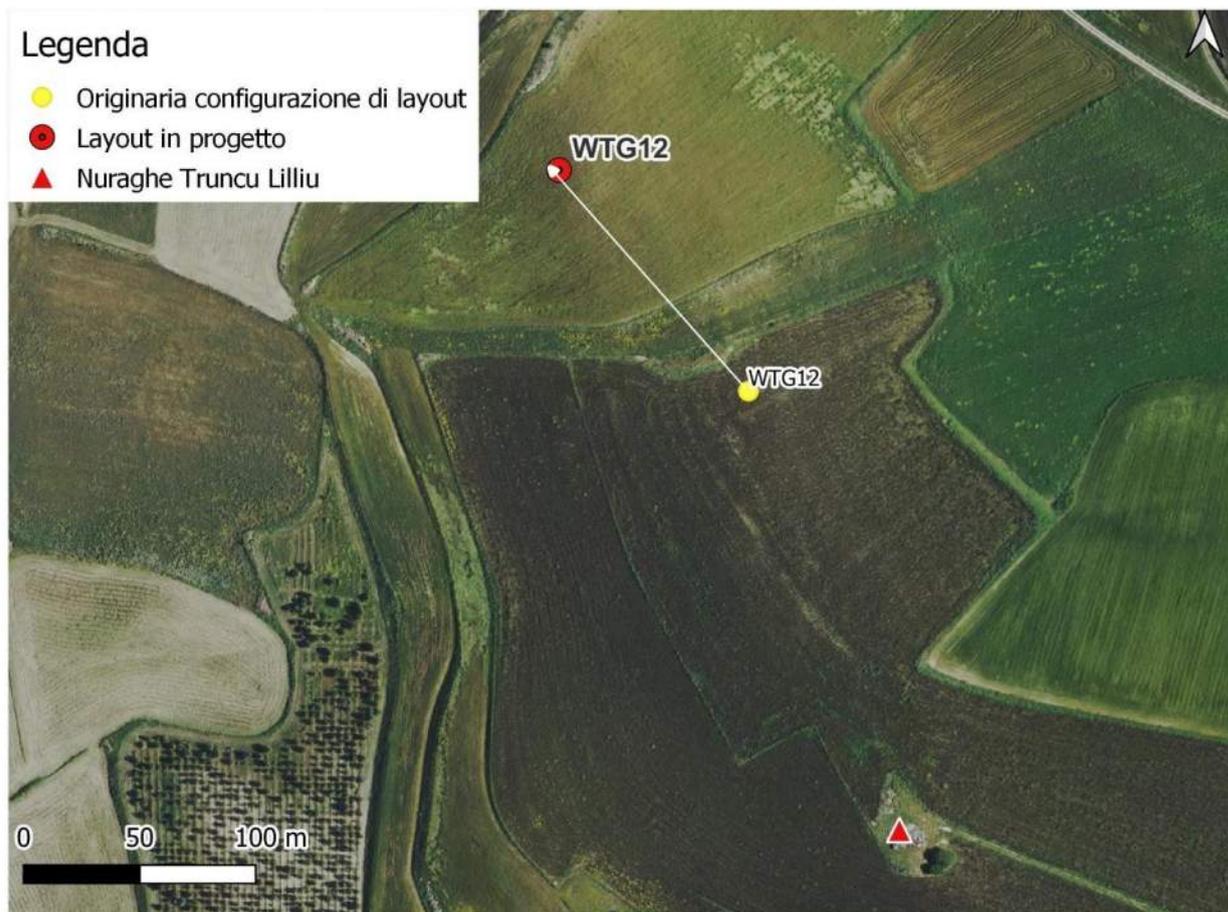


Figura 9.4: Originaria postazione eolica WTG12 (in giallo) e spostamento verso nordovest nella configurazione finale di progetto (in rosso).

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.

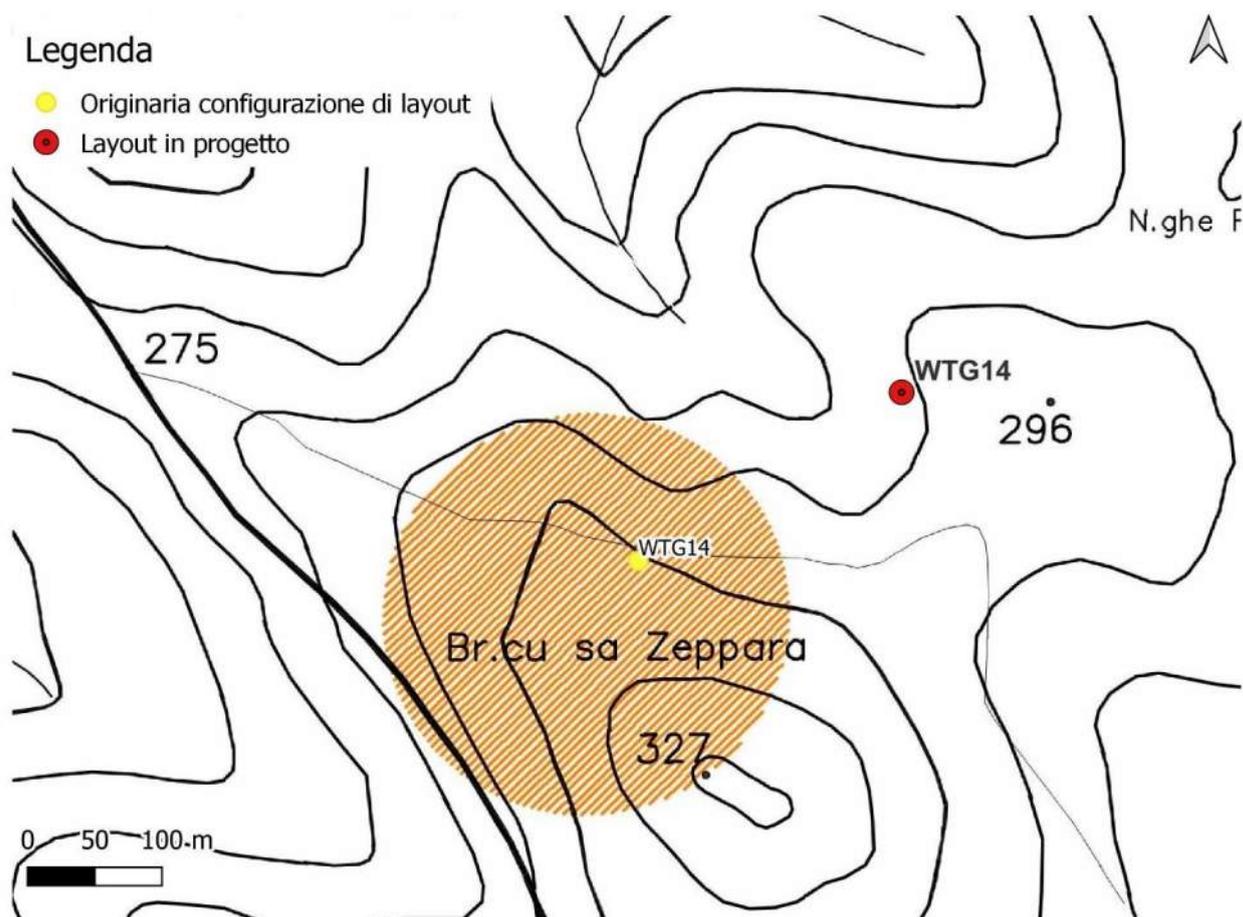


Figura 9.5: Originaria postazione eolica WTG14 (in giallo) e spostamento verso nord-est nella configurazione finale di progetto (in rosso), su stralcio Tav. D1 – "Il territorio extraurbano zonizzazione" del PUC di Barumini.

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 9.6: 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.

9.4.4 "Opzione zero" e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell'intervento

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

9.5 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA E MOTIVAZIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI

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

9.5.1 Producibilità energetica dell'impianto

La produzione annuale P50 del parco eolico al netto delle perdite è stimata in 293,8 GWh/anno, ovvero 2.618 ore equivalenti considerando la potenza di immissione di 112,2 MW.

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

Per maggiori dettagli si rimanda ai contenuti dell'Elaborato *WGG_A3 Relazione anemologica*.

9.5.2 Gli interventi in progetto

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

- puntuali interventi di adeguamento della viabilità principale di accesso al sito del parco eolico, consistenti nella temporanea eliminazione di ostacoli e barriere o in limitati spianamenti/allargamenti stradali, al fine di renderla transitabile dai mezzi di trasporto della componentistica delle turbine (Elaborato *WGG_RC12*);
- allestimento della viabilità di cantiere dell'impianto da realizzarsi attraverso il locale adeguamento della viabilità esistente o, laddove indispensabile, prevedendo la creazione di nuovi tratti di viabilità; ciò per assicurare adeguate condizioni di accesso alle

- postazioni degli aerogeneratori, in accordo con le specifiche indicate dalla casa costruttrice delle turbine eoliche (Elaborati WGG_TC1 ÷ WGG_TC13);
- approntamento delle piazzole di cantiere funzionali all'assemblaggio ed all'installazione degli aerogeneratori (Elaborati WGG_TC1 ÷ WGG_TC13);
 - realizzazione delle opere in cemento armato di fondazione delle torri di sostegno (Elaborato WGG_C16);
 - realizzazione delle opere di regimazione delle acque superficiali, attraverso l'approntamento di canali di scolo e tombinamenti stradali funzionali al convogliamento delle acque di ruscellamento diffuso e incanalato verso i compluvi naturali (Elaborato WGG_TC14);
 - installazione degli aerogeneratori;
 - approntamento/ripristino di recinzioni, muri a secco e cancelli laddove richiesto;
 - al termine dei lavori di installazione e collaudo funzionale degli aerogeneratori:
 - esecuzione di interventi di sistemazione morfologico-ambientale in corrispondenza delle piazzole e dei tracciati stradali di cantiere; ciò al fine di ridurre l'occupazione permanente delle infrastrutture connesse all'esercizio del parco eolico, non indispensabili nella fase di ordinaria gestione e manutenzione dell'impianto, contenere opportunamente il verificarsi di fenomeni erosivi e dissesti e favorire un più equilibrato inserimento delle opere nel contesto paesaggistico;
 - ripristino ambientale delle aree individuate per le operazioni di trasbordo della componentistica degli aerogeneratori e dell'area logistica di cantiere;
 - esecuzione di mirati interventi di mitigazione e recupero ambientale, in particolar modo in corrispondenza delle scarpate in scavo e/o in rilevato, in accordo con quanto specificato nei disegni di progetto.

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

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

9.5.2.1 Infrastrutture elettriche

9.5.2.1.1 Premessa

La potenza complessiva del parco eolico sarà di 112,2 MW, coincidente con la potenza elettrica in immissione stabilita dal preventivo di connessione rilasciato dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Terna) con codice pratica 202200248 del 07/10/2022.

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, nel quale, precisamente presso la località *Aruni*, si prevede la realizzazione di una Sottostazione Elettrica (SSE) Utente 150/30 kV e di una Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV da inserire tramite doppio collegamento entra-esce, in accordo con la menzionata STMG, alle linee a 150 kV "Taloro - Villasor" e "Taloro - Tuili".

Relativamente alla menzionata SSE Utente, la configurazione proposta è concepita per consentire in futuro l'eventuale connessione di ulteriori Produttori al condominio di alta tensione, previa realizzazione di stalli dedicati di trasformazione 30/150 kV. In particolare, si prevede la realizzazione n. 3 impianti "utente" (GRV Wind e n. 2 eventuali Produttori futuri) che costituiranno una connessione in condominio di alta tensione, condividendo lo stallo cavo AT, il cavidotto AT e lo stallo produttore nella futura SE della RTN a 150 kV, che costituisce l'impianto di rete per la connessione (IRC).

9.5.2.1.2 Aerogeneratori

9.5.2.1.2.1 **Aspetti generali**

L'impianto eolico in progetto sarà composto da n. 17 macchine per una potenza complessiva di 112.2 MW.

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

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 170 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore di macchina e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a 115 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,0 m; diametro alla base del sostegno tubolare: ~5 m;
- area spazzata: 22.698 m².

9.5.2.1.2.2 **Dati caratteristici**

Posizione rotore:	sopravvento
Regolazione di potenza:	a passo variabile
Diametro rotore:	170 m
Area spazzata:	max 22.698 m ²
Direzione di rotazione:	senso orario
Temperatura di esercizio:	-20°C / +40°C
Velocità del vento all'avviamento:	min 3 m/s
Arresto per eccesso di velocità del vento:	25 m/s
Freni aerodinamici:	messa in bandiera totale
Numero di pale:	3

Modalità di trasporto di tutti i componenti da porto navale a sito: mezzi di trasporto eccezionale standard/speciali aventi uno snodo ed il componente fissato al rimorchio in senso orizzontale.

Modalità trasporto singola pala da area di trasbordo al sito di installazione: mezzo speciale "blade lifter" per il sollevamento della pala fino ad un'inclinazione di 60° rispetto al suolo.

La Curva di potenza dell'aerogeneratore di progetto (alla densità atmosferica del livello del mare) è riportata in Figura 9.7.

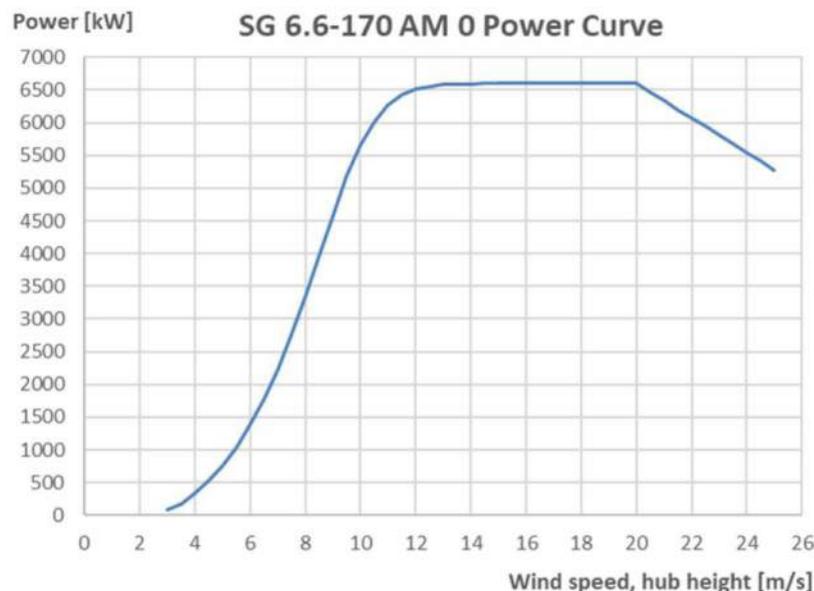


Figura 9.7 - Curva di potenza dell'aerogeneratore di progetto

Ai fini degli approfondimenti progettuali e dei relativi studi specialistici, si è assunto come riferimento il modello commerciale di aerogeneratore Siemens-Gamesa SG 6.6-170 H_{HUB} 115 m. Le caratteristiche di dettaglio dei modelli commerciali sono state utilizzate, in particolare, ai fini di redigere:

- lo studio di impatto acustico;
- le verifiche strutturali preliminari;
- la progettazione trasportistica (componenti più pesanti e più ingombranti dei differenti modelli) calcolo preliminare per il dimensionamento del plinto di fondazione (modello commerciale peggiorativo)

Per tutti gli altri aspetti progettuali sono state utilizzate le caratteristiche generali sopra riportate, sufficienti in particolare alla predisposizione del progetto civile ed elettrico, dello studio anemologico e dello studio di impatto ambientale.

A scopo illustrativo, si riporta in Figura 9.8 il modello della Siemens-Gamesa SG 6.6 - 170, avente altezza al mozzo di 115 m e diametro del rotore di 170 m, compatibile con l'aerogeneratore di progetto.



Figura 9.8 – Aerogeneratore Siemens-Gamesa tipo SG 6.6-170

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in Figura 9.9.

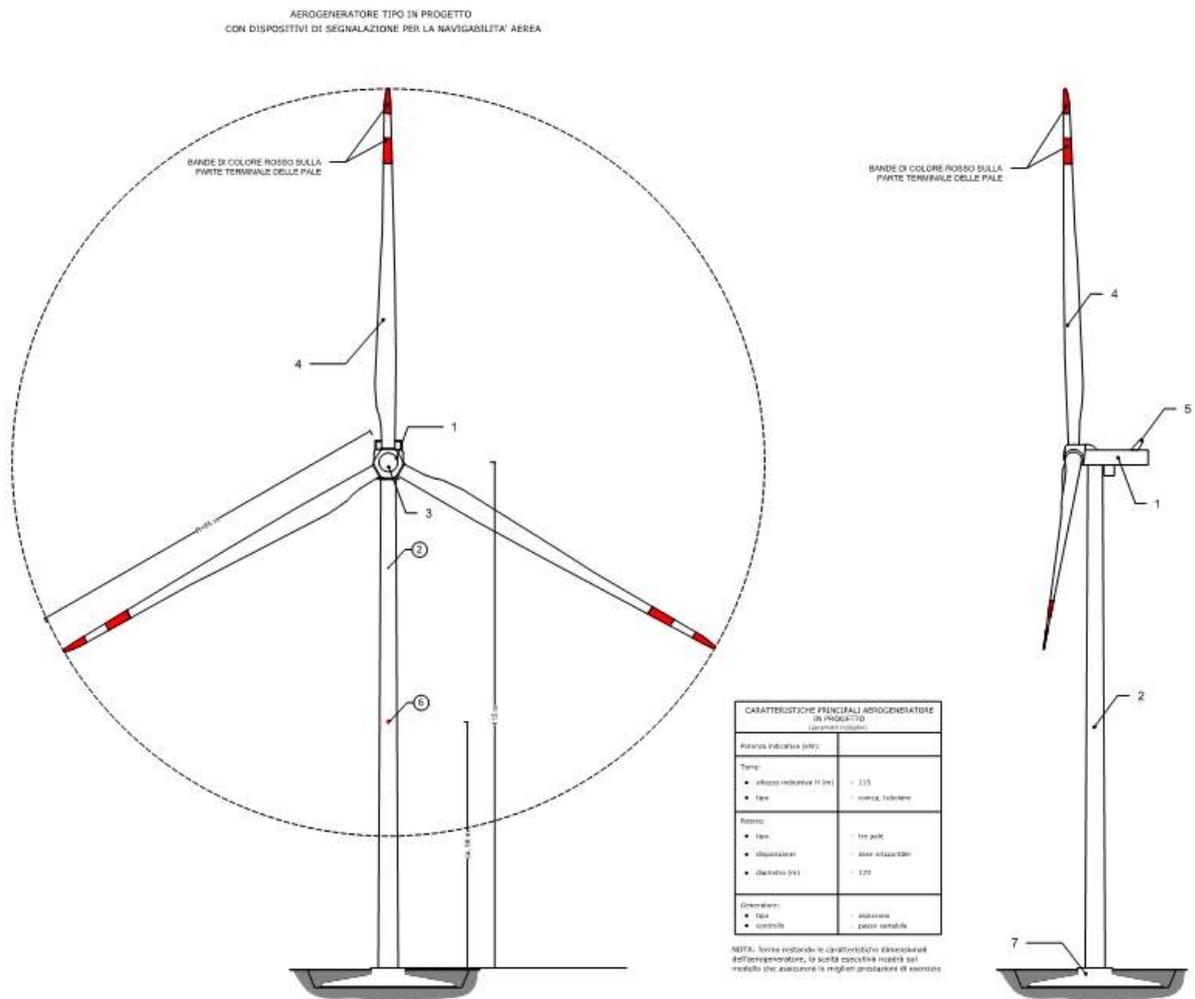


Figura 9.9 – Aerogeneratore tipo SG170 altezza al mozzo (1) 115 m, e diametro rotore (2) di 170 m

9.5.2.1.3 Distribuzione dell'energia e collegamento tra gli aerogeneratori

9.5.2.1.3.1 Schema elettrico dell'impianto

L'energia prodotta dagli aerogeneratori in BT (690 V a 50 Hz) verrà trasformata in MT (30 kV) in corrispondenza del trasformatore di macchina - posto nella navicella di ogni torre eolica - e fatta confluire attraverso il circuito principale verso la SSE Utente 150/30 kV in progetto, da realizzarsi in località *Aruni* (Comune di Genoni), dove avverrà la trasformazione al livello di AT (150 kV) necessaria per il successivo collegamento con la sezione a 150 kV della futura SE RTN e l'immissione nella Rete elettrica di Trasmissione Nazionale.

Il trasporto dell'energia a 30 kV avverrà mediante elettrodotti interrati, costituiti da cavi MT posati secondo quanto descritto dalla modalità M delle norme CEI 11-17. In particolare, i cavi che si prevede di utilizzare sono del tipo ARE4H1RX-18/30 kV e ARE4H1R-18/30 kV entrambi costituiti da conduttori in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE) e guaina in PVC.

La sezione dei cavi di ciascun tronco di linea è stata calcolata in modo da essere adeguata alla quantità di energia da trasportare nelle condizioni di massima produzione delle turbine (6.600 kW). Inoltre, la scelta delle sezioni di cavo ha come fine quello di garantire una caduta di tensione

in ciascuna linea ampiamente nei limiti determinati dalle regolazioni di tensione consentite dai trasformatori 150/30 kV ed una perdita complessiva di potenza inferiore al 5%.

Lo schema di distribuzione elettrica sarà di tipo radiale, il cui schema unifilare è riportato in Figura 9.10.

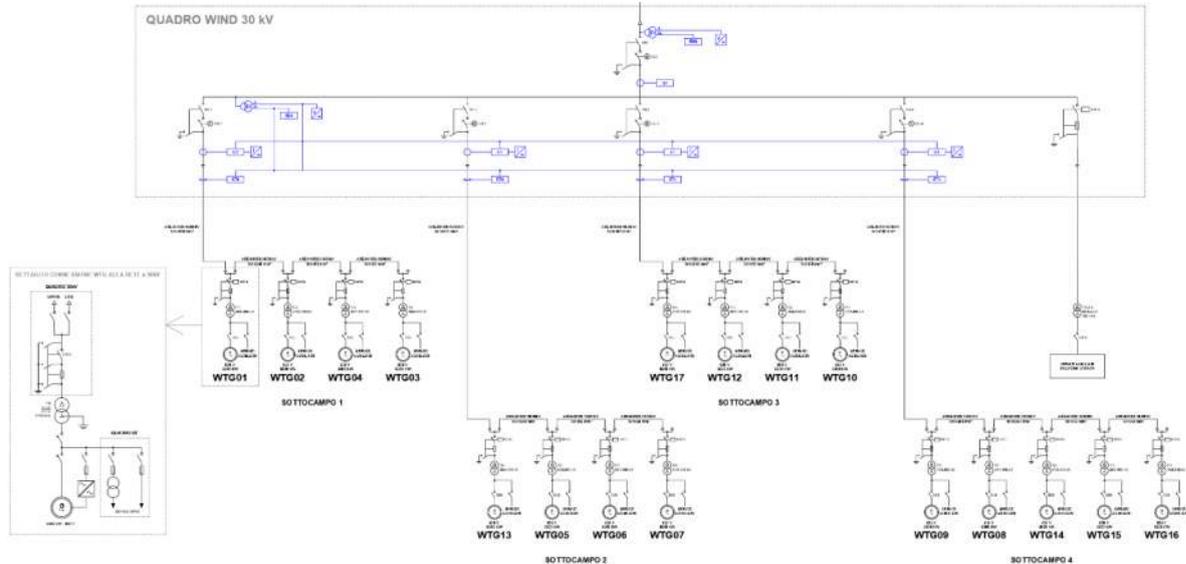


Figura 9.10 – Schema Unifilare Impianto Eolico "Luminu"

9.5.2.1.3.2 Scavi e cavidotti

Cavi elettrici a 30 kV

Per l'interconnessione degli aerogeneratori in progetto e il successivo collegamento alla SSE utente verranno usati cavi tripolari elicordati del tipo ARE4H1RX – 18/30 kV e unipolari del tipo ARE4H1R – 18/30 kV con conduttori in alluminio a spessore ridotto, isolati in polietilene reticolato, con guaina in PVC, schermati a fili di rame rosso e controspirali.

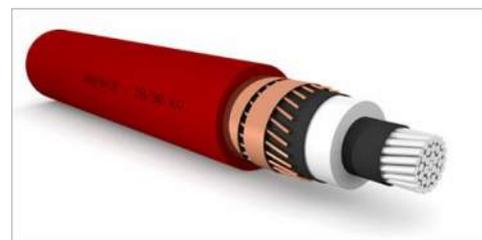
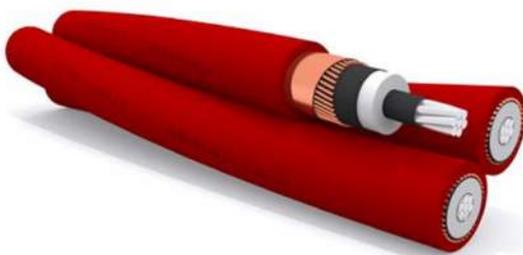


Figura 9.11 - Cavi tripolari del tipo ARE4H1RX-18/30 kV e ARE4H1R-18/30 kV

I cavi avranno le seguenti caratteristiche costruttive e funzionali:

- Conduttore: corda di alluminio rotonda compatta CEI EN 60228 classe 2
- Isolamento: polietilene reticolato
- Schermo: fili di rame rosso e controspirale
- Guaina esterna: PVC di qualità Rz/ST2
- Colore: rosso
- Tensione nominale U₀/U: 18/30 kV

- Tensione massima di esercizio U_m : 30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Temperatura minima di posa: -25 °C

Le caratteristiche elettriche delle tipologie di cavo ARE4H1RX e ARE4H1R sono riportate rispettivamente in Figura 9.12 e Figura 9.13.

Entrambe le tipologie di cavo sono adatte per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze e/o impianti di generazione.

Sono adatti per posa interrata diretta o indiretta in ambienti umidi o bagnati. NORME DI RIFERIMENTO: HD 620; IEC 60502/2; EN 60228; ENEL DC 4384; ENEL DC 4385.

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0	Reattanza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_0	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	A	Short circuit current conductor (1s)
$n^{\circ} \times \text{mm}^2$	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 30° C interrato a 20° C Underground at 20° C	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,668	3,0	1,115	160	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,668	3,0	1,115	160	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Figura 9.12 – Caratteristiche elettriche cavi tripolari del tipo ARE4H1RX-18/30 kV

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz	Portata di corrente Current rating			
		a triangolo Initial		in piano Flat			in aria In air		interrato* buried**	
		a triangolo Initial	in piano Flat	a triangolo Initial	in piano Flat		a triangolo Initial	in piano Flat	a triangolo Initial	in piano Flat
n° x mm²	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	μF/km	A	A	A	A
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,14	0,15	0,143	184,0	222,0	152,0	157,0
1 x 70	0,443	0,568	0,568	0,13	0,15	0,160	230,0	278,0	166,0	192,0
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,12	0,14	0,178	280,0	338,0	221,0	229,0
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,12	0,13	0,192	324,0	391,0	252,0	260,0
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,11	0,13	0,205	368,0	440,0	281,0	288,0
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,11	0,12	0,222	424,0	504,0	317,0	324,0
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,12	0,244	502,0	593,0	367,0	373,0
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,10	0,11	0,265	577,0	677,0	414,0	419,0
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,10	0,11	0,294	673,0	769,0	470,0	466,0
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,097	0,11	0,321	781,0	890,0	550,0	540,0
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,094	0,11	0,357	909,0	1030,0	710,0	700,0

Figura 9.13 - Caratteristiche elettriche cavi unipolari del tipo ARE4H1R-18/30 kV

Le tipologie di posa previste sono quelle con cavi direttamente interrati in trincea secondo quanto schematizzato in Figura 9.14.

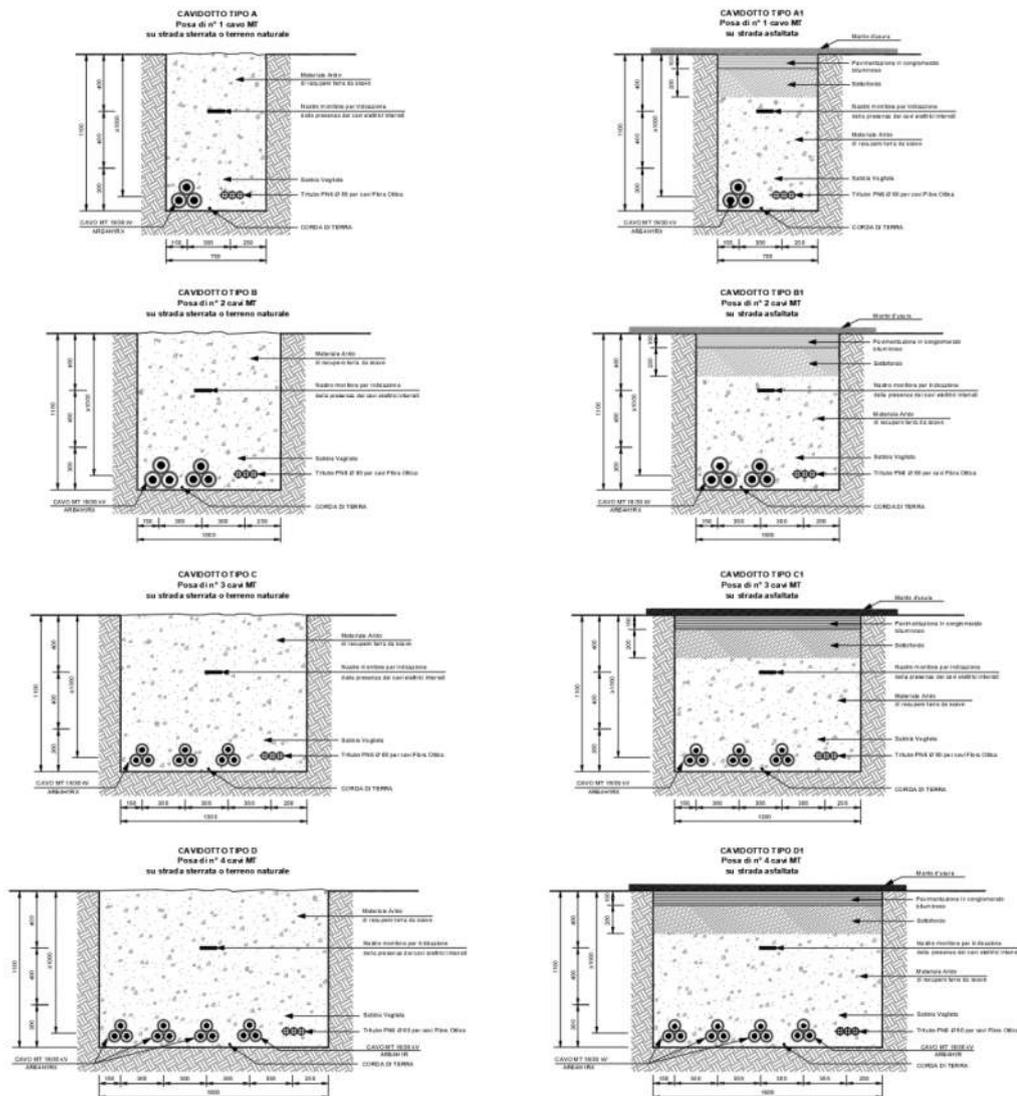


Figura 9.14 – Tipico modalità di posa Cavo MT

La profondità media di interrimento (letto di posa) sarà di 1,1/1,2 m da p.c., valore che potrà subire variazioni in relazione al tipo di terreno attraversato. Normalmente la larghezza dello

scavo della trincea è limitata entro 1,6 m, salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro.

Saranno previsti opportuni nastri di segnalazione della presenza di cavi interrati. Inoltre, nello stesso scavo, potrà essere posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar" e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente.

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

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni etc.), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate e in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

9.5.2.1.4 Sottostazione di trasformazione (progetto impianto utente)

Il punto di connessione alla RTN indicato dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) è dato da uno stallo a 150 kV della futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN 150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 150 kV "Taloro-Villasor" e "Taloro - Tuili" prevista nel territorio del comune di Genoni.

La sottostazione di trasformazione 30/150 kV che raccoglierà l'energia elettrica prodotta dall'impianto verrà realizzata anch'essa nel territorio del comune di Genoni, nelle immediate vicinanze della futura SE Terna, ed i terreni interessati sono individuati in catasto al Foglio 16 particella 287.

La potenza di connessione autorizzata è di 112,2 MW con tipologia di connessione che prevede un collegamento in antenna a 150 kV alla futura SE Terna di Genoni, realizzato tramite un cavo isolato con tensione di esercizio a 150 kV.

La configurazione proposta è concepita per consentire in futuro l'eventuale connessione di ulteriori produttori al condominio di alta tensione, previa realizzazione di stalli dedicati di trasformazione 30/150 kV. In particolare, i vari impianti costituiranno una connessione in condominio di alta tensione, condividendo lo stallo cavo 150 kV, il cavidotto 150 kV e lo stallo produttore nella futura SE RTN a 150 kV situata in territorio di Genoni, che costituisce l'impianto di rete per la connessione.

In caso di connessione di altri produttori ogni produttore rimarrà responsabile per il proprio impianto per quanto concerne ordini di dispacciamento, rispetto regolamento di esercizio e codice di rete e per la taratura delle proprie protezioni per guasti interni ed esterni.

In questo contesto, il progetto definitivo della comune sottostazione di trasformazione 30/150 kV verrà portato in autorizzazione (e successivamente realizzato per quanto di competenza) dalla società proponente nell'ambito del presente procedimento autorizzativo e costituito nel dettaglio da:

- opere civili (viabilità di accesso, muri perimetrali, opere strutturali di contenimento, piazzale comune, cunicoli, fondazioni stallo AT dedicato, fondazioni sbarre AT in condominio, fondazioni stallo AT in condominio, cavidotti, fondazione palo TLC,

fondazioni fabbricati realizzati mediante containers prefabbricati, opere civili accessorie, impianti vari);

- opere elettromeccaniche (apparecchiature stallo dedicato AT, apparecchiature sbarre AT in condominio, apparecchiature stallo AT in condominio, cavi per alimentazione dei circuiti elettrici ordinari e ausiliari in c.a., in c.c in bassa tensione, e le reti di distribuzione a 30kV, oltre alla connessione alla SE Terna con cavo a 150kV, palo TLC e relativi apparati, fabbricati realizzati mediante containers prefabbricati, opere elettromeccaniche accessorie, impianti vari).

Il progetto definitivo della sottostazione di trasformazione 30/150 kV in condominio è rappresentato nella sezione del progetto elettrico e prevede un'occupazione complessiva di circa 10.000 m².

9.5.2.1.5 Stallo a 150 kV Futura SE RTN

Lo stallo di connessione dedicato alla connessione del produttore GRV Wind sarà uno degli stalli prossimamente disponibili nella futura stazione elettrica della RTN a 150 kV da inserire con doppio entra – esce alle linee 150 kV "Taloro - Villasor" e "Taloro – Tuili", secondo le indicazioni che saranno fornite dal gestore. La possibile ubicazione della connessione del produttore viene indicata in Figura 9.15, con riferimento all'Elaborato *WGG-TE12 Opere di connessione alla rete – Planimetria su ortofoto*.



Figura 9.15 - Connessione produttore

Lo stallo reso disponibile dal gestore sarà presumibilmente del tipo con isolamento in aria (*air-insulated switchgear - AIS*) secondo quanto illustrato nella planimetria in Figura 9.16.

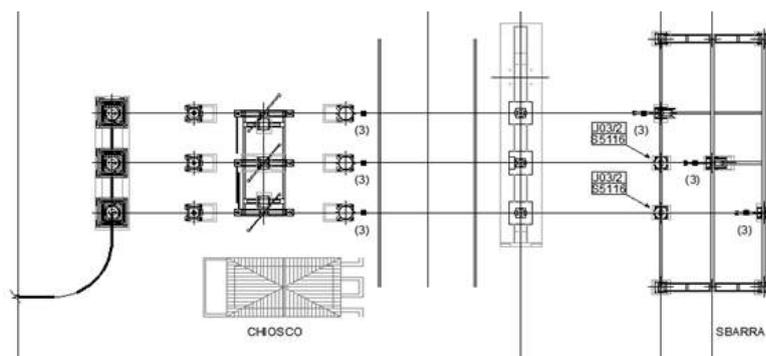


Figura 9.16 - Planimetria elettromeccanica tipologica stallo di consegna TERNA

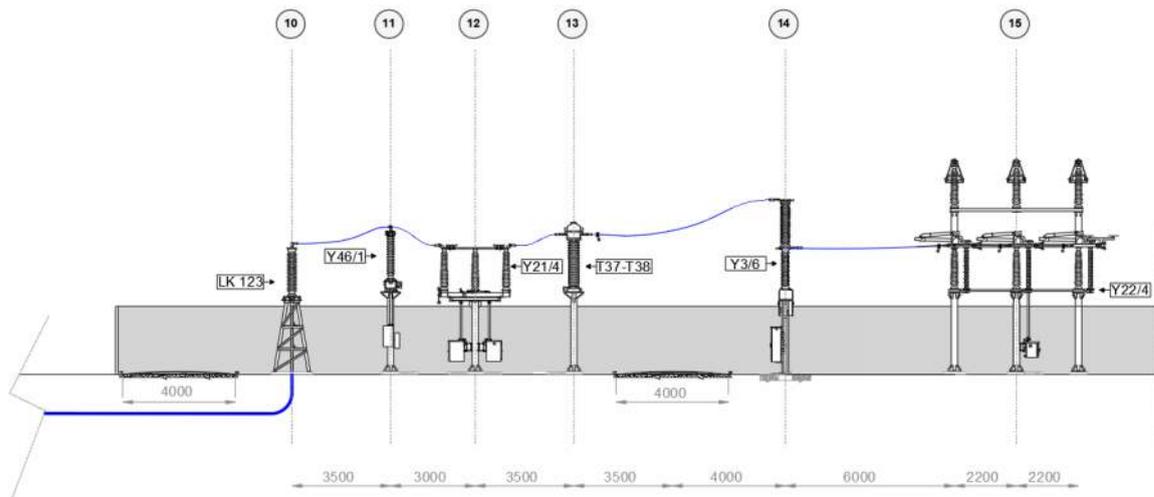
Lo stallo potrà essere costituito dalle seguenti apparecchiature e completo di apparecchiature di protezione e controllo:

- Terminali/passanti cavo 150 kV;
- Trasformatori di tensione per misure e protezioni;
- Sezionatore di linea con lame di terra;
- Trasformatore di corrente ad affidabilità incrementata;
- Interruttore tripolare;
- Sezionatori di sbarra e di linea.

Le apparecchiature previste per lo stallo saranno di altezza minima pari a 5 m, secondo la sezione longitudinale elettromeccanica illustrata in Figura 9.17.

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

PROFILO ELETTROMECCANICO STALLO DI CONSEGNA TERNA



ELENCO APPARECCHIATURE 150 kV TERNA			
SIMBOLO	DESCRIZIONE	SIMBOLO	DESCRIZIONE
10	Terminale aria-cavo LK 123	13	TA ad affidabilità incrementata T 37/38
11	TVC 150 kV Y 46/1	14	Interruttore 150 kV Y 3/6
12	Sezionalbre orizzontale con lame di terra Y 21/4	15	Sezionalbre verticale Y 22/4

Figura 9.17 – Sezione elettromeccanica tipologica stallo AT 150 kV (SE TERNA)

9.5.2.1.6 Cavo AT connessione SSE utente – Futura RTN

L'impianto, in accordo con la STMG, probabilmente sarà collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura SE della RTN a 150 kV a mezzo di nuovo elettrodotto AT interrato della lunghezza di circa 100 metri.

Per la connessione tra la sottostazione elettrica SSE Utente e la SE di TERNA si utilizzerà una terna di cavi unipolari del tipo ARE4H1H5E per tensioni di esercizio 87/150 kV, in conformità al documento Cenelec HD 632 ovvero alla norma IEC 60840.

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

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

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

Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in polietilene (PE) nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa), rispondente alle norme HD

632 S1; per eventuali installazioni in aria, al fine di evitare il propagarsi della fiamma, il rivestimento è in guaina di PVC nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa).

In Figura 9.18 si riporta a titolo illustrativo la sezione del cavo che si prevede di utilizzare.

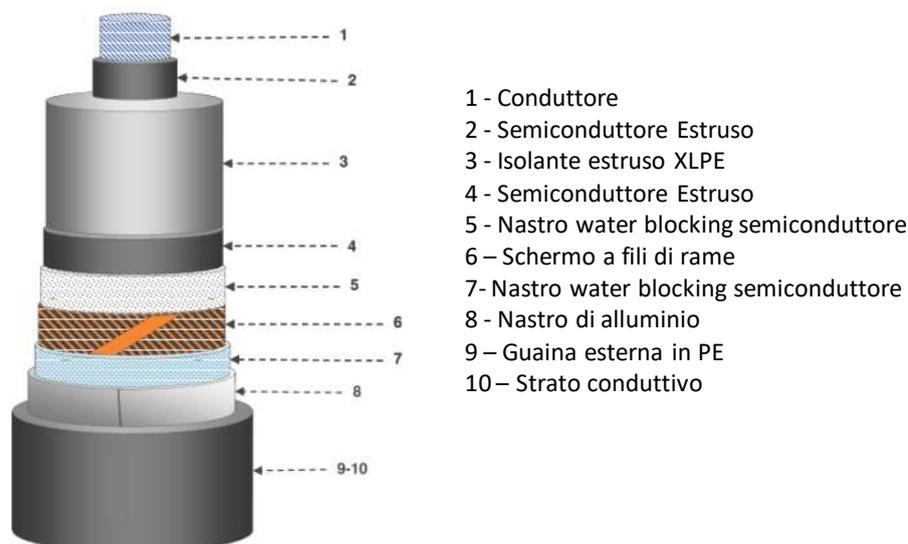


Figura 9.18 - Cavo AT 150 kV tipo ARE4H1H5E 87/150 kV

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

- Materiale conduttore: alluminio
- Materiale isolante: XLPE (polietilene reticolato)
- Diametro isolante (min - max): 65 mm
- Sezione schermo a fili di rame: 70 mm²
- Spessore nastro alluminio: 0,2 mm
- Guaina esterna: PE (polietilene)
- Diametro guaina esterna (min - max): 80 mm
- Corrente termica di cto.cto - conduttore: 53,4kA - 0,5sec
- Corrente termica di cto.cto - schermo: 20kA - 0,5sec
- Temperatura conduttore in regime permanente: 90°C
- Temperatura conduttore in corto circuito: 250°C
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione nominale (U₀/U/U_m): 87/150/170 kV
- Corrente nominale: 1000 A
- Sezione nominale del conduttore: 1600 mm²
- Diametro nominale del conduttore: 23.8 mm
- Potenza nominale (per terna di conduttori): 140 MVA

Il conduttore di ogni cavo è formato quindi da una corda in alluminio con sezione 1600 mm²; lo schermo è costituito da fili di rame disposti radialmente intorno all'isolante per la protezione meccanica; ogni cavo è inanellato in un nastro di alluminio con copertura in PE. Il diametro esterno di ogni cavo è compreso tra i 150 ÷ 109 mm. In sostituzione dei suddetti cavi, potranno essere impiegati cavi con protezione esterna in PVC, con analoghe caratteristiche.

La tipologia di posa prevalente prevista è quella a trifoglio con cavi direttamente interrati in trincea secondo quanto schematizzato in Figura 9.19.

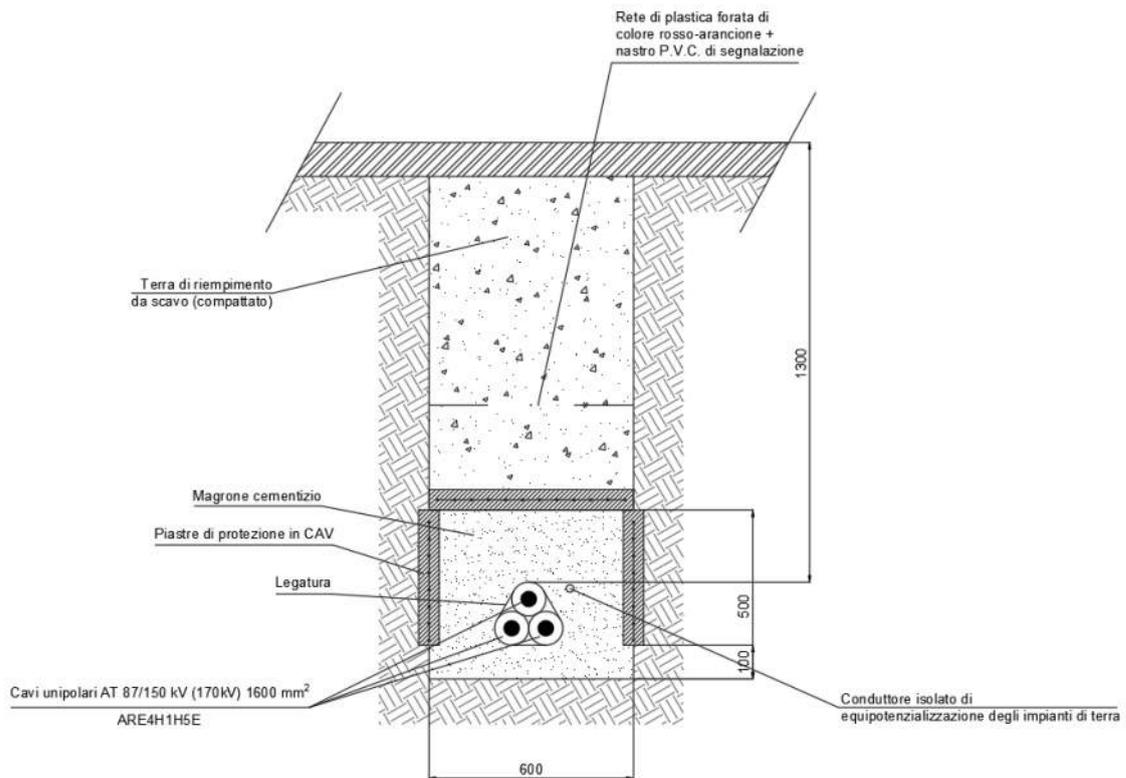


Figura 9.19 - Modalità di posa Cavo AT 150 kV

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

9.5.2.1.7 Cavo fibra ottica – impianto di utenza per la connessione

Sulla linea AT da realizzare dovrà essere installato un cavo ottico dielettrico costituito da n. 24 fibre ottiche per posa in tubazione rispondente alla tabella di unificazione Enel DC 4677.

In alternativa a quanto prescritto nella tabella contenuta nella DC 4677, possono anche essere installati cavi ottici le cui caratteristiche costruttive prevedano l'alloggiamento delle fibre ottiche costituenti il cavo in tubetti anziché in cave aventi caratteristiche dimensionali e fisiche dei cavi; le caratteristiche dimensionali, trasmissive e costruttive delle singole fibre ottiche devono comunque essere conformi a quanto previsto dalla DC 4677.

Il cavo in fibra ottica sarà posato in canalizzazione realizzata sul tracciato del cavo elettrico mediante l'impiego di tritubo in PEHD e, dove necessario, di pozzetti in cls. per consentire il tiro ed il cambio di direzione del cavo e l'alloggiamento dei giunti e della ricchezza di scorta del cavo.

Le suddette prescrizioni permetteranno al gestore della rete nazionale di installare adeguati strumenti che consentano la misurazione in tempo reale e la visibilità, da parte del sistema di controllo della rete, dell'energia immessa attraverso la cabina primaria, nonché l'interrompibilità istantanea delle immissioni di produzione.

In alternativa a quanto prescritto nella tabella contenuta nella DC 4677, possono anche essere presi in considerazione cavi ottici le cui caratteristiche costruttive prevedano l'alloggiamento delle fibre ottiche costituenti il cavo in tubetti anziché in cave.

Resta inteso che le caratteristiche dimensionali e fisiche dei cavi, nonché le caratteristiche dimensionali, trasmissive e costruttive delle singole fibre ottiche devono comunque essere conformi a quanto previsto dalla DC 4677.

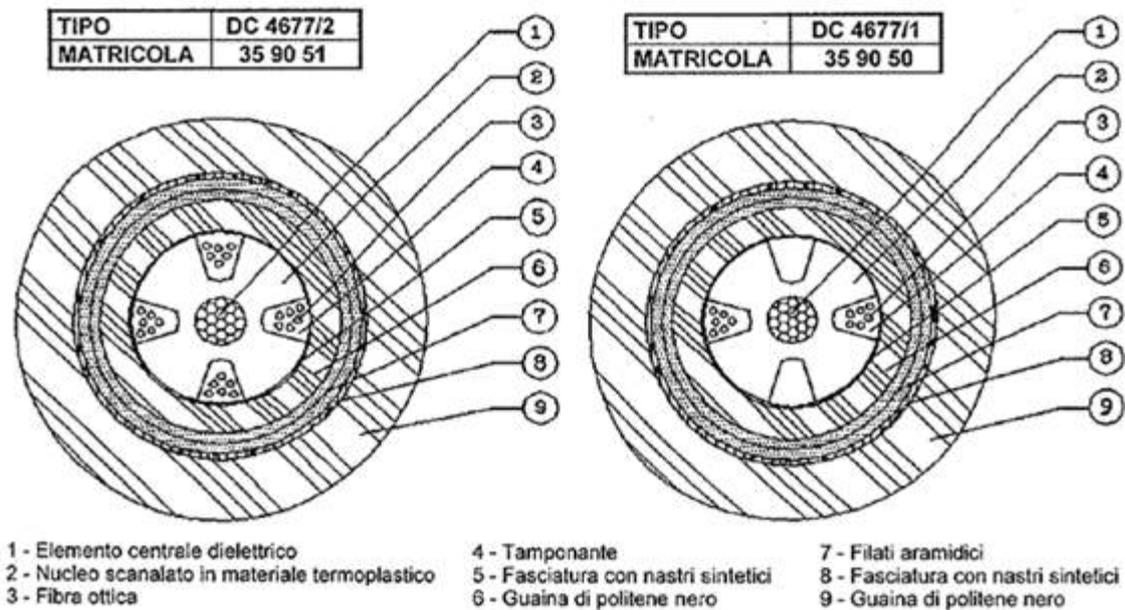


Figura 9.20 – Cavo fibra ottica secondo specifica DC 4677

9.5.2.2 Opere stradali

9.5.2.2.1 Viabilità di accesso al sito

Sulla base di analisi e valutazioni preliminari - da validarsi a seguito di specifica ricognizione da parte di trasportatore specializzato - la viabilità principale di accesso al parco eolico è rappresentata dalla viabilità locale di collegamento allo scalo portuale di Oristano (OR) e dalle seguenti arterie stradali di livello statale e provinciale: SP97, SP49, SS131, SS128, SP33, SP35, SP.36.

Le caratteristiche principali del suddetto percorso, avente lunghezza complessiva di circa 120 km, sono individuate nell'Elaborato WGG-RC12 *Descrizione della viabilità principale di accesso al parco eolico ai fini del trasporto degli aerogeneratori*.

Al fine di consentire il transito dei convogli speciali potrà essere richiesto, a giudizio del trasportatore, il locale approntamento di temporanei interventi da condursi in corrispondenza della sede viaria o nell'immediata prossimità; si tratterà, ragionevolmente, di opere minimali di rimozione temporanea di cordoli, cartellonistica stradale e *guard rail*, che saranno prontamente ripristinati una volta concluse le attività di trasporto, nonché, se indispensabile, di locali e limitati spianamenti e taglio di vegetazione presente a bordo strada.

9.5.2.2.2 Viabilità di servizio e piazzole

9.5.2.2.2.1 Premessa

La realizzazione del parco eolico avverrà prevedibilmente secondo la sequenza delle fasi costruttive indicate nel cronoprogramma allegato al progetto definitivo (Elaborato WGG-RC8).

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

Una volta ultimato l'innalzamento degli aerogeneratori le piazzole di cantiere potranno essere ridotte, eliminando e ripristinando le superfici ridondanti ai fini delle operazioni di gestione e manutenzione ordinaria dell'impianto, in accordo con quanto rappresentato nei disegni di progetto.

Allo stesso modo, i tratti di viabilità di cantiere non indispensabili per assicurare l'ordinaria e regolare attività di gestione del parco eolico, saranno smantellati e riportati alle condizioni ante operam a seguito di mirati interventi di ripristino ambientale.

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

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

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

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

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

Strade di nuova realizzazione (m)	
Parziale	5.540
Strade rurali in adeguamento di percorsi esistenti (m)	
Parziale	23.390
Viabilità temporanea di cantiere (m)	
Parziale	370
– Totale viabilità di servizio	– 29.300 m

La viabilità complessiva di impianto, al netto dei percorsi sulle strade principali e secondarie esistenti per l'accesso al sito del parco eolico, ammonta, pertanto, a circa 29 km, riferibili a percorsi di nuova realizzazione per il 18,9% della lunghezza complessiva (~5.540 m), tracciati in adeguamento/adattamento della viabilità esistente in misura del 79,8% (~23.390 m) e viabilità temporanea in misura del 1,3% (~370 m).

Ai fini della scelta dei tracciati stradali di nuova realizzazione e della valutazione dell'idoneità della viabilità esistente, uno dei parametri più importanti è il minimo raggio di curvatura stradale accettabile, variabile in relazione alla lunghezza degli elementi da trasportare e della pendenza della carreggiata. Nel caso specifico il minimo raggio di curvatura orizzontale adottato è pari a 45/50 m, in coerenza con quanto suggerito dalle case costruttrici degli aerogeneratori.

La definizione dell'andamento planimetrico ed altimetrico delle strade è stata attentamente verificata nell'ambito dei sopralluoghi condotti dal gruppo di progettazione e dai professionisti incaricati delle analisi ambientali specialistiche, nonché progettualmente sviluppata sulla base del DTM RAS passo 1 m, ritenuto sufficientemente affidabile per il livello di progettazione richiesto e per pervenire ad una stima attendibile dei movimenti terra necessari.

Coerentemente con quanto richiesto dai costruttori delle turbine eoliche, i nuovi tratti viari in progetto e quelli in adeguamento della viabilità esistente saranno realizzati prevedendo una carreggiata stradale di larghezza complessiva pari a 5,0 m in rettilineo. In corrispondenza di curve particolarmente strette sono stati previsti locali allargamenti, in accordo con quanto rappresentato negli elaborati grafici di progetto (Elaborati WGG_TC8÷ WGG_TC12).

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

La soprastruttura in materiale arido avrà spessore indicativo di 0,30÷0,40 m; la finitura superficiale della massiciata sarà perlopiù realizzata in ghiaietto stabilizzato dello spessore 0,10 cm con funzione di strato di usura (Elaborato WGG_TC13). Lo strato di fondazione sarà composto da un aggregato che sarà costituito da tout venant proveniente dagli scavi, laddove giudicato idoneo dalla D.L., oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere. Ciò in modo che la curva granulometrica di queste terre rispetti le prescrizioni contenute nelle Norme CNR-UNI 10006; in particolare la dimensione massima degli inerti dovrà essere 71 mm. La terra stabilizzata sarà costituita da una miscela di inerti (pietrisco 5÷15 mm, sabbia, filler), di un catalizzatore sciolto nella quantità necessaria all'umidità ottimale dell'impasto (es. 80/100 l per terreni asciutti, 40/60 l per terreni umidi) e da cemento (nelle dosi di 130/150 kg per m³ di impasto).

La granulometria degli inerti dovrà essere continua, e la porosità del conglomerato dovrà essere compresa fra il 2 ed il 6 %. La stesa e la sagomatura dei materiali premiscelati dovrà avvenire

mediante livellatrice o, meglio ancora, mediante vibrofinitrice; ed infine costipamento con macchine idonee da scegliere in relazione alla natura del terreno, in modo da ottenere una densità in sito dello strato trattato non inferiore al 90% o al 95% della densità massima accertata in laboratorio con la prova AASHTO T 180.

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

Su alcuni tratti di viabilità esistente, dove il fondo stradale risulta già idoneo e l'andamento planimetrico rispetta le indicazioni fornite dalla casa produttrice degli aerogeneratori, saranno previsti solo interventi di allargamento costante della carreggiata per raggiungere la larghezza complessiva di 5m come previsto lungo il resto della viabilità.

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

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

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

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

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

9.5.2.2.2.3 Piazzole di servizio: principali caratteristiche costruttive e funzionali

La fase di montaggio degli aerogeneratori comporterà l'esigenza di poter disporre, in fase di cantiere, di aree pianeggianti con dimensioni indicative standard di circa 4.450 m², al netto della superficie provvisoria di stoccaggio delle pale (1.100 m² circa).

Al termine dei lavori le suddette aree verranno ridotte ad una superficie di circa 2000 m² al netto dell'ingombro del plinto di fondazione, estensione necessaria per consentire l'accesso all'aerogeneratore e le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria. A tal fine le superfici in esubero saranno ripristinate morfologicamente, stabilizzate e rinverdate in accordo con le tecniche previste per le operazioni di ripristino ambientale (Elaborato WGG-TC17 *Interventi di mitigazione e recupero ambientale - particolari costruttivi*).

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

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

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

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

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

9.5.2.3 *Fondazione aerogeneratore*

Lo schema "tipo" della struttura principale di fondazione per la torre di sostegno prevede la realizzazione in opera di un plinto isolato in conglomerato cementizio armato a sezione circolare delle seguenti dimensioni indicative: diametro di 24,5 m e profondità dell'intradosso di 2,80 m circa dal piano di progetto (Elaborato WGG_TC16 e Figura 9.21).

L'assetto geologico del settore ove si prevede la realizzazione del parco eolico in progetto si caratterizza per la presenza di un basamento litificato che soggiace a profondità presumibilmente variabili tra meno di 1,00 m ed oltre 3,00 m rispetto al piano di campagna, sormontato da una coltre decimetrica o metrica eluvio-colluviale di colore bruno rimaneggiata dalle pratiche agricole nella porzione sommitale.

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). Il basamento a pianta circolare, pertanto, ove non sia possibile realizzarlo direttamente a contatto con il substrato roccioso, sarà realizzato in testa ad una palificata di profondità intestata sul substrato litoide che giace a profondità superiori.

La fondazione tipo è sostanzialmente una piastra a pianta circolare di diametro pari a 24.50 metri, a sezione variabile con spessore massimo al centro, pari a circa 280 cm, e spessore minimo al bordo, pari a 60 cm.

La porzione centrale, denominata "colletto", presenta altezza costante di 2.80 m per un diametro pari a circa 6.00 m.

Il colletto è il nucleo del basamento in cui verranno posizionati i tirafondi di ancoraggio del primo anello della torre metallica, il restante settore circolare sarà ricoperto con uno strato orizzontale di rilevato misto arido, con funzione stabilizzante e di mascheramento.

I calcoli e le verifiche sul basamento di fondazione sono esplicitati nell'Elaborato WGG_RC2- Calcoli preliminari di dimensionamento delle strutture.

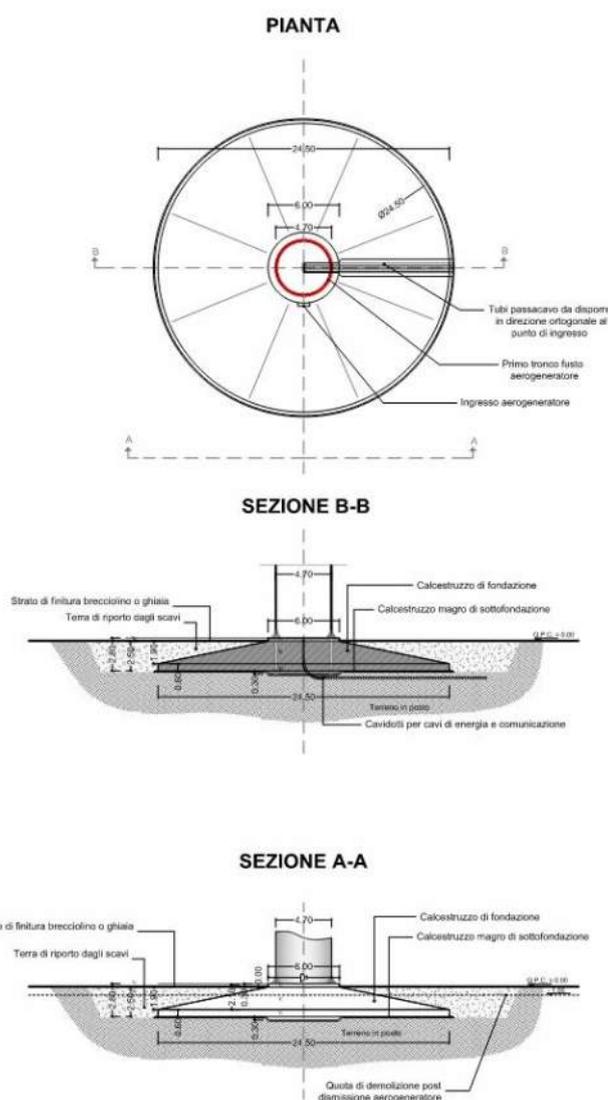


Figura 9.21 – Pianta e sezioni della fondazione dell'aerogeneratore

Il calcestruzzo dovrà essere composto da una miscela preparata in accordo con la norma EN 206-1 nella classe di resistenza C30/37 per la platea e C45/55 per il piedistallo (colletto), essendo questa la zona maggiormente sollecitata a taglio e torsione.

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

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

Il plinto deve essere rinterrato sino alla quota del bordo esterno del colletto con materiale di rinterro adeguatamente compattato in modo che raggiunga un peso specifico non inferiore a 18 kN/m³.

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

Sulla base dell'attuale stato di conoscenze, la suddetta configurazione di base dell'opera di fondazione si ritiene ragionevolmente idonea ad assolvere le funzioni di statiche che le sono assegnate, tale da ritenere meno probabile la necessità del ricorso a fondazioni profonde. È fatta salva, peraltro, l'esigenza di acquisire riscontri puntuali in tutte le postazioni eoliche, attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche e geotecniche che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione esecutiva.

A tale riguardo, si precisa che il dimensionamento eseguito (cfr. Elaborato WGG_RC2 "*Calcoli preliminari di dimensionamento delle strutture*") ha carattere di verifica preliminare; la geometria e le dimensioni del plinto indicate in precedenza sono da ritenersi orientative e potrebbero variare a seguito delle risultanze del dimensionamento esecutivo delle opere nonché sulla base di eventuali indicazioni specifiche fornite dal costruttore dell'aerogeneratore, in funzione della scelta definitiva del modello di turbina che sarà operata nell'ambito della fase di Autorizzazione Unica del progetto.

In particolare, laddove i riscontri acquisiti dalla prevista campagna di indagini geognostiche e geotecniche di dettaglio dovessero suggerire l'opportunità di prevedere una o più fondazioni su pali, lo schema indicativo di fondazione prevede la realizzazione di circa 40 pali trivellati del diametro di 800 mm disposti secondo lo schema indicato nell'Elaborato WGG_TC16, collegati al plinto di fondazione attraverso opportune armature di ancoraggio (Figura 9.22).

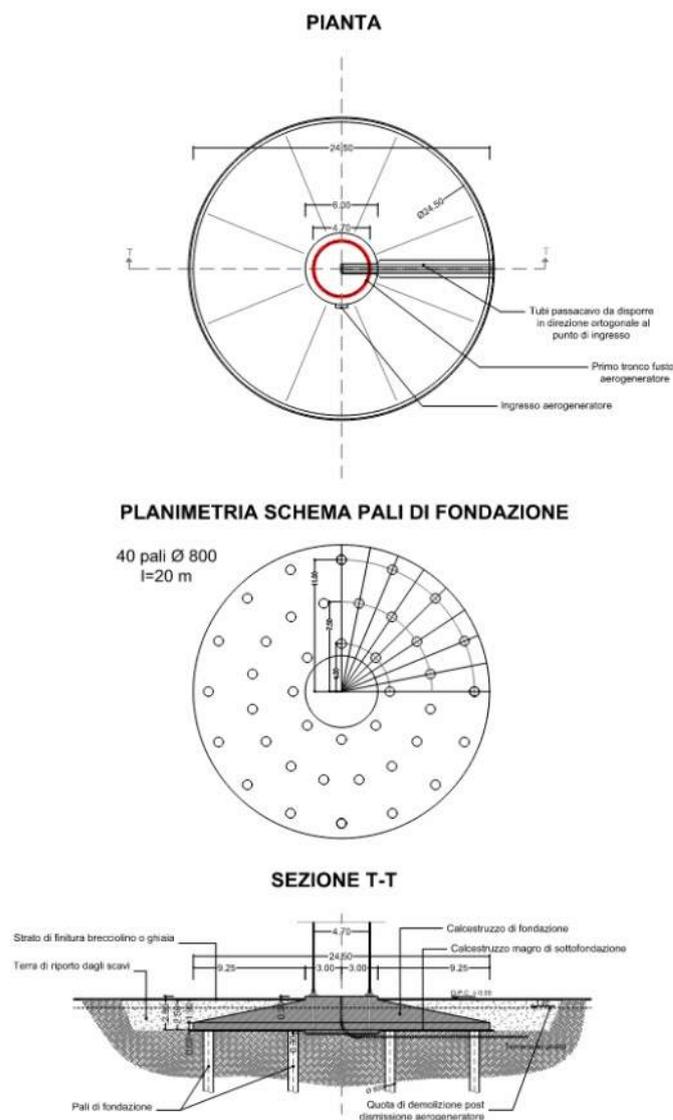


Figura 9.22 – Schema costruttivo eventuale fondazione su pali

Con riferimento ai carichi di progetto, alla caratterizzazione geotecnica preliminare nonché ai risultati delle verifiche di stabilità, resistenza delle strutture e del terreno di fondazione, (riportati nell'Elaborato WGG_RC2- Calcoli preliminari di dimensionamento delle strutture), si può riassumere quanto segue:

- nei siti di installazione degli aerogeneratori in progetto è stata verificata una fondazione diretta a pianta circolare, avente diametro di 24.50 m e spessore massimo pari a 2.80 metri;
- la presenza di un substrato litoide offre una resistenza di progetto molto elevata ed i cedimenti massimi sono trascurabili;
- nei siti di installazione in cui, nell'ambito delle indagini geologiche e geotecniche da condursi nella fase più avanzata della progettazione, fosse rinvenuta alla quota di posa del basamento la presenza di materiale sabbioso di natura granitica di spessore superiore al valore ipotizzato, la profondità di scavo dovrà essere opportunamente incrementata e la quota ottimale di posa potrà essere recuperata con calcestruzzo magro dello spessore necessario (50÷100 cm).

Nelle fasi più avanzate della progettazione, pertanto, sarà indispensabile disporre di dati geotecnici specifici per ogni singola postazione eolica al fine di confermare o, se necessario, variare le previsioni ed i calcoli qui riportati in via preliminare.

Le attività di scavo per l'approntamento della fondazione interesseranno una superficie circolare di circa 28 m di diametro (circa 620 m²) e raggiungeranno la profondità massima di circa 3,00 m dal piano di campagna. I volumi del calcestruzzo del plinto e del terreno di rinterro sono i seguenti:

volume del calcestruzzo magro di sottofondazione:	47 m ³
volume della platea in c.a.:	~672 m ³
volume del colletto in c.a.:	8 m ³
volume del terreno di rinterro:	~932 m ³ .

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

9.5.2.4 Opere di regolazione dei deflussi

La realizzazione della viabilità di servizio alle postazioni eoliche in progetto comporterà necessariamente di prevedere adeguate opere di regimazione delle acque superficiali al fine di scongiurare fenomeni di ristagno ed erosione accelerata dei manufatti. L'Elaborato WGG_TC14 del Progetto definitivo illustra i principali interventi da porre in essere per assicurare un'ottimale regimazione delle acque di ruscellamento diffuso e incanalato interferenti con le infrastrutture viarie in progetto e con le piazzole degli aerogeneratori.

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

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

Sono state previste, infine, opportune opere di smaltimento delle acque intercettate dalle canalette (Elaborato WGG_TC14).

9.5.2.5 Interventi di ripristino, mitigazione e compensazione ambientale

9.5.2.5.1 Criteri generali

Come criteri generali di conduzione del cantiere si provvederà a:

1. garantire ed accertare:
 - a. la periodica revisione e la perfetta funzionalità di tutte le macchine ed apparecchiature di cantiere, in modo da minimizzare i rischi per gli operatori, le emissioni anomale di gas e la produzione di vibrazioni e rumori;

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

9.5.2.5.2 Misure di mitigazione

- In riferimento ai siti ed ai tratti di viabilità che andranno ad intercettare superfici occupate da vegetazione erbacea semi-naturale, ed in particolare le formazioni dell'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae* sviluppati in contesto

interpodere di versante, nonché i ridotti lembi di formazioni igrofile, nell'ambito del progetto esecutivo ed in fase realizzativa saranno studiate in dettaglio le possibili soluzioni costruttive intese a limitare, per quanto tecnicamente possibile, il coinvolgimento di tali unità vegetazionali. In particolare, per i lembi di vegetazione igrofila, i relativi consumi potranno facilmente essere evitati adottando soluzioni costruttive che prevedano l'adeguamento (allargamento) della viabilità in direzione del solo lato a valle del tracciato, a coinvolgere superfici occupate da seminativi.

- In tutte le superfici interessate da opere di nuova realizzazione ed in corrispondenza dei tratti di viabilità già esistente e soggetta ad adeguamento, tutti gli individui vegetali arbustivi e arborei appartenenti ad entità autoctone, presenti all'interno del perimetro e non interferenti con la realizzazione delle opere, saranno preservati in fase di cantiere e mantenuti in fase di esercizio. Tale misura si riferisce prioritariamente a tutti gli individui di >300 cm di altezza (arborei).
- Ove non sia tecnicamente possibile il mantenimento in situ e la tutela durante tutte le fasi di intervento ed attività, gli individui vegetali arbustivi ed arborei eventualmente interferenti, appartenenti a entità autoctone (principalmente *Anagyris foetida* L., *Olea europaea* L. s.l., *Pistacia lentiscus* L., *Quercus ilex* L., *Pyrus spinosa* Forssk.), opportunamente censiti ed identificati, dovranno essere espantati con adeguato pane di terra e reimpiantati in aree limitrofe, nei periodi dell'anno più idonei alla realizzazione di tali pratiche. Tutti gli eventuali individui arborei persi per impossibilità tecnica di espanto o per deperimento post-reimpianto saranno sostituiti con individui della stessa specie di età non inferiore a 2 anni e nella misura di almeno 5:1 individui, da inserire all'interno alle aree verdi di neorealizzazione eventualmente previste in progetto. Gli individui reimpiantati e di nuova piantumazione saranno seguiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni e sfalcio del manto erboso, protezione dell'impianto dall'ingresso del bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio, per i successivi 3 anni al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni.
- Nell'ambito dell'adeguamento dei tratti di viabilità esistenti sarà data priorità al mantenimento delle siepi alto-arbustive e dei nuclei/filari di individui arborei ricadenti al margine dei percorsi.
- In fase di realizzazione delle operazioni di scotico/scavo dei substrati, si provvederà a separare lo strato di suolo più superficiale, da reimpiegare nei successivi interventi di ripristino. Lo strato sottostante verrà temporaneamente accantonato e successivamente riutilizzato per riempimenti e per la ricostituzione delle superfici temporaneamente occupate in fase di cantiere. Il materiale litico superficiale sarà separato, conservato e riposizionato al termine dei lavori in progetto.
- Saranno adottate opportune misure finalizzate all'abbattimento delle polveri, quali la bagnatura delle superfici e degli pneumatici dei mezzi ed il ricoprimento dei cumuli di terreno, l'imposizione di un limite di velocità per i mezzi di cantiere, al fine di contenere fenomeni di sollevamento e deposizione di portata tale da poter incidere significativamente sullo stato fitosanitario degli individui vegetali arbustivi ed arborei eventualmente interessati dall'impatto.
- La perdita o danneggiamento di elementi arborei interferenti con il trasporto dei componenti potrà essere mitigato mediante l'utilizzo di mezzi di trasporto dotati di dispositivo "alzapala".
- Durante la fase di corso d'opera ed in fase post-operam sino a 12 mesi dalla chiusura del cantiere, l'intera superficie interessata dai lavori sarà adeguatamente ispezionata da un esperto botanico al fine di verificare l'eventuale presenza di entità alloctone, con particolare riguardo alle invasive, accidentalmente introdotte durante i lavori e/o la cui

proliferazione possa essere incoraggiata dagli stessi. Se presenti, esse saranno tempestivamente oggetto di iniziative di eradicazione e correttamente smaltite.

Durante tutte le fasi di intervento sarà rigorosamente interdetto l'impiego di diserbanti e disseccanti.

9.5.2.5.3 Misure di compensazione

- Il consumo di ridotte fasce di vegetazione semi-naturale localizzate in contesto interpodereale e lungo i margini della viabilità, nonché di individui a portamento arbustivo e arboreo interferenti, potrà essere compensato attraverso la costituzione di fasce di vegetazione arbustiva e arborea a sviluppo lineare, di larghezza minima di 4 metri, ai margini dei percorsi di viabilità di nuova realizzazione, nonché lungo il perimetro delle piazzole. La messa a dimora di tali impianti presso le suddette aree designate sarà realizzata al termine della fase di cantiere e nella stagione più idonea, con l'obiettivo di minimizzare lo stress da trapianto ed ottenere il maggior successo di attecchimento. In accordo con le modalità di realizzazione delle opere compensative indicate dalla D.G.R. 11/21 del 11/03/2020, verranno utilizzate esclusivamente specie autoctone, in numero non inferiore alle 1.000 piante per ettaro, di età non superiore ai due anni, locali e certificate ai sensi del Decreto legislativo n. 386/2003 e della determinazione della Direzione generale dell'Ambiente (n. 154 del 18.3.2016). Tali impianti saranno pluri-specifici, costituiti da taxa arbustivi ed arborei coerenti con il contesto bioclimatico, geopedologico e vegetazionale del sito, con massima priorità alle entità già presenti nello stesso e nell'area circostante (prioritariamente *Pyrus spinosa*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Anagyris foetida* per i siti ad esposizione schiettamente meridionale, e *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Quercus ilex* per i siti ad esposizione schiettamente settentrionale). Gli stessi avranno inoltre aspetto naturaliforme e offriranno marginalmente spazi aperti destinati alla rinaturalizzazione spontanea, con la finalità di favorire l'insediamento di entità camefitiche e nano-fanerofitiche (es. *Artemisia arborescens*, *Thymelea hirsuta*) e comunità erbacee native dell'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae*. Tali nuovi impianti saranno assistiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni e sfalcio del manto erboso, protezione da eventuali danni da bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio, per i successivi 3 anni, al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni. Tali nuovi impianti andranno pertanto a costituire un nuovo sistema di corridoi ecologici di cui l'intera area vasta è particolarmente carente, il quale si prevede produrrà effetti positivi in termini di ricchezza e diversità biologica, nonché connettività ecologica, con evidente miglioramento della qualità ambientale dei siti. Inoltre, con la finalità di compensare il consumo di superfici occupate da vegetazione erbacea semi-naturale dell'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae*, nuove fasce/aree di rispetto (rapporto 4:1 rispetto alle superfici consumate) saranno identificate in corrispondenza di versanti con importanti inclinazioni, affioramenti rocciosi e porzioni di muri a secco limitrofe agli aerogeneratori WTG01-04-08-13, e destinate a tutela (sarà interdetta la lavorazione dei suoli a fini agricoli) ed alla rinaturalizzazione spontanea, anche attraverso il riutilizzo del materiale di scotico prelevato in loco e la piantumazione o semina di taxa erbacei, tra cui *Ampelodesmos mauritanicus*. Vista la pratica del debbio ancora in uso in tutta l'area vasta e che diffusamente coinvolge anche la vegetazione spontanea sviluppata in contesto interpodereale, tutte le superfici interessate da opere di riqualificazione ambientale saranno oggetto di adeguate misure di prevenzione e tutela dagli incendi.
- Al termine della fase di cantiere, le scarpate di qualsiasi altezza e pendenza derivanti dalla realizzazione delle piazzole saranno interessate da interventi di stabilizzazione e

semina di taxa erbacei emicriptofitici appartenenti agli aspetti di maggior pregio rilevati sul campo (es. *Brachypodium retusum*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*) e piantumazione di *Ampelodesmos mauritanicus* (principalmente presso i siti ad esposizione settentrionale).

In fase di dismissione, tutte le superfici precedentemente occupate dall'impianto in esercizio (piazze di esercizio e viabilità di nuova realizzazione) saranno oggetto di opere di riqualificazione ambientale volte al recupero della morfologia originaria dei luoghi ed alla ricostituzione di coperture vegetali il più coerenti con quelle presenti in origine nei siti di intervento.

9.6 CANTIERIZZAZIONE E MESSA A REGIME

9.6.1 Aree di cantiere di base e di trasbordo

Al fine di assicurare la disponibilità in sito di adeguati spazi e dotazioni per l'impresa costruttrice e per il trasporto dei componenti degli aerogeneratori, è stata individuata un'area di circa 8.400 m² da destinare ad "area logistica di cantiere" (o "cantiere di base") e area di trasbordo funzionale alla fase di trasporto al sito impianto.

Tale area sarà ubicata in territorio di Villanovafranca (CA), in corrispondenza dell'accesso alla viabilità di impianto che conduce alle postazioni eoliche WTG10 e WTG11, entro i terreni ad uso agricolo, poco più a nord della strada provinciale SP36, in località *Pranu Cristo*.

Nell'area di cantiere, da recintarsi opportunamente con rete metallica, troveranno posto i baraccamenti di cantiere, adeguati stalli sorvegliati per il ricovero dei mezzi d'opera nonché appropriati spazi per lo stoccaggio temporaneo di materiali (vedasi al riguardo l'Elaborato WGG_TC18 "Planimetria area di trasbordo e area logistica di cantiere").

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

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

Durante la fase costruttiva, la disponibilità di adeguati spazi di conformazione regolare (coincidenti con le piazzole di cantiere) potrà consentire, se necessario ed in funzione delle esigenze dell'appaltatore, la dislocazione di ulteriori apprestamenti (quali locali di ricovero o bagni chimici per il personale) in posizione maggiormente accessibile per i lavoratori rispetto a quelli previsti nell'area di cantiere generale.

Il cantiere per la realizzazione di un parco eolico può infatti assimilarsi ad un cantiere itinerante (vista la significativa distanza tra le postazioni eoliche estreme) e, pertanto, le funzioni relative alla logistica di mezzi e/o attrezzature potranno individuarsi, oltre che nell'area logistica principale, anche negli spazi individuati presso le piazzole.

Per quanto riguarda il cantiere delle linee elettriche 30 kV, in considerazione del loro sviluppo lineare, le terre e rocce da scavo saranno provvisoriamente collocate ai bordi dello scavo in attesa del loro reimpiego per ripristini morfologici. Le recinzioni di cantiere non saranno fisse, ma verranno spostate secondo necessità con il procedere dei lavori.



Figura 9.23 – Possibile ubicazione dell'area di cantiere generale e dell'area di trasbordo (in rosso)

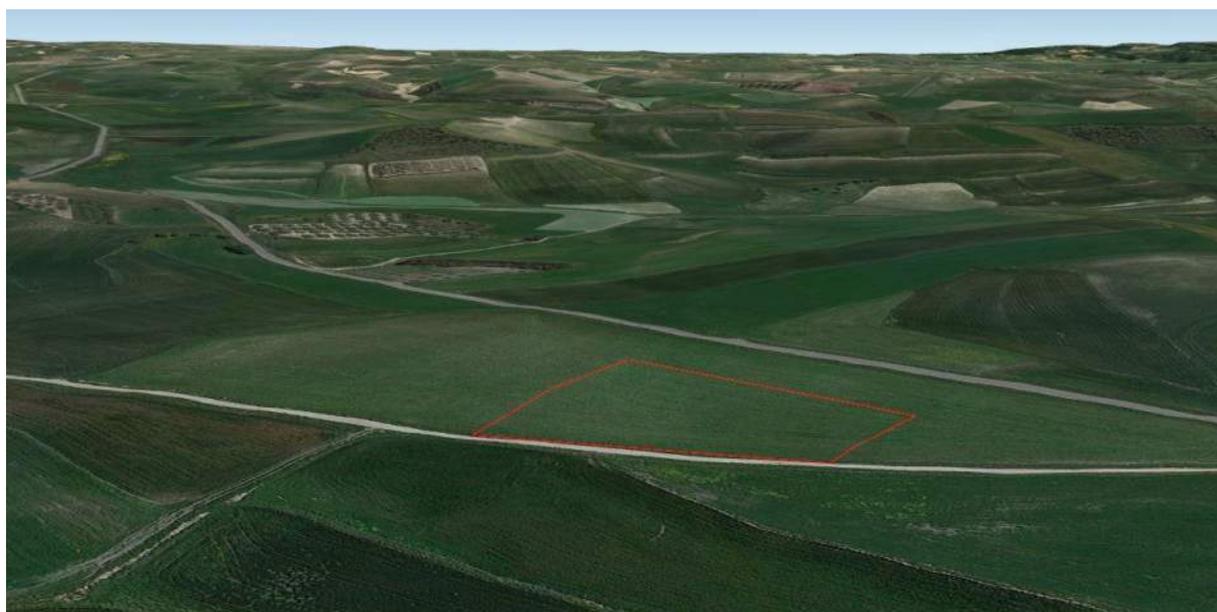


Figura 9.24 – Sito individuato per l'allestimento delle aree di trasbordo e cantiere di base in comune di Villanovafranca (vista aerea da ovest verso est).

9.6.2 Caratteristiche delle lavorazioni

9.6.2.1 Opere civili dell'impianto eolico

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

1. allestimento del cantiere;
2. locale adattamento della viabilità di accesso al parco eolico funzionale a renderla adeguata al transito dei mezzi di cantiere ed alle operazioni di trasporto della componentistica degli aerogeneratori presso il sito di intervento;
3. allestimento della viabilità interna del parco eolico al fine di assicurare l'accessibilità di ciascuna postazione eolica ai mezzi d'opera ed ai veicoli di trasporto della componentistica degli aerogeneratori nonché consentire le ordinarie attività di gestione della centrale;
4. approntamento degli interventi funzionali alla regimazione delle acque superficiali;
5. realizzazione degli scavi funzionali all'allestimento delle piazzole nonché alla realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori;
6. realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori e dei collegamenti all'impianto di terra;
7. approntamento delle piazzole funzionali al montaggio degli aerogeneratori;
8. scavo e posa dei cavidotti MT interrati di interconnessione aerogeneratori e collegamento con la stazione di utenza;
9. completamento delle principali opere civili delle piazzole degli aerogeneratori, realizzazione delle opere di ripristino morfologico e ambientale (opere a verde e di rinaturalizzazione e sistemazione finale delle piazzole e della viabilità) dell'area interessata dai lavori;
10. smobilizzo del cantiere.

9.6.2.2 Fornitura e montaggio dell'aerogeneratore

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

1. Trasporto e posizionamento a piè d'opera dei componenti.
2. Preassemblaggio a terra dei singoli tronchi della torre.
3. Montaggio dei tronchi della torre.
4. Posizionamento della navicella.
5. Posizionamento delle pale.

Allacciamento alla sezione 30/150 kV della prevista SSE Utente in Comune di Genoni, prove funzionali ed avviamento.

9.6.2.3 Opere per la realizzazione delle linee elettriche MT

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

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

9.6.2.4 Opere civili per l'allestimento stazione di utenza MT/AT

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

1. allestimento del cantiere;
2. realizzazione delle fondazioni e dei basamenti in c.a.;
3. realizzazione di recinzione perimetrale in pannelli prefabbricati e grigliato metallico;
4. realizzazione delle vie cavo per cavi MT e BT compresi i pozzetti in c.a.
5. realizzazione della rete di terra;
6. realizzazione del fabbricato servizi di stazione;
7. smobilizzo del cantiere.

9.6.2.5 Montaggi elettromeccanici della sezione 30/150 kV della Stazione di Utenza

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

1. montaggi elettromeccanici:
 - montaggio passante cavo AT
 - montaggio interruttori AT;
 - montaggio sezionatori AT;
 - montaggio trasformatore MT/AT;
 - montaggio trasformatori di misura TVC e TA;
 - montaggio scaricatori di sovratensione AT;
 - montaggio carpenteria a traliccio di stazione;
 - montaggio carpenteria tubolare;
 - montaggio isolatori di sbarra stazione;
 - esecuzione collegamenti AT in corda e/o tubo di alluminio;
2. montaggi dei servizi ausiliari:
 - installazione quadri BT;
 - posa cavi BT;
 - esecuzione collegamenti BT;
 - realizzazione impianto di illuminazione esterna;
 - realizzazione di impianti tecnologici di edificio;
3. montaggi del sistema di protezione, comando e controllo (SPCC):
 - installazione armadi e quadri BT;
 - posa cavi BT e fibra ottica;
 - esecuzione collegamenti BT e fibra ottica;
 - installazione apparati centralizzati di stazione;
 - installazione apparati di telecontrollo;
4. collaudo e messa in servizio della stazione e di tutto l'impianto eolico.

9.6.2.6 Gestione delle terre e rocce da scavo

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

1. Stoccaggio dei materiali di scavo in apposite aree;
2. carico dei mezzi necessari;
3. riutilizzo in sito del materiale scavato per rinterri, riempimenti e ripristini.

Per la descrizione delle attività previste nell'ambito della gestione dei materiali di scavo si rimanda al *Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti* facente parte del progetto definitivo (Elaborato WGG_RC10).

9.6.3 Movimenti di terra

Alla luce delle stime condotte nell'ambito dello sviluppo del progetto definitivo delle opere civili funzionali all'esercizio del parco eolico, si prevede che la realizzazione delle stesse determinerà l'esigenza di procedere complessivamente allo scavo di circa 150.400 m³ di materiale, misurati in posto, al netto dei volumi che scaturiscono dalla realizzazione dei cavidotti.

Considerate le caratteristiche geologiche dell'ambito di intervento, caratterizzato da un substrato marnoso-calcarenitico litoide raramente affiorante sormontato da una coltre detritica di spessore da pluridecimetrico a metrico, una significativa porzione dei volumi da scavare per la costruzione di strade e piazzole sarà verosimilmente costituita da materiale litoide; una quota inferiore dei materiali di scavo sarà rappresentata dai suoli.

Salvo gli opportuni ed obbligatori accertamenti nella fase più avanzata della progettazione, sono state individuate tre distinte tipologie di terreni.

Unità A – Coltre detritica-suolo - spessore medio pari a: 0,50 m

Unità B – Colluvio limo-argilloso – profondità: - 0,50 / - 1,50 m

Unità C – Basamento marnoso-calcarenitico da alterato a litoide – profondità: - 1,50 / - 30 m

Il Basamento marnoso-calcarenitico è formato da marne siltose ed arenacee alternate a livelli calcarenitici, da molto alterate a litoidi, in genere si presentano alterate fino circa 3 m di profondità.

La stratigrafia considerata è stata valutata considerando i valori della caratterizzazione meccanica delle calcareniti litoidi (Unità C), considerando che gli strati superficiali saranno rimossi dalle attività di scavo; si rimanda alle successive fasi la valutazione dei dati puntuali per ogni singola piazzola di installazione.

I terreni indagati nello strato C possono essere individuati nella categoria di sottosuolo di tipo "B" ovvero "rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità".

La restante parte, sulla base delle informazioni al momento disponibili, sarà prevalentemente costituita da suoli (~30.200 m³).

La Tabella 9.1 riepiloga il bilancio complessivo dei movimenti di terra previsti nell'ambito della costruzione del parco eolico, comprensivo dei cavidotti di impianto, della sistemazione dell'area per la sottostazione di utenza, dell'elettrodotto di collegamento alla sottostazione di utenza e del cavidotto AT di connessione (provvisoria e definitiva) alla RTN.

Tabella 9.1 – Bilancio complessivo dei movimenti di terra

Parco eolico	
	[m ³]
Totale materiale scavato in posto	150 397
Totale materiale approvvigionato dall'esterno in fase di cantiere	56 580
Totale materiale riutilizzato in sito	150 397
Totale materiale approvvigionato dall'esterno in fase di ripristino	453
a rifiuto	0
SSE Utente 150/30 kV	
Totale materiale scavato in posto	9 700
Totale materiale riutilizzato in sito	9 700
a rifiuto	0
Cavidotti	
	[m ³]
Totale materiale scavato	66 750
Totale materiale riutilizzato in sito	50 063
a rifiuto	16 688
Totale complessivo	
	[m ³]
Totale materiale scavato in posto	226 847
Totale materiale riutilizzato in sito	210 159
Totale a rifiuto	16 688

In definitiva, a fronte di un totale complessivo di materiale scavato in posto stimato in 226.847 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.
- Come specificato in precedenza, il materiale in esubero e non riutilizzato in sito è al momento stimato in circa 16.700 m³.

Per tali materiali l'organizzazione dei lavori prevedrà, in via preferenziale, il conferimento in altro sito in regime di rifiuto 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.

9.6.4 Cronoprogramma preliminare dei lavori

Per la realizzazione degli interventi previsti dal presente progetto può stimarsi una durata indicativa dei lavori di circa 24 mesi con uno sviluppo delle attività ipotizzato secondo quanto riportato nel cronoprogramma riportato nell'Elaborato WGG-RC8 - *Cronoprogramma degli interventi*.

9.7 DISMISSIONE E RIPRISTINO DEI LUOGHI

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

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

Nell'ottica di assicurare la disponibilità di adeguate risorse economiche per l'attuazione degli interventi di dimissione e recupero ambientale, i relativi costi saranno coperti da specifica polizza fidejussoria, a tale scopo costituita dalla società titolare dell'impianto (GRV Wind Sardegna 6 s.r.l.) in accordo con quanto previsto dalle norme vigenti.

La fase di *decommissioning* delle turbine in progetto, della durata complessiva stimata in circa 20 mesi, consisterà nelle attività descritte in dettaglio nello specifico elaborato progettuale (Elaborato WGG_RC3_ Piano di dimissione).

9.8 RISCHIO DI INCIDENTI

9.8.1 Principali rischi per la sicurezza individuabili

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

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

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

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

generazione, infatti, i trattamenti superficiali riducono drasticamente l'eventualità di formazione del ghiaccio. Inoltre, attraverso una specifica formazione degli addetti alle manutenzioni e dei proprietari delle aree, è possibile prevenire tali eventualità con una adeguata informazione e formazione preventiva.

- 3) In merito alla caduta di parti delle pale in caso di rottura, è evidente che, durante il normale funzionamento, le pale di una turbina sono soggette alla forza centripeta, a quella gravitazionale ed a una serie di forze aerodinamiche che producono una serie di sollecitazioni assiali e torsionali sulle stesse, azioni che possono causare la rottura della pala o di una parte di questa. La traiettoria di caduta e la distanza che si può raggiungere dipendono dalle caratteristiche e dalla posizione del pezzo che si rompe, dai carichi e dalle sollecitazioni alle quali è sottoposto, dal movimento e dalla posizione della pala al momento della rottura. Si ha inoltre l'eventualità che la rottura sia conseguente ad atti di vandalismo; in ogni caso rotture delle pale accidentali o procurate, sono estremamente rare, tipiche delle turbine di vecchia tecnologia e dovute ad errori di montaggio o superamento delle condizioni limite di progetto. I sistemi di sicurezza e controllo delle moderne turbine sono tali da annullare la possibilità di rottura delle pale, per cui tale evenienza è riconducibile esclusivamente ad atti vandalici. Questi ultimi, vista la significativa quota delle pale, possono ricondursi esclusivamente, all'eventualità che le pale siano oggetto di bersaglio di armi da fuoco. In tale circostanza, improbabile e del tutto remota, gli eventuali piccoli fori causati dai proiettili non sarebbero tali da causare una rottura repentina, ma piuttosto anomalie di funzionamento rilevabili di sistemi di controllo e pertanto tali da porre in blocco la turbina in attesa delle riparazioni del caso. Sull'argomento si rimanda alla consultazione dello studio specifico di cui all'elaborato progettuale WGG_RA13.
- 4) L'eventualità dello scoppio di un incendio è legata in particolare alla fase di cantiere per la presenza di macchine o attrezzature elettriche e il deposito e utilizzo di carburanti ed oli combustibili. Gli incendi causati direttamente o indirettamente dal funzionamento delle turbine eoliche sono limitati; nella quasi totalità dei casi sono riconducibili a problemi derivanti da sistemi elettrici o a surriscaldamenti delle componenti meccaniche. In tal caso il rischio di propagazione all'esterno dell'incendio è pressoché nullo; ciò in quanto tutte le componenti elettriche e meccaniche sono confinate all'interno della torre e della navicella senza possibilità di trasferimento all'esterno delle potenziali sorgenti di innesco. I pericoli connessi al rischio incendio possono comunque essere gestiti e mitigati attraverso una serie di misure tipiche delle buone pratiche di progettazione e delle procedure di sicurezza: piani di valutazione del rischio incendio, programmi di formazione ed informazione, regolare manutenzione e rispetto delle procedure.
- 5) I potenziali fenomeni di elettrocuzione sono riferibili a condizioni di malfunzionamento/guasti delle apparecchiature elettriche o da fulminazione delle stesse, con induzione di correnti trasmesse attraverso il terreno o altri conduttori. Le normali buone pratiche di progettazione, l'utilizzo di adeguate componenti elettriche (sistemi trifase, sistemi di messa a terra, e di protezione dai fulmini) e la corretta formazione ed informazione degli addetti alla manutenzione non rendono necessari interventi di mitigazione.

9.8.2 Rischio di distacco della pala di un aerogeneratore

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

In accordo con quanto suggerito dalle Linee Guida Nazionali sulle Fonti Rinnovabili (DM 10/09/2010), nel seguito sarà condotta una stima approssimativa della distanza massima che

può essere raggiunta da una pala di un generatore eolico tipo *Siemens-Gamesa SG170* da 6.6 MW con altezza al mozzo di 115 m, nell'ipotesi di distacco dell'intera pala durante condizioni nominali di funzionamento dello stesso.

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

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

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

Il distacco o la rottura della pala sono eventi che si verificano per condizioni operative al di fuori del normale *range* di funzionamento delle macchine. Gli aerogeneratori per i quali si prevede l'installazione nell'ambito del progetto di impianto eolico da 112,2 MW nei territori di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca (SU) sono provvisti di sistemi di arresto che intervengono quando le condizioni di funzionamento sono tali da compromettere la funzionalità della macchina e la sicurezza pubblica.

Considerazioni aggiuntive e valutazione conclusiva

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

A questo riguardo, studi condotti da Vestas³ attestano come le forze di resistenza che si esercitano sulla pala fanno sì che la gittata reale sia inferiore di circa il 20% rispetto a quella stimata considerando le sole forze inerziali ed escludendo l'attrito. Sotto tale ipotesi la gittata sarebbe stimabile in circa 145 m (20% in meno rispetto al caso ideale).

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

In definitiva, sulla base dei calcoli condotti nonché delle predette considerazioni e valutazioni aggiuntive inerenti alle possibili dinamiche di impatto, si valuta che la distanza indicativa che può essere raggiunta da una pala di un generatore tipo *SG170 da 6.6 MW* con HH 115 m che si distacchi dal mozzo in condizioni nominali di funzionamento, sia di circa 200 metri.

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

³ "Blade throw calculation under normal operating conditions" VESTAS AS Denmark July 2001

10 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

10.1 PREMESSA

Il quadro di riferimento ambientale riveste un ruolo centrale nell'elaborazione di uno Studio di Impatto Ambientale. Esso ha tra i suoi principali obiettivi quello di definire l'ambito territoriale, inteso come sito ed area vasta, ed i sistemi ambientali interessati dal progetto nonché di individuare e quantificare i potenziali impatti ambientali indotti dalla realizzazione dell'opera.

Sulla base delle informazioni tratte dall'analisi del contesto ambientale di inserimento dell'intervento e degli elementi di natura tecnico-gestionale scaturiti dalla progettazione ed approfonditi all'interno del Quadro di riferimento progettuale (Capitolo 9), si è proceduto all'individuazione degli aspetti ambientali significativi (o fattori di impatto) e, in ultima analisi, dei potenziali impatti ambientali associati alla realizzazione del progetto.

Nel seguito sarà sviluppata, pertanto, un'analisi generale dell'attuale qualità ambientale del contesto territoriale, approfondendo l'analisi relativamente alle componenti dell'ambiente potenzialmente soggette ad un impatto significativo dell'intervento proposto.

La valutazione di impatto ha preso in considerazione gli effetti positivi e negativi, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, che la realizzazione del progetto comporta sull'ambiente, anche con riferimento ai possibili riflessi di natura socio-economica associabili alla realizzazione dell'intervento.

All'analisi degli aspetti ambientali si è accompagnata un'illustrazione delle misure previste per evitare, ridurre ed eventualmente compensare gli effetti negativi del progetto sull'ambiente.

Per quanto concerne le analisi relative alla stima degli impatti esercitati dall'intervento sul clima acustico si rimanda alla relazione specialistica facente parte integrante del presente al presente SIA (Elaborato WGG_RA10 – *Studio previsionale di impatto acustico*), curata dal Dott. Ing. Antonio Dedoni, tecnico competente in acustica ambientale ex legge 26 ottobre 1995, n. 221 (art. 2 commi 6 e 7).

Allo stesso modo, per maggiori approfondimenti sulla componente ambientale Suolo e sottosuolo, si rimanda alla relazione geologico-tecnica propedeutica alla progettazione definitiva del parco eolico, nella persona della Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina e del Dott. Geol. Mauro Pompei (Elaborato WGG_G1).

L'analisi degli effetti del progetto sulla componente Paesaggio è stata sviluppata all'interno dell'allegata Relazione paesaggistica (Elaborato WGG_RA5), redatta in accordo con i criteri di cui al D.P.C.M. 12/12/05. In tale ambito di analisi, la Relazione archeologica che accompagna il progetto definitivo, a firma della Dott.ssa Maria Grazia Liseno, esamina compiutamente, inoltre, le potenziali interferenze tra le opere in progetto e le principali emergenze storico-archeologiche riconosciute nel territorio (Elaborato WGG_AR1).

Al fine di contribuire al processo decisionale concernente l'intervento proposto, l'allegata Analisi costi-benefici (Elaborato WGG_RA14) si propone di introdurre nella valutazione ambientale gli interessi degli interlocutori sociali, attraverso la valutazione di quelle che sono le principali esternalità positive e negative associate all'iniziativa.

L'analisi ambientale include, per gli aspetti pertinenti, l'esame dei principali impatti cumulativi, riferibili, in particolare, alla sfera paesaggistica e della percezione visiva, introdotti dal progetto in rapporto agli impianti eolici esistenti.

A conclusione ed a compendio dell'analisi ambientale, lo SIA è corredato da un documento di riepilogo dei principali impatti ambientali introdotti dall'intervento a carico delle componenti ambientali di interesse (WGG_RA2_ *Quadro riassuntivo degli impatti attesi*). Valutato che una rappresentazione schematica degli effetti indotti dal progetto, così come strutturata nei suddetti prospetti riepilogativi, risulta necessariamente incompleta e riduttiva rispetto all'estesa ed

articolata analisi sviluppata all'interno degli elaborati a corredo dell'istanza di VIA, si sottolinea l'importanza che dette informazioni riassuntive siano utilizzate dall'Autorità procedente e dal pubblico esclusivamente ai fini di una disamina speditiva delle potenziali interazioni del progetto con l'ambiente, trattandosi appunto di valutazioni sintetiche estrapolate dall'analisi ambientale complessiva, più diffusamente sviluppata e argomentata nelle relazioni allegate al progetto definitivo ed allo SIA.

Completano lo SIA, infine, una relazione di sintesi rivolta alla consultazione da parte del pubblico (Elaborato WGG_RA3_Sintesi non tecnica) nonché dal Piano di monitoraggio delle componenti ambientali (Elaborato WGG_RA4).

10.2 CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE

10.2.1 Criteri di individuazione degli impatti

A valle dell'analisi della situazione di partenza, finalizzata alla ricostruzione della qualità ambientale complessiva entro la quale si inserisce l'intervento proposto, ed in coerenza con le indicazioni della direttiva 85/337/CEE e successive modifiche, la fase di individuazione e stima degli impatti indotti dalla realizzazione del progetto è stata condotta, per ciascuna componente ambientale ritenuta significativa, con riferimento ai seguenti criteri generali:

- valutazione della qualità delle componenti ambientali con particolare riferimento allo stato di conservazione della componente ed alla sua esposizione a pressioni antropiche, e qualora applicabili, agli standard normativi di riferimento;
- valutazione della sensibilità intrinseca delle componenti ambientali, correlata alla qualità e capacità di rigenerazione delle risorse naturali;
- stima della portata intrinseca degli impatti, in relazione, ad esempio, all'estensione dell'area geografica interessata;
- stima della magnitudo dell'impatto in relazione anche alla qualità/sensibilità della componente ambientale sulla quale lo stesso agisce;
- stima della probabilità dell'impatto;
- stima della durata, frequenza e reversibilità dell'impatto.
- Preliminarmente all'esposizione del processo di individuazione generale degli effetti ambientali si ritiene opportuno richiamare alcune definizioni che potranno utilizzarsi nel prosieguo, mutuata dal Regolamento CE 761/2001 sull'adesione volontaria delle organizzazioni ad un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS II):
 - *Azioni di progetto*: attività che scaturiscono dalla realizzazione dell'opera nelle diverse fasi di vita dell'intervento (fase decisionale e costruzione, fase di esercizio ordinario, fase di dismissione);
 - *Aspetto ambientale (o fattore di impatto)*: elemento delle azioni di progetto suscettibile di interagire con l'ambiente;
 - *Impatto ambientale*: qualsiasi modificazione, positiva o negativa, dello stato delle categorie ambientali, conseguente al manifestarsi degli aspetti ambientali.

Il legame esistente tra aspetti e impatti è dunque un legame di causa - effetto: gli aspetti ambientali possono essere letti come le cause degli impatti sull'ambiente, mentre gli impatti possono essere letti come le conseguenze che possono prodursi a seguito del manifestarsi degli aspetti ambientali. Peraltro, non tutti gli aspetti ambientali sono necessariamente suscettibili di innescare effetti percepibili o comunque significativi sull'ambiente e, inoltre, alcuni di questi possono essere adeguatamente controllati prevedendo opportune misure progettuali o accorgimenti gestionali atti a mitigarne adeguatamente le conseguenze ambientali.

Con tali presupposti, sotto il profilo metodologico, possono individuarsi le seguenti fasi del procedimento di analisi:

- individuazione delle principali azioni di progetto nelle diverse fasi di vita dell'opera;
- individuazione dei prevedibili aspetti ambientali (ad ogni azione di progetto possono corrispondere teoricamente molteplici aspetti ambientali);
- individuazione delle componenti "bersaglio" sulle quali possono originarsi effetti (positivi o negativi) a seguito del manifestarsi degli aspetti ambientali del progetto;
- individuazione e stima delle potenziali ricadute (impatti) su ciascuna componente conseguenti agli aspetti ambientali (ad ogni aspetto ambientale possono corrispondere molteplici impatti ambientali);
- individuazione di possibili misure di mitigazione degli impatti significativi o, qualora ciò non sia possibile, di eventuali misure compensative.

10.2.2 Individuazione delle azioni di progetto

L'analisi delle caratteristiche tecniche dell'intervento ha portato all'individuazione delle seguenti azioni di progetto, distinte per ciascuna fase di vita dell'opera:

Fase di costruzione

Nell'ambito della fase temporanea di cantiere è possibile individuare le seguenti azioni principali di progetto:

- installazione del cantiere;
- limitati e temporanei lavori di adeguamento dell'esistente viabilità principale di accesso al sito; ciò al fine di consentire adeguati spazi di transito e manovra ai mezzi speciali di trasporto della componentistica degli aerogeneratori in accordo con le specifiche fornite dal trasportatore;
- lavori di scortico della coltre superficiale in corrispondenza delle piste di accesso e delle piazzole di macchina;
- lavori di scavo di sbancamento per l'approntamento delle piazzole provvisorie di cantiere;
- trasporto/movimentazione di materiale inerte per la realizzazione/adeguamento del fondo stradale esistente nonché per l'approntamento delle piazzole;
- formazione di sottofondo stradale per la realizzazione della viabilità di progetto nonché in corrispondenza delle piazzole;
- scavi a larga sezione per il posizionamento delle opere di fondazione delle torri di sostegno;
- scavi a sezione obbligata per posizionamento di cavidotti;
- realizzazione in opera delle strutture di fondazione (plinti in conglomerato cementizio armato) e reinterro degli scavi;
- trasporto e posizionamento gru principale e secondaria;
- trasporti in cantiere della componentistica degli aerogeneratori;
- assemblaggio meccanico delle torri, delle navicelle e dei rotori;
- approntamento delle apparecchiature e dei collegamenti elettrici;
- reinterro e ripristino dei cavidotti a 30kV;
- attività di controllo assemblaggi;
- attività di messa a punto degli impianti;
- lavori di ripristino ambientale e/o compensazione (ripristino di recinzioni, stesa di terreno vegetale, piantumazione di essenze autoctone, stabilizzazione di scarpate, ecc.);
- lavori di regimazione acque superficiali;
- lavori impiantistici finalizzati alla connessione delle turbine alla rete elettrica nazionale.

Tutte le azioni di cantiere possono classificarsi come di breve durata (indicativamente pari a 24 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

Fase di esercizio ordinario

Come illustrato all'interno del quadro di riferimento progettuale, il funzionamento dei moderni impianti eolici è completamente automatizzato e costantemente monitorabile attraverso un sistema di controllo a distanza.

Per tale fase temporale, la cui durata può stimarsi in 25/30 anni, salvo successivo *repowering* delle turbine in progetto, sono state conseguentemente individuate le seguenti azioni di progetto:

- Generazione di energia elettrica in bassa tensione attraverso lo sfruttamento dell'energia trasportata dal vento;
- Trasformazione della corrente a bassa tensione prodotta dal generatore asincrono installato nella navicella in corrente a 30 kV per mezzo del trasformatore alloggiato nella torre di sostegno;
- Vettoriamento della corrente a 30 kV prodotta dagli aerogeneratori a mezzo di cavidotto interrato alla sottostazione di utenza in Comune di Genoni (SU) ed elevazione della tensione da 30 kV a 150kV;
- Vettoriamento della corrente a 150 kV alla rete di trasmissione e distribuzione nazionale;
- Esecuzione di periodiche attività di manutenzione ordinaria degli impianti;
- Esecuzione di periodiche attività di manutenzione della viabilità e delle piazzole di servizio.

Fase di dismissione

Al termine del ciclo di vita utile dell'impianto, nell'ottica di prevenire adeguatamente i rischi di deterioramento della qualità ambientale e paesaggistica conseguenti ad un potenziale abbandono delle strutture e degli impianti, sarà assicurata la dismissione degli aerogeneratori ed il conseguente ripristino delle aree interessate dalla realizzazione dell'opera. Le principali attività correlate a tale fase di vita dell'impianto, di seguito elencate ed illustrate con maggiore dettaglio nel Piano di dismissione allegato al progetto (Elaborato WGG_RC3), sono alquanto simili a quelle proprie della fase di costruzione:

- installazione del cantiere;
- trasporto e posizionamento gru principale e secondaria;
- disassemblaggio degli aerogeneratori;
- trasporto con mezzi speciali della componentistica degli aerogeneratori presso centri specializzati nell'ottica di procedere ad una rigenerazione delle macchine o, eventualmente, al recupero dei materiali riutilizzabili;
- esecuzione di scavi e lavori di demolizione con mezzi meccanici in corrispondenza delle strutture di fondazione al fine di assicurare l'asportazione delle strutture in c.a. per una profondità minima di un metro dal piano campagna, in linea con quanto previsto dal D.M. 10/09/2010;
- successivo ripristino degli scavi con terreno naturale opportunamente approvvigionato;
- asportazione, salvo diversa indicazione impartita dagli Enti competenti, della fondazione stradale relativa alle piste di servizio realizzate ex novo e della soprastruttura delle piazzole allestite nell'ambito della costruzione del parco eolico;
- trasporto a discarica autorizzata o, preferibilmente, presso centri di recupero inerti dei materiali asportati secondo le modalità precedenti;

- esecuzione di interventi di ripristino morfologico, messa a dimora di essenze coerenti con il contesto vegetazionale locale in corrispondenza delle suddette aree da ripristinare;
- esecuzione di scavi a sezione obbligata e recupero integrale dei cavi elettrici interrati.

Analogamente a quanto rilevato per la fase di costruzione, tutte le azioni precedentemente individuate possono classificarsi come di breve durata (verosimilmente pari a circa 20 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

10.2.3 Individuazione degli aspetti ambientali

Gli aspetti ambientali, o fattori causali di impatto, ritenuti prevalenti e associati alle azioni di progetto precedentemente individuate, anche in questo caso distinti per fase di vita dell'opera, sono riconducibili a:

Fase di costruzione

- occupazione di suolo conseguente all'installazione del cantiere, ai puntuali adeguamenti della viabilità principale di accesso al sito, alla realizzazione della nuova viabilità di impianto, all'approntamento delle piazzole di macchina provvisorie e definitive (a breve termine per quanto attiene alle aree di cantiere ed a lungo termine o, localmente, di carattere permanente per quanto riguarda la viabilità di servizio e le piazzole definitive);
- occupazione di volumi in conseguenza dell'innalzamento degli aerogeneratori (a lungo termine in conseguenza della durata del periodo di esercizio stimata in 25/30 anni);
- locali alterazioni dei preesistenti caratteri morfologici degli ambiti di intervento conseguenti all'apertura ed adeguamento della viabilità ed all'approntamento delle nuove piazzole di servizio (a lungo termine o, localmente, di carattere permanente in relazione alle indicazioni impartite dagli Enti competenti);
- locali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali in corrispondenza dei nuovi tratti viari e delle piazzole di servizio agli aerogeneratori (a lungo termine), peraltro di modesta entità considerate le scelte di definizione dei tracciati viari e la predisposizione di idonee opere di regimazione delle acque;
- locale alterazione della preesistente copertura vegetale dei terreni in corrispondenza degli interventi per l'allestimento della viabilità e delle piazzole (a lungo termine o, localmente, di carattere permanente in relazione, anche, alle indicazioni impartite dagli Enti competenti);
- consumo/impiego di risorse (in prevalenza inerti recuperati dagli scavi, all'occorrenza approvvigionati da cava, per la sistemazione delle strade e l'approntamento delle vie cavo interrate) avente carattere permanente;
- interferenza con l'ordinaria circolazione automobilistica conseguente al transito dei mezzi speciali di trasporto della componentistica degli aerogeneratori (a breve termine e destinata ad esaurirsi una volta completata l'installazione delle turbine eoliche) nonché degli automezzi di cantiere;
- emissione di rumori e vibrazioni conseguenti principalmente alle opere di adeguamento/realizzazione della viabilità di servizio ed al transito ed esercizio dei mezzi d'opera (effetti a breve-medio termine);
- emissione di polveri e inquinanti in atmosfera derivanti dalle operazioni di movimento terra ed alle emissioni gassose associate al transito ed all'esercizio dei mezzi d'opera (effetti a breve-medio termine);

- produzione di rifiuti solidi conseguente all'esercizio del cantiere (a breve-medio termine);
- rischio di perdite accidentali di rifiuti liquidi (p.e. perdite di carburante dai mezzi d'opera).

Fase di esercizio

- occupazione di suolo conseguente alla necessità di assicurare l'accessibilità dell'impianto eolico nonché adeguati spazi di manovra attorno alle postazioni degli aerogeneratori (a lungo termine o, localmente, di carattere permanente per quanto riguarda la viabilità di servizio e le piazzole);
- occupazione di volumi in conseguenza dell'innalzamento degli aerogeneratori, dei movimenti di imbardata della navicella e del moto rotatorio delle pale (a lungo termine in conseguenza della durata del periodo di esercizio stimata in 25/30 anni);
- produzione di energia da fonte rinnovabile con priorità di dispacciamento nella rete elettrica rispetto a quella prodotta da centrali convenzionali (a lungo termine);
- eventuale consumo/impiego di risorse (in prevalenza inerti di cava per l'ordinaria manutenzione di piste e piazzole) avente carattere permanente;
- emissione di rumori e vibrazioni conseguenti, prevalentemente, al moto rotatorio delle pale e, in misura trascurabile, all'esercizio del trasformatore di macchina (a lungo termine);
- emissione di campi elettromagnetici in prossimità delle postazioni degli aerogeneratori e dei cavidotti 30kV interrati (a lungo termine);
- produzione di rifiuti solidi e liquidi conseguente alla manutenzione ordinaria delle turbine eoliche (a lungo termine);
- rischio di perdite accidentali di rifiuti liquidi (p.e. oli) a seguito delle attività di manutenzione ordinaria degli impianti.

Fase di dismissione

- occupazione di suolo conseguente all'installazione del cantiere (a breve termine);
- locali interferenze con i preesistenti caratteri morfologici degli ambiti di intervento conseguenti alle attività di ripristino ambientale della viabilità non più ritenuta necessaria e delle piazzole di servizio degli aerogeneratori (di carattere permanente);
- locale ripristino della copertura vegetale dei terreni in corrispondenza della viabilità di servizio e delle piazzole oggetto di ripristino ambientale (di carattere permanente);
- consumo/impiego di risorse (in prevalenza inerti di cava e terreno vegetale per le attività di ripristino ambientale delle superfici occupate da piste e piazzole) avente carattere permanente;
- interferenza con l'ordinaria circolazione automobilistica conseguente al transito dei mezzi speciali di trasporto della componentistica degli aerogeneratori scaturita dalle operazioni di disassemblaggio (a breve termine e destinata ad esaurirsi una volta completata la rimozione delle turbine eoliche);
- emissione di rumori e vibrazioni conseguenti all'esecuzione delle opere di ripristino ambientale ed al transito ed esercizio dei mezzi d'opera (effetti a breve termine);
- emissione di polveri e inquinanti in atmosfera derivanti dalle operazioni di movimento terra ed al transito ed all'esercizio dei mezzi d'opera (a breve termine);
- produzione di rifiuti conseguente all'esercizio del cantiere (a breve termine).

10.2.4 Componenti ambientali

Le componenti ambientali (e sotto-componenti) sulle quali possono potenzialmente incidere, direttamente o indirettamente, gli aspetti ambientali precedentemente richiamati sono state così individuate:

POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

Salute e qualità della vita della popolazione residente
Amministrazione comunale locale e servizi ai cittadini
Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locali
Imprese agricole
Trasporti e mobilità
Consistenza delle risorse naturali a livello locale
Consistenza delle risorse naturali a livello globale

BIODIVERSITA'

Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi in relazione a:
Specie arbustive e arboree
Biodiversità a livello globale
Fauna terrestre, Avifauna e Chiropteri

SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

Profilo pedologico
Uso del suolo
Patrimonio agroalimentare

GEOLOGIA E ACQUE

Sottosuolo e relativo contesto geodinamico
Sistemi idrici superficiali e sotterranei

ATMOSFERA

Clima e qualità dell'aria a livello globale
Qualità dell'aria a livello locale

PAESAGGIO PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

Struttura dell'ecomosaico e paesaggi agrari
Percezione visuale, valenze sceniche e panoramiche
Patrimonio storico-culturale e identitario
Funzionalità ecologica, idraulica ed equilibrio idrogeologico

AGENTI FISICI

Rumore

Campi elettromagnetici

Ombreggiamento

RISORSE NATURALI

10.2.5 Il quadro riassuntivo degli impatti

All'interno dell'Elaborato WGG-RA3 sono individuati e descritti i rapporti di causa-effetto intercorrenti tra i principali fattori di impatto individuati (positivi e/o negativi) e le componenti ambientali "bersaglio".

Al fine di pervenire alla determinazione della significatività degli aspetti ambientali ed al giudizio di merito sugli impatti attesi, i primi sono esaminati in rapporto ai seguenti elementi di valutazione:

- processi di relazione con altri elementi e sistemi ambientali in relazione al fattore/i di impatto;
- caratteri che definiscono la specifica sensibilità dell'elemento ambientale nei confronti del fattore/i d'impatto;
- alterazioni indotte e/o potenzialmente inducibili in seguito all'interferenza con il fattore di impatto (a breve/medio/lungo termine);
- connotazione dell'impatto (positivo/negativo);
- probabilità del manifestarsi dell'impatto ambientale alla luce delle mitigazioni adottabili;
- elementi che definiscono la rilevanza del fattore di impatto;
- eventuali effetti cumulativi e relazioni con altri fattori di impatto sia legati all'intervento valutato sia estranei ad esso.

Ai fini dell'attribuzione del giudizio sulle caratteristiche e l'entità degli effetti ambientali attesi sulle varie componenti ambientali, si è fatto ricorso ad una rappresentazione cromatica atta a descriverne la portata in modo qualitativo.

Con tali presupposti, sono state utilizzate due differenti scale cromatiche, una per gli effetti positivi e una per quelli negativi (Figura 10.1). La valutazione della significatività degli impatti conseguenti a ciascun aspetto considerato è stata condotta sulla base di due criteri: il primo tiene conto dell'entità dell'impatto sulle varie categorie ambientali (in base ai criteri di valutazione più sopra enunciati), mentre il secondo esprime una misura della sua persistenza.

L'applicazione del primo criterio consente di definire l'impatto lieve, medio o alto. Il secondo criterio invece classifica un impatto come reversibile nel breve periodo, reversibile nel medio/lungo periodo oppure irreversibile.

In definitiva sono possibili le seguenti combinazioni:

- 1) impatto lieve – reversibile nel breve periodo;
- 2) impatto lieve – reversibile nel medio/lungo periodo;
- 3) impatto lieve – irreversibile;
- 4) impatto medio – reversibile nel breve periodo;
- 5) impatto medio – reversibile nel medio/lungo periodo;
- 6) impatto medio – irreversibile;

- 7) impatto alto – reversibile nel breve periodo;
- 8) impatto alto – reversibile nel medio/lungo periodo;
- 9) impatto alto – irreversibile.

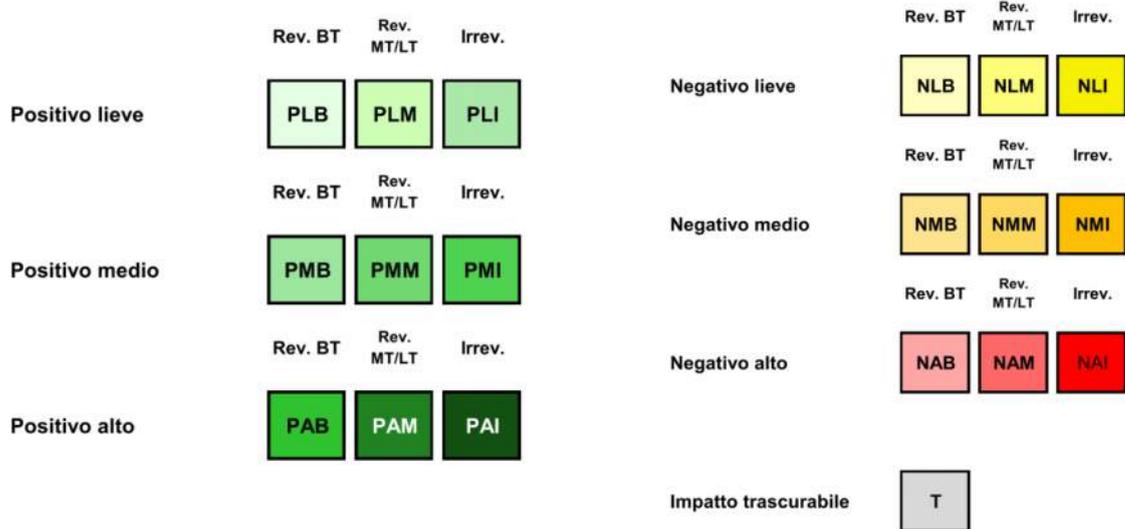


Figura 10.1 – Rappresentazione cromatica degli impatti ambientali positivi e negativi

La rappresentazione cromatica degli impatti attraverso matrici di sintesi, relative alla fase di costruzione, esercizio e dismissione dell’opera, consente un’immediata e sintetica individuazione degli elementi critici di impatto su cui focalizzare l’attenzione ai fini di una appropriata gestione e controllo.

Come espresso in sede introduttiva, l’approccio "qualitativo" non deve essere comunque inteso come una semplificazione del problema, in quanto i prospetti riepilogativi e la matrice riassuntiva degli impatti costituiscono esclusivamente uno strumento di sintesi della più articolata analisi e rappresentazione contenuta degli elaborati tecnici a corredo dell’istanza di VIA.

10.3 LO STATO QUALITATIVO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

10.3.1 Popolazione e salute umana

Nel successivo paragrafo si focalizzerà l’attenzione sulle sotto-componenti più direttamente riferibili al concetto di Salute pubblica per il caso di studio. Sotto questo aspetto, in particolare, si ribadisce come la scala (locale o globale) ed il segno (negativo o positivo) dei possibili impatti sulla componente associati alla realizzazione ed esercizio degli impianti energetici da fonte rinnovabile sia variabile in funzione della sotto-componente considerata.

Corre l’obbligo di evidenziare, inoltre, che, sebbene il tema della qualità della vita di una popolazione sia strettamente legato all’equilibrio psico-fisico delle persone, lo stesso non può essere disgiunto dal livello di sviluppo economico di un territorio. In tal senso, gli effetti sul benessere economico delle persone riverberano effetti indiretti sulla stessa salute pubblica di una popolazione. Per l’analisi di questi ultimi aspetti si rimanda alle considerazioni esposte di seguito in riferimento alla componente “Ambiente socio-economico”.

10.3.1.1 Ambiente socio-economico

Considerati i potenziali riflessi socio-economici del progetto, certamente misurabili anche su scala sovralocale, così come accennato a più riprese nel presente SIA, la sintetica analisi del contesto demografico e socio-economico di seguito esposta prende in esame i tratti salienti del territorio interessato focalizzando l'attenzione sulle dinamiche dei Comuni interessati dall'approntamento delle postazioni eoliche del progetto "Luminu", di particolare interesse per il presente studio.

10.3.1.1.1 La dinamica demografica ed il sistema sociale

10.3.1.1.2 Il contesto sovralocale

Il primo contesto di relazione di area vasta che ospita i Comuni interessati dall'impianto che ne influenza le dinamiche demografiche è senz'altro quello provinciale e, nella fattispecie, quello della Provincia del Sud Sardegna.

Fino al 2020 i Comuni di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca erano ricompresi nella suddetta Provincia del Sud Sardegna, che vantava una popolazione residente di 338.264 abitanti, in decrescita rispetto al 2017 in cui gli abitanti erano 353.830. Il trend di decrescita demografica è in linea con i processi in atto sul territorio, primo tra tutti il continuo spopolamento registrato in particolare negli ultimi anni.

Tabella 10.1 – Principali caratteri demografici delle province sarde

Provincia	Comune capoluogo	Superficie [km ²]	Popolazione	Densità [ab/km ²]
Città Metropolitana di Cagliari	Cagliari	1.248,68	419.770	336
Nuoro	Nuoro	5.638,02	199.349	35
Oristano	Oristano	2.990,45	150.812	50
Sassari	Sassari	7.692,09	474.142	62
Sud Sardegna	Carbonia	6.530,78	335.108	51

La struttura della popolazione provinciale sarà brevemente indagata facendo ricorso ad alcuni tra i più significativi indici demografici calcolati dall'ISTAT per gli orizzonti temporali forniti. Gli indici demografici, con la loro potenzialità di porgere una lettura sintetica delle principali caratteristiche della struttura di una popolazione (età media, percentuale di giovani e così via), permettono di evidenziare il rapporto tra le diverse componenti della popolazione (giovani, anziani, popolazione in età attiva) nonché di raccogliere informazioni sulla distribuzione nello spazio di questa.

L'indice di vecchiaia stima il grado di invecchiamento di una popolazione e descrive il peso della frazione anziana sulla popolazione totale. Esso si definisce come il rapporto di composizione tra la popolazione anziana (65 anni e oltre) e la popolazione più giovane (0-14 anni); valori superiori a 100 indicano una maggiore presenza di soggetti anziani rispetto ai giovanissimi. È un indicatore abbastanza grossolano ma efficace, poiché nell'invecchiamento di una popolazione si ha generalmente un aumento del numero di anziani e contemporaneamente una diminuzione del numero dei soggetti più giovani; in questo modo numeratore e denominatore variano in senso opposto esaltando l'effetto dell'invecchiamento della popolazione. Il dato provinciale, attualmente disponibile dal 2018 al 2021, risulta decisamente peggiore rispetto al contesto nazionale, e in linea con il dato dell'intera regione (Tabella 10.2).

Tabella 10.2 - Indice di vecchiaia (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Italia	Sardegna	Sud Sardegna (prov.)	Barumini	Escolca	Gergei	Las Plassas	Villanovafranca
2009	143,4	150,9	-	212,7	242,6	227,7	224,1	208,5
2010	144	154,8	-	229,5	236,2	241,2	255,6	212,7
2011	144,5	158,6	-	242,9	274,6	233,1	257,7	230,8
2012	148,6	164,6	-	235	305,1	235,9	244,4	242,5
2013	151,4	169,2	-	238,4	329,8	233,6	250	257,2
2014	154,1	174,4	-	261,4	370,6	231,8	255,6	283,1
2015	157,7	180,7	-	280,2	422,2	232,5	222,6	293,2
2016	161,4	187,9	-	276,2	429,5	240,1	266,7	312,9
2017	165,3	195,5	-	295,7	352,9	251,5	253,6	328,3
2018	168,9	202,7	232,4	285,6	395,7	268,2	277,8	360
2019	174	212,4	243,3	303,6	383	279,5	270,4	362,4
2020	179,3	222,2	255,5	283,6	389,1	302,6	368,2	367
2021	182,6	231,5	265,7	287,6	414	302,7	427,8	390,6

L'indice di dipendenza strutturale rappresenta il carico sociale ed economico della popolazione non attiva (0-14 anni e 65 anni ed oltre) su quella attiva (15-64 anni). È un indicatore di rilevanza economica e sociale e rappresenta il numero di individui non autonomi (per ragioni demografiche) ogni 100 individui potenzialmente attivi.

Un indice di dipendenza alto è sinonimo di un numero elevato di ragazzi e anziani di cui la popolazione attiva deve occuparsi complessivamente, ma dato il generale quadro di invecchiamento della popolazione italiana ed il raggiunto momento di crescita zero, si può senza tema di smentita affermare che, nel contesto in esame, l'indice cresce al crescere dell'invecchiamento della popolazione.

La performance dell'indicatore calcolato per la Provincia del Sud Sardegna e per i comuni interessati dall'opera in progetto si mostra in linea con i valori del contesto regionale ma inferiori ai valori nazionali (Tabella 10.3).

Tabella 10.3 - Indice di dipendenza strutturale (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Italia	Sardegna	Sud Sardegna (prov.)	Barumini	Escolca	Gergei	Las Plassas	Villanovafranca
2009	51,9	45,2	-	57,4	60,1	63,5	56,6	52,3
2010	52,2	45,8	-	56	60,7	64,9	54,2	55
2011	52,3	46,5	-	55,9	61,1	66	53,8	57,5
2012	53,5	47,9	-	55,6	61,1	65,4	56,7	57,4
2013	54,2	48,8	-	55,3	62	66,1	57,2	57,6
2014	54,6	49,5	-	54,8	62,5	66,1	64	58,8
2015	55,1	50,4	-	55,3	62,3	67,8	68	59,7
2016	55,5	51,2	-	55,1	64,5	64,1	70,2	59,5
2017	55,8	52,1	-	55,6	64,5	63,8	71,2	61,9
2018	56,0	52,9	54,5	55,8	66,8	63,9	79,1	62,5
2019	56,4	53,8	55,8	57,6	65,6	63,3	79,4	65,1
2020	56,7	54,9	57,3	57,3	67,8	66,2	88	63

Il quadro generale delineato dagli indicatori è quindi quello di un contesto territoriale pesantemente affetto dal problema dell'invecchiamento della popolazione.

10.3.1.1.3 *Il contesto locale*

I Comuni di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca, in cui gli interventi trovano collocazione geografica, presentano anch'essi un trend decrescente nella popolazione residente che perdura oramai da tempo.

L'andamento della popolazione è un indicatore di grande importanza per misurare lo stato di salute di un territorio. Un trend positivo, infatti, denota un territorio "dinamico", in cui la popolazione decide di vivere, lavorare e portare a compimento progetti di vita familiare. Un trend tendenzialmente negativo evidenzia una situazione di disagio e di difficoltà nel definire tattiche e strategie di vita a medio e lungo termine. L'analisi dell'evoluzione della situazione demografica di un territorio permette, quindi, di valutare lo stato di salute complessiva del tessuto economico e la soddisfazione o meno degli abitanti rispetto alle risorse presenti.

Tabella 10.4 – Popolazione residente nel comune di Barumini (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Popolazione residente (al 31/12)	Variazione	Variazione %
2001	1.492	-	-
2002	1.482	-10	-0,67%
2003	1.476	-6	-0,40%
2004	1.481	5	0,34%
2005	1.470	-11	-0,74%
2006	1.459	-11	-0,75%
2007	1.465	6	0,41%
2008	1.474	9	0,61%
2009	1.455	-19	-1,29%
2010	1.441	-14	-0,96%
2011	1.437	-4	-0,28%
2012	1.418	-19	-1,32%
2013	1.407	-11	-0,78%
2014	1.389	-18	-1,28%
2015	1.372	-17	-1,22%
2016	1.344	-28	-2,04%
2017	1.315	-29	-2,16%
2018	1.278	-37	-2,81%
2019	1.245	-33	-2,58%
2020	1.201	-44	-3,53%
2021	1.201	0	0,00%

Tabella 10.5 – Popolazione residente nel comune di Escolca (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Popolazione residente (al 31/12)	Variazione	Variazione %
2001	691	-	-
2002	680	-11	-1,59%
2003	669	-11	-1,62%
2004	652	-17	-2,54%
2005	646	-6	-0,92%
2006	639	-7	-1,08%
2007	630	-9	-1,41%
2008	621	-9	-1,43%
2009	614	-7	-1,13%
2010	622	8	1,30%
2011	630	8	1,29%
2012	640	10	1,59%
2013	624	-16	-2,50%
2014	612	-12	-1,92%
2015	594	-18	-2,94%
2016	589	-5	-0,84%
2017	582	-7	-1,19%
2018	573	-9	-1,55%
2019	557	-16	-2,79%
2020	550	-7	-1,26%
2021	543	-7	-1,27%

Tabella 10.6 – Popolazione residente nel comune di Gergei (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Popolazione residente (al 31/12)	Variazione	Variazione %
2001	1.459	-	-
2002	1.455	-4	-0,27%
2003	1.429	-26	-1,79%
2004	1.413	-16	-1,12%
2005	1.396	-17	-1,20%
2006	1.375	-21	-1,50%
2007	1.350	-25	-1,82%
2008	1.341	-9	-0,67%
2009	1.326	-15	-1,12%
2010	1.315	-11	-0,83%
2011	1.300	-15	-1,14%
2012	1.274	-26	-2,00%
2013	1.259	-15	-1,18%
2014	1.267	8	0,64%
2015	1.236	-31	-2,45%
2016	1.227	-9	-0,73%
2017	1.218	-9	-0,73%
2018	1.194	-24	-1,97%
2019	1.172	-22	-1,84%
2020	1.147	-25	-2,13%
2021	1.137	-10	-0,87%

Tabella 10.7 – Popolazione residente nel comune di Las Plassas (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Popolazione residente (al 31/12)	Variazione	Variazione %
2001	269	-	-
2002	267	-2	-0,74%
2003	270	3	1,12%
2004	275	5	1,85%
2005	283	8	2,91%
2006	266	-17	-6,01%
2007	269	3	1,13%
2008	260	-9	-3,35%
2009	273	13	5,00%
2010	266	-7	-2,56%
2011	257	-9	-3,38%
2012	250	-7	-2,72%
2013	246	-4	-1,60%
2014	247	1	0,41%
2015	240	-7	-2,83%
2016	238	-2	-0,83%
2017	231	-7	-2,94%
2018	226	-5	-2,16%
2019	220	-6	-2,65%
2020	219	-1	-0,45%
2021	215	-4	-1,83%

Tabella 10.8 – Popolazione residente nel comune di Villanovafranca (Fonte: www.tuttitalia.it)

Anno	Popolazione residente (al 31/12)	Variazione	Variazione %
2001	1.492	-	-
2002	1.482	-10	-0,67%
2003	1.476	-6	-0,40%
2004	1.481	5	0,34%
2005	1.470	-11	-0,74%
2006	1.459	-11	-0,75%
2007	1.465	6	0,41%
2008	1.474	9	0,61%
2009	1.455	-19	-1,29%
2010	1.441	-14	-0,96%
2011	1.437	-4	-0,28%
2012	1.418	-19	-1,32%
2013	1.407	-11	-0,78%
2014	1.389	-18	-1,28%
2015	1.372	-17	-1,22%
2016	1.344	-28	-2,04%
2017	1.315	-29	-2,16%
2018	1.278	-37	-2,81%
2019	1.245	-33	-2,58%
2020	1.201	-44	-3,53%
2021	1.201	0	0,00%

L'esame delle dinamiche demografiche che hanno interessato i comuni in esame nel primo ventennio del nuovo secolo mostra come i cambiamenti che, nello stesso periodo, sono intervenuti nella società e nell'economia delle aree interne della Sardegna, abbiano avuto come risultato un relativo mutamento all'interno della rete insediativa di questo territorio.

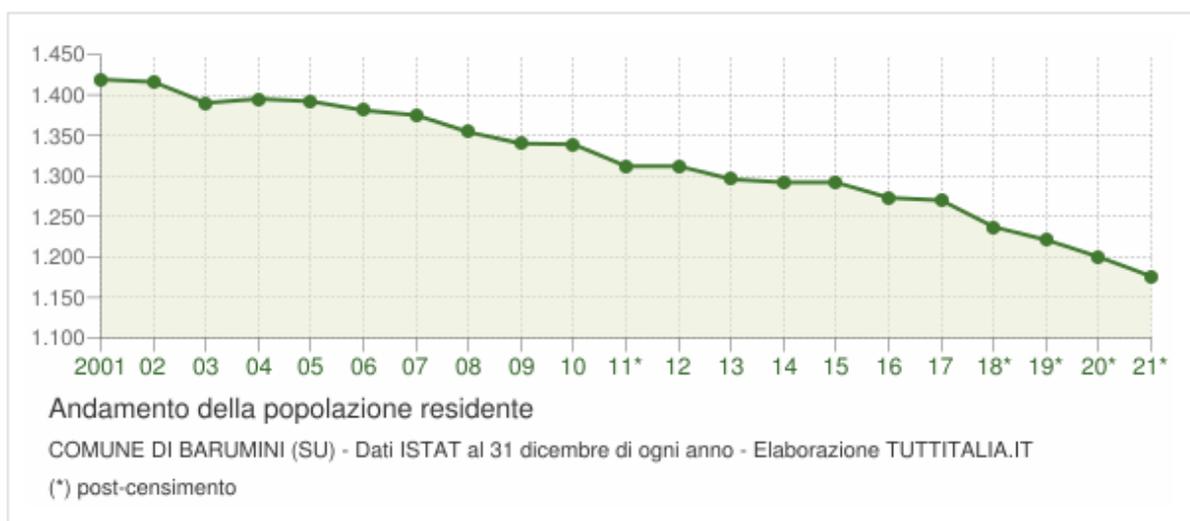
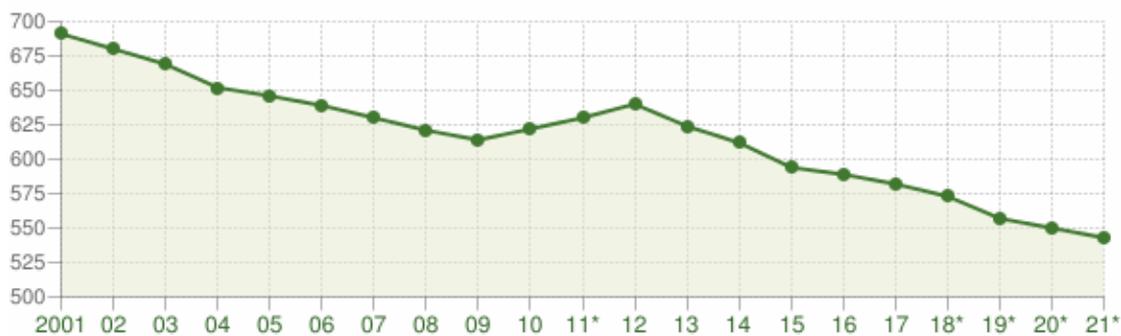


Figura 10.2 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Barumini (elaborazione tuttitalia.it)

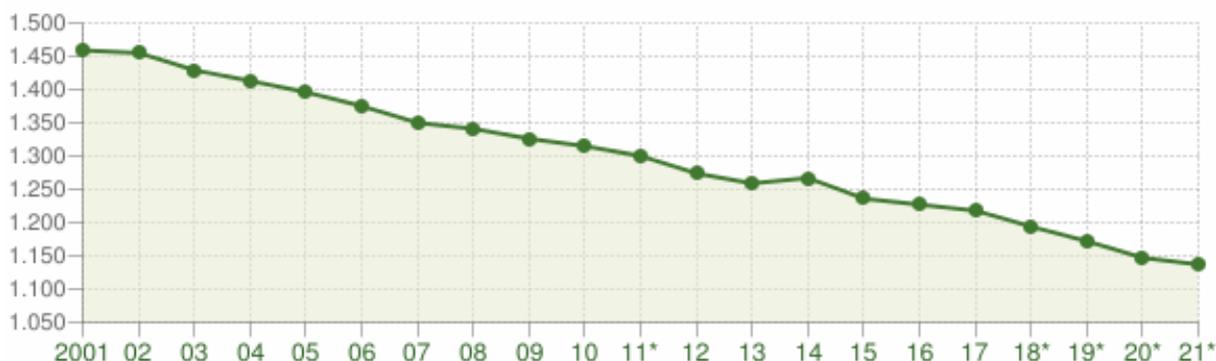


Andamento della popolazione residente

COMUNE DI ESCOLCA (SU) - Dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

Figura 10.3 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Escolca (elaborazione tuttitalia.it).



Andamento della popolazione residente

COMUNE DI GERSEI (SU) - Dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

Figura 10.4 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Gersei (elaborazione tuttitalia.it)



Andamento della popolazione residente

COMUNE DI LAS PLASSAS (SU) - Dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno - Elaborazione TUTTITALIA.IT

(*) post-censimento

Figura 10.5 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Las Plassas (elaborazione tuttitalia.it)

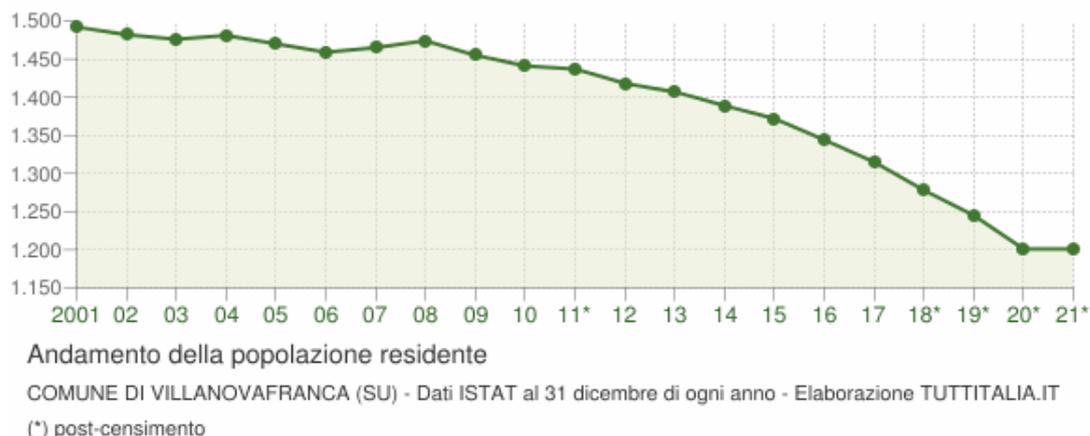


Figura 10.6 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Villanovafranca (elaborazione tuttitalia.it)

Tale stato di salute è da definirsi non soddisfacente, se, come confermano i dati, la popolazione conosce un trend tendenzialmente negativo, con particolari flessioni negli ultimi anni. I dati sopra riportati mostrano come il territorio sia stato interessato, anche negli anni più recenti, da una lenta ma continua emorragia demografica, fenomeno che ha interessato soprattutto la parte più giovane della popolazione e che costituisce, pertanto, uno dei maggiori fattori di debolezza del sistema sociale oggetto di osservazione.

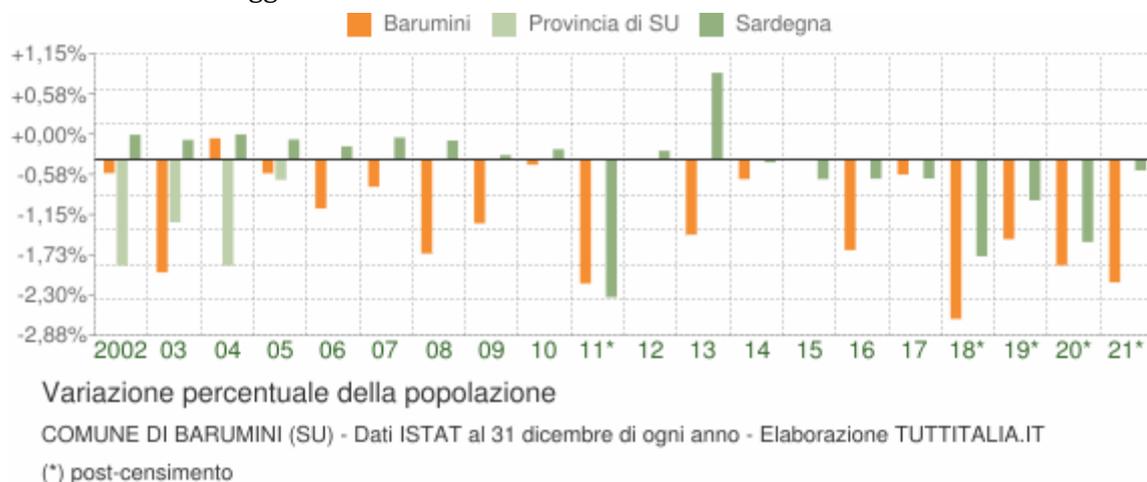


Figura 10.7 - Variazione percentuale della popolazione Comune di Barumini (elaborazione tuttitalia.it)

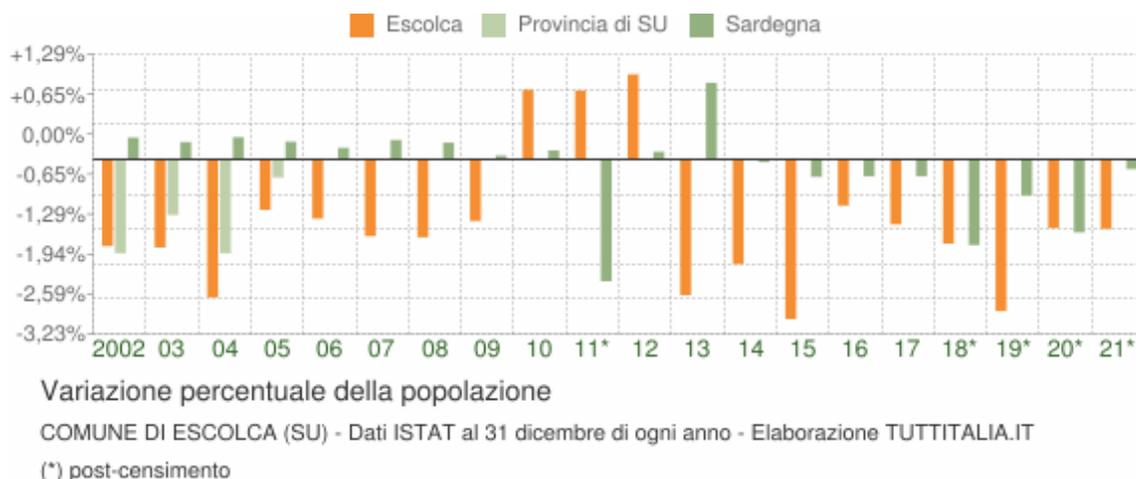


Figura 10.8 - Variazione percentuale della popolazione Comune di Escolca (elaborazione tuttitalia.it)

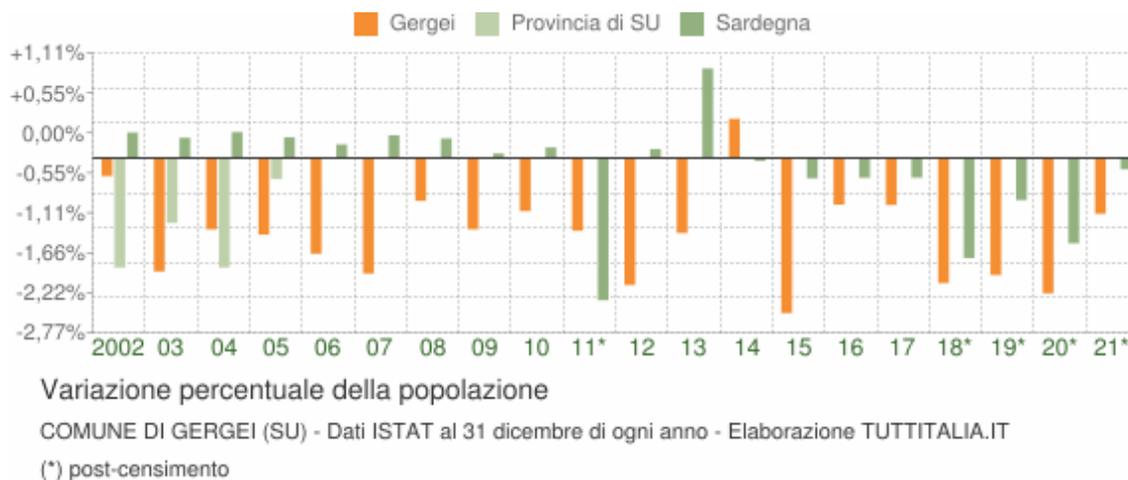


Figura 10.9 - Variazione percentuale della popolazione Comune di Gergei (elaborazione tuttitalia.it)

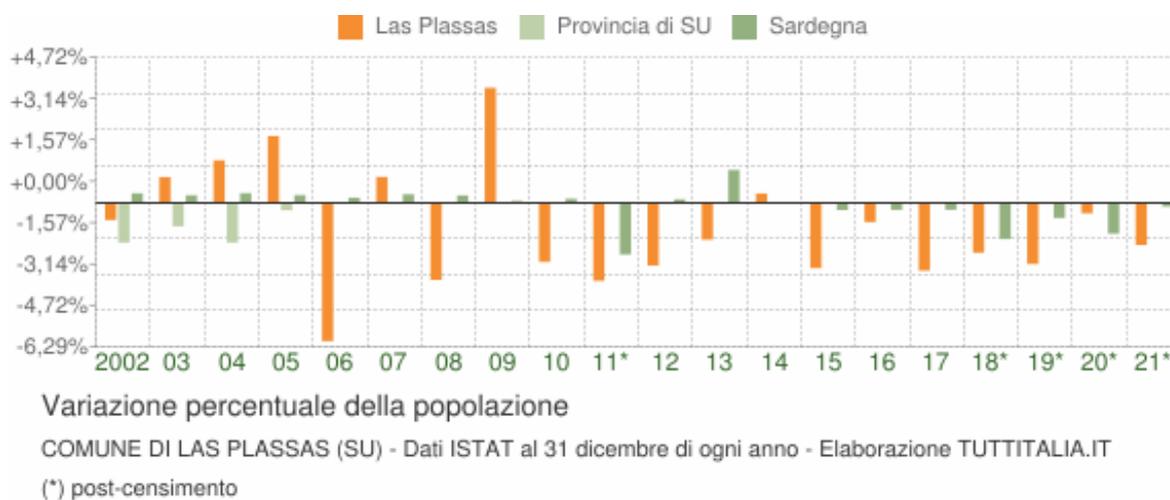


Figura 10.10 - Variazione percentuale della popolazione Comune di Las Plassas (elaborazione tuttitalia.it)

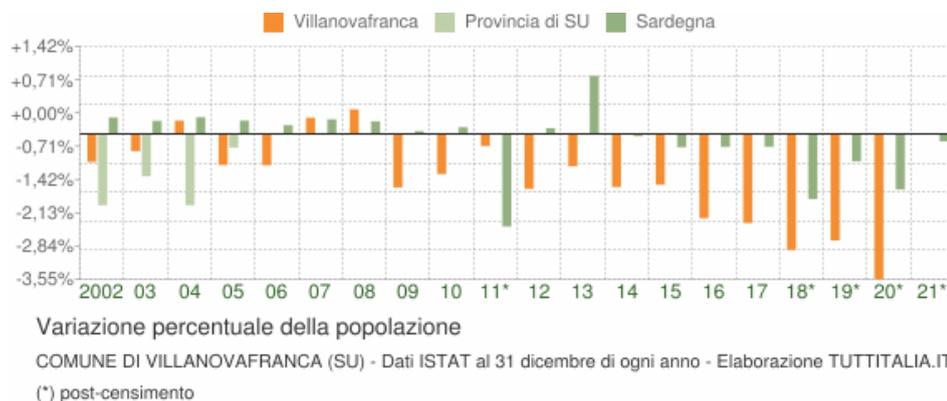


Figura 10.11 - Variazione percentuale della popolazione Comune di Villanovafranca (elaborazione tuttitalia.it)

Il calo demografico si associa all'invecchiamento della popolazione. La percentuale di persone di 65 anni e oltre rispetto al totale residenti, è passata:

- per il comune di Barumini, dal valore di 22,5% registrato nel 2003 al 27,1% del 2021. Tali valori sono notevolmente superiori a quelli registrati nello stesso periodo a livello provinciale, regionale e nazionale. Si riduce altresì la fascia di popolazione di età inferiore ai 14 anni che nel 2003 costituiva il 14,4% della popolazione totale, mentre nel 2021 rappresenta il 9,4%. Per quanto riguarda invece la quota di popolazione attiva, dai 15 ai 64 anni, nel periodo compreso tra il 2003 e il 2021 si registra una variazione in leggera diminuzione passando dal 63,3% al 63,1%;
- per il comune di Escolca, dal valore di 24,1% registrato nel 2003 al 32,4% del 2021. Si riduce la fascia di popolazione di età inferiore ai 14 anni che nel 2003 costituiva il 12,6% della popolazione totale, mentre nel 2021 rappresenta il 7,8%. Per quanto riguarda la quota di popolazione attiva, dai 15 ai 64 anni, nel periodo compreso tra il 2003 e il 2021 si registra una variazione in diminuzione passando dal 63,2% al 59,8%;
- per il comune di Gergei, dal valore di 25,1% registrato nel 2003 al 29,8% del 2021. Si riduce la fascia di popolazione di età inferiore ai 14 anni che nel 2003 costituiva il 12,4% della popolazione totale, mentre nel 2021 rappresenta il 9,8%. Per quanto riguarda la quota di popolazione attiva, dai 15 ai 64 anni, nel periodo compreso tra il 2003 e il 2021 si registra una variazione in diminuzione passando dal 61,9% al 60,3%;
- per il comune di Las Plassas, dal valore di 23,6% registrato nel 2003 al 35,8% del 2021. Si riduce la fascia di popolazione di età inferiore ai 14 anni che nel 2003 costituiva il 12,0% della popolazione totale, mentre nel 2021 rappresenta l'8,2%. Per quanto riguarda la quota di popolazione attiva, dai 15 ai 64 anni, nel periodo compreso tra il 2003 e il 2021 si registra una variazione in diminuzione passando dal 64,4% al 56,6%;
- per il comune di Villanovafranca, dal valore di 23,0% registrato nel 2003 al 31,2% del 2021. Si riduce la fascia di popolazione di età inferiore ai 14 anni che nel 2003 costituiva l'11,6% della popolazione totale, mentre nel 2021 rappresenta l'8,0%. Per quanto riguarda la quota di popolazione attiva, dai 15 ai 64 anni, nel periodo compreso tra il 2003 e il 2021 si registra una variazione in diminuzione passando dal 65,4% al 60,8%.

La diminuzione della mortalità in tutte le età della vita, unitamente al decremento della natalità, ha reso i fenomeni demografici sempre più complessi ed il confronto tra le generazioni sempre più "lungo" nel tempo della vita. Alla "orizzontalità" delle comunicazioni tra coetanei (tipica di una società in cui ogni bambino aveva molti fratelli e cugini) si viene sostituendo una "verticalità" di comunicazione tra le generazioni ancora tutta da inventare, in cui ogni bambino ha pochi fratelli, ma più nonni e bisnonni. Le conseguenze principali di questi dati, soprattutto sulle famiglie divenute sempre più "sottili e lunghe", sono evidenti, in quanto trasformano i rapporti sociali, culturali ed anche economici tra le generazioni. Se nel secolo scorso un minore di 10 anni di età poteva avere un solo nonno o non averne nessuno, ma aveva mediamente tre fratelli, oggi ha mediamente tre nonni e un fratello. I dati sulla composizione per età della popolazione sopra riportati consentono di monitorare l'evoluzione del processo di invecchiamento, e quindi di cogliere il progressivo aumento della popolazione anziana.

Nei comuni in esame l'indice di vecchiaia, uno fra gli indicatori più importanti sulla struttura per età della popolazione, che serve a valutare anche il ricambio generazionale, è cresciuto come mostrano le tabelle seguenti.

Tabella 10.9 - Principali indici di struttura della popolazione dei comuni di Barumini (elaborazioni tuttitalia.it)

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva
2002	151,5	56,6	123,2
2003	156,4	58,6	114,3
2004	167,7	58,7	110,8
2005	180,8	57,8	96,3
2006	189,3	58,2	96,3
2007	201,2	58,4	90,1
2008	204,2	57,5	101,3
2009	212,7	57,4	101,3
2010	229,5	56	106,5
2011	242,9	55,9	106,9
2012	235	55,6	123,1
2013	238,4	55,3	106,9
2014	261,4	54,8	102,9
2015	280,2	55,3	106,8
2016	276,2	55,1	117,9
2017	295,7	55,6	119
2018	285,6	55,8	119,2
2019	303,6	57,6	157,8
2020	283,6	57,3	197,6
2021	287,6	57,5	226,2

Tabella 10.10 - Principali indici di struttura della popolazione dei comuni di Escolca (elaborazioni tuttitalia.it)

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva
2002	201,2	54,6	80,4
2003	190,7	58,1	82,9
2004	200	57	102,8
2005	208	54,9	118,8
2006	224,7	57,9	129
2007	223,6	57,4	170,4
2008	250,8	56,7	142,4
2009	242,6	60,1	165,4
2010	236,2	60,7	204,3
2011	274,6	61,1	161,5
2012	305,1	61,1	115,2
2013	329,8	62	126,5
2014	370,6	62,5	108,1
2015	422,2	62,3	107,7
2016	429,5	64,5	126,5
2017	352,9	64,5	168
2018	395,7	66,8	204,5
2019	383	65,6	228,6
2020	389,1	67,8	236,8
2021	414	67,2	195

Tabella 10.11 - Principali indici di struttura della popolazione dei comuni di Gergei (elaborazioni tuttitalia.it)

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva
2002	196,3	61,8	107
2003	206,1	61,5	97,7
2004	200,6	61,5	101,1
2005	206,8	62,4	98,8
2006	222,9	62,3	97,4
2007	232,1	64,3	107,1
2008	220,7	63,8	112,1
2009	227,7	63,5	102,9
2010	241,2	64,9	92,6
2011	233,1	66	108,8
2012	235,9	65,4	103,3
2013	233,6	66,1	129,1
2014	231,8	66,1	144,9
2015	232,5	67,8	173,9
2016	240,1	64,1	143,9
2017	251,5	63,8	155,4
2018	268,2	63,9	141
2019	279,5	63,3	141,3
2020	302,6	66,2	140,7
2021	302,7	65,8	154,5

Tabella 10.12 - Principali indici di struttura della popolazione dei comuni di Las Plassas (elaborazioni tuttitalia.it)

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva
2002	177,1	56,4	142,9
2003	196,9	55,2	105,9
2004	200	52,5	105,6
2005	206,1	58	100
2006	167,6	53,8	161,5
2007	184,8	54,7	157,1
2008	200	55,5	183,3
2009	224,1	56,6	209,1
2010	255,6	54,2	153,3
2011	257,7	53,8	166,7
2012	244,4	56,7	230
2013	250	57,2	260
2014	255,6	64	200
2015	222,6	68	342,9
2016	266,7	70,2	225
2017	253,6	71,2	262,5
2018	277,8	79,1	283,3
2019	270,4	79,4	400
2020	368,2	88	211,1
2021	427,8	76,6	210

Tabella 10.13 - Principali indici di struttura della popolazione dei comuni di Villanovafranca (elaborazioni tuttitalia.it)

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva
2002	191,4	51,5	77,5
2003	198,3	52,9	96,3
2004	197	50,2	111,1
2005	204,9	50,5	106,4
2006	208,1	50,5	128,4
2007	210	51,5	149,2
2008	205,4	52,9	142,2
2009	208,5	52,3	149,2
2010	212,7	55	162,3
2011	230,8	57,5	150
2012	242,5	57,4	139,1
2013	257,2	57,6	144,1
2014	283,1	58,8	164,9
2015	293,2	59,7	146,6
2016	312,9	59,5	147,4
2017	328,3	61,9	165,3
2018	360	62,5	138,9
2019	362,4	65,1	152
2020	367	63	150,9
2021	390,6	64,5	183

Relativamente alla struttura della popolazione, una breve considerazione merita pure l'indice di dipendenza strutturale, da cui si deduce la percentuale di persone in età non produttiva. L'indice calcolato per i comuni in esame indica un chiaro trend positivo. L'indicatore comunque risente della struttura economica della popolazione: ad esempio, in società con un'importante componente agricola, i soggetti molto giovani o anziani non possono essere considerati economicamente o socialmente dipendenti dagli adulti; al contrario nelle strutture più avanzate, una parte degli individui considerati nell'indice al denominatore sono in realtà dipendenti in quanto studenti o disoccupati.

Di grande rilevanza, sul piano politico-economico (occupazione, reddito e consumi), al fine di delineare un quadro sintetico della potenzialità produttiva della popolazione comunale, sono da un lato il rapporto tra la popolazione in età attiva e in età non attiva, dall'altro i dati sulla dipendenza senile e giovanile. L'indice di struttura della popolazione attiva è dato dal rapporto tra la popolazione compresa fra i 40 e i 64 anni su quella compresa fra i 15 e i 39, mentre l'indice di ricambio della popolazione attiva è calcolato come rapporto tra la popolazione in età compresa fra i 60 e i 64 anni e quella in età compresa fra i 15 e i 19 anni. Questi indicatori consentono, il primo, una stima del rapporto fra le classi che sono prossime a lasciare il mercato del lavoro (40÷64 anni) e quelle giovani che potenzialmente vi sono appena entrate (15÷39 anni), il secondo (indice di ricambio) esamina più propriamente le fasce "estreme" dei giovani neo-immessi e degli anziani molto prossimi alla cessazione dal lavoro e indica le possibilità di

lavoro che derivano dai posti resi disponibili da coloro che lasciano l'attività lavorativa per il raggiungimento dell'età pensionabile. Nel comune di Isili, l'indice della struttura della popolazione attiva ha avuto dal 2002 al 2021 una tendenza a crescere, vale a dire che in questo periodo la classe di età 40÷64 ha registrato una tendenza a superare numericamente la classe 15÷39.

L'indice di struttura della popolazione attiva, dunque, stima il grado di invecchiamento di questa fascia di popolazione; il denominatore di questo indicatore è rappresentato dalle generazioni in attività più giovani che sono destinate a sostituire le generazioni più anziane, anch'esse in attività al momento della stima dell'indicatore. Un indicatore inferiore al 100% indica una popolazione in cui la fascia in età lavorativa è giovane; ciò è un vantaggio in termini di dinamismo e capacità di adattamento e sviluppo della popolazione ma può essere anche considerato in modo negativo per la mancanza di esperienza lavorativa e per il pericolo rappresentato dalla ridotta disponibilità di posti di lavoro.

È il caso in esame, in cui l'indicatore mostra un trend in crescita che lo porta ad essere sempre maggiore del valore 100, mostrando come la popolazione attiva non sia giovane, ed evidenziando nel contempo una realtà in cui pesa la carenza di posti di lavoro con una presenza di non indifferenti percentuali di disoccupazione.

10.3.1.2 La struttura produttiva

La struttura produttiva dei territori comunali in cui è ubicato l'impianto è legata prevalentemente all'attività agricola con la produzione di cereali, ortaggi, olive, vino.

L'allevamento è anch'esso sufficientemente sviluppato grazie alle caratteristiche dei suoli che, per umidità e altitudine, sono particolarmente adatti. In questo settore si evidenzia l'interesse degli allevatori provenienti dai paesi dell'interno, che hanno acquistato grosse estensioni di terreno su cui svolgere la loro attività produttive.

Il Comune di Barumini si distingue per la notorietà del complesso nuragico omonimo, che sorge nei dintorni del centro abitato e che è stato dichiarato patrimonio dell'umanità dall'UNESCO. Questo importante sito archeologico è certamente un importante punto di attrazione che dà vita ad un proficuo turismo archeologico e culturale.

Un ulteriore sito di interesse è rappresentato dalla Giara di Serri alle cui pendici è situato il centro abitato di Gergei. Tale areale è meta, soprattutto nel periodo primaverile ed estivo, di visite guidate che partono dal centro di Gergei. Tali attività concorrono al sostentamento delle strutture ricettive dell'intero territorio di riferimento.

Le principali attività artigianali presenti nel territorio in esame riguardano la produzione tessile, la lavorazione del legno e dei metalli, la produzione casearia e enologica di elevata qualità.

10.3.1.3 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

Al fine di pervenire all'elaborazione di un quadro sintetico, riassuntivo e rappresentativo degli impatti, utile ai fini del processo decisionale, nel seguito si procederà ad una schematica individuazione delle principali sotto-categorie dell'assetto socio-economico potenzialmente impattate dal progetto.

10.3.1.3.1 Amministrazione comunale locale e servizi ai cittadini

Per le finalità del presente SIA la sotto-componente in esame si rivela importante nell'ottica di rappresentare adeguatamente gli effetti economici attesi a favore dei Comuni che possono scaturire dal progetto a seguito dell'attuazione delle misure di compensazione e di "riequilibrio

ambientale e territoriale", a fronte di potenziali impatti negativi non mitigabili, da stabilirsi in sede di Conferenza di Servizi in conformità ai criteri di cui all'allegato 2 del D.M. 10/09/2010.

La progressiva contrazione dei trasferimenti statali agli enti locali ha determinato, infatti, una situazione di sofferenza economica delle amministrazioni periferiche dello Stato e dei piccoli comuni in particolare, con conseguenti ricadute negative sulla quantità e qualità dei servizi offerti ai cittadini.

10.3.1.3.2 Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locali

Come più sopra rilevato, nell'area di studio le principali conseguenze della crisi economica degli ultimi anni sono particolarmente avvertite e si esprimono, soprattutto, in termini di incremento del tasso di disoccupazione, progressivo acuirsi del fenomeno di spopolamento e scarso dinamismo economico generale.

In un momento di estrema sofferenza dell'economia nazionale e di quella sarda in particolare, il raggiungimento di soddisfacenti livelli occupazionali e di un ottimale dinamismo imprenditoriali sono da considerarsi obiettivi sempre più complessi. In tale quadro, la suscettività della componente rispetto a possibili positive variazioni degli indicatori socio-economici locali può considerarsi certamente elevata.

10.3.1.3.3 Imprese agricole

Trattandosi di un territorio storicamente improntato sulle attività agro-zootecniche, la corrispondente sotto-componente economica riveste un'importanza centrale nell'analisi dei potenziali impatti, non solo per le potenzialità socio-economiche che la stessa esprime, ma anche in termini di contributo al consolidamento dell'identità culturale dei luoghi.

In tale lettura la componente può pertanto dirsi strategica per l'intero sistema ambientale.

10.3.1.3.4 Trasporti e mobilità

Per le finalità del presente SIA, la presente sotto-componente ambientale è presa in esame in quanto potenzialmente esposta a temporanee modifiche, seppur lievi, delle caratteristiche del traffico veicolare associato al processo costruttivo dell'impianto eolico (passaggio di mezzi speciali di trasporto).

Al riguardo va evidenziato che il territorio risulta collegato da arterie stradali di importanza sovralocale; pertanto, la sensibilità della componente, in rapporto a possibili incrementi e/o variazioni della composizione del traffico, può ritenersi discreta in ragione dei modesti livelli di servizio che le infrastrutture principali assicurano.

10.3.2 Biodiversità

10.3.2.1 Vegetazione, flora ed ecosistemi

10.3.2.1.1 Inquadramento dell'area

Il sito di realizzazione del proposto impianto eolico ricade nella Sardegna meridionale, nei territori amministrativi dei comuni di Barùmini, Escolca, Gergei, Las Plassas, Villanovafranca. La quota del sito si eleva tra i 226 e gli 351 m. s.l.m., e la distanza minima dal mare si attesta sui 41 km (loc. Litorale di Arborea/OR).

In accordo con CARMIGNANI et al., (2008), dal punto di vista del paesaggio geo-litologico l'intera area giace in corrispondenza di litologie sedimentarie, rappresentate da marne siltose della *Formazione della Marmilla*, e marne arenacee della *Formazione delle Marne di Gesturi*, incluse le relative litofacies ad arenarie grossolane, da riferire alla *Successione oligo-miocenica sedimentaria del Campidano-Sulcis*. Marginalmente, l'area giace in corrispondenza di depositi alluvionali e coltri eluvio-colluviali recenti (Olocene).

In aderenza con la Carta dei suoli della Sardegna (ARU et al., 1991), il paesaggio pedologico risulta pertanto organizzato prevalentemente su marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali (emergenze rocciose, *Lithic Xerorthents*, *Typic*, *Vertic*, *Calcixerollic Xerochrepts*, *Typic Xerorthents*).

Per quanto riguarda gli aspetti bioclimatici, secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna (CANU et al., 2015) il sito è caratterizzato da un bioclima Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico, e ricade all'interno del piano bioclimatico Mesomediterraneo inferiore, secco superiore, euceanico attenuato (BACCHETTA et al., 2009).

Dal punto di vista biogeografico, l'area in esame ricade all'interno della Regione biogeografica Mediterranea, subregione Mediterranea occidentale, superprovincia Italo-Tirrenica, provincia Sardo-Corsa e subprovincia Sarda, settore Campidanese-Turritano, sottosettore Campidanese (ARRIGONI, 1983; FILIGHEDDU et al., 2007; BACCHETTA et al., 2009; FENU et al., 2014).

10.3.2.1.2 Aspetti floristici

Rimandando per una più dettagliata analisi della componente in esame alla relazione floristico-vegetazione (Elaborato WGG_RA7) si analizza di seguito le conoscenze pregresse circa l'area del proposto impianto eolico.

I distretti forestali delle Giare (sub-distretto Bassa Marmilla) e della Trexenta (sub-distretto Miocenico), così come intesi nel Piano Forestale Ambientale Regionale della RAS (BACCHETTA et al., 2007a, b), sono utilizzati da secoli a fini agricoli e zootecnici. Ne consegue che sui settori a maggiore attitudine agricola si osserva la forte riduzione delle coperture di vegetazione naturale ed in particolar modo forestali, confinate generalmente nelle aree marginali per morfologie e fertilità dei suoli. Peraltro, le stesse formazioni sono in gran parte rappresentate da cenosi di degradazione delle forme climatiche. Anche per questo motivo, in virtù del generale interesse da parte dei botanici nei confronti di territori a più alta naturalità, non esistono ad oggi studi geobotanici monografici per il sub-distretto della Bassa Marmilla, né per il sub-distretto miocenico della Trexenta, per i quali è disponibile una mole molto ristretta di dati floristici. All'interno dei succitati Piani Forestali Ambientali Regionali è segnalata la presenza, tra le "altre specie di importanza conservazionistica (endemiche e/o di interesse fitogeografico)", di *Morisia monanthos* (Viv.) Asch. e *Plagius flosculosus* (L.) Alavi & Heywood (endemiche), e di *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz, *Biarum dispar* (Schott) Talavera, e *Ophrys iricolor* Desf. subsp. *eleonorae* (Devillers-Tersch. & Devillers) Paulus & Gack ex Kreutz (non endemiche).

Di conseguenza, per i territori posti a cerniera tra Bassa Marmilla, Trexenta e Sarcidano lungo la sponda idrografica sinistra del *Riu Mannu*, ed in particolare per i territori amministrativi di Barumini, Escolca, Las Plassas, Gergei, Villanovafranca - in questa sede intesi come *Area vasta* - sono disponibili informazioni molto limitate, generalmente relative a singole segnalazioni floristiche delle quali sono disponibili pochi riferimenti bibliografici e digitali, ed un numero particolarmente esiguo di esiccata depositati presso i principali erbari CAG, SASSA e SS (es. BAGELLA et al., 2022).

Le conoscenze sul panorama floro-vegetazionale dell'area vasta sono pertanto da considerare insufficienti, vista la mancanza di studi floristici e fitosociologici specifici per lo stesso territorio.

Sulla base delle informazioni bibliografiche e di erbario reperite, per l'area vasta intesa come sopra sono note le seguenti entità endemiche:

- *Cymbalaria mulleri* (Moris) A. Chev. subsp. *mulleri* (Plantaginaceae). Camefito reptante endemica della Sardegna. Entità rupicola delle pareti rocciose, vegeta sui rilievi

carbonatici della Sardegna centrale e centro-orientale, a sud del Gennargentu. Segnalata per il territorio amministrativo di Villanovafranca (ARRIGONI, 1979). L'entità è considerata *vulnerabile* (VU), nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020).

- *Polygonum scoparium* Req. ex Loisel (Polygonaceae). Camefito suffruticosa endemica di Sardegna, Corsica e isole vicine. Cresce negli alvei dei fiumi e negli incolti umidi, su suoli piuttosto freschi almeno in inverno e primavera, dal livello del mare a 300 m circa. Si rinviene sporadicamente nella fascia esterna degli stagni temporanei sardi. Comune in gran parte della Sardegna, è segnalato per alcune località dell'area vasta (es. CAG). L'entità è considerata di *minacciata* (EN) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).

Sono inoltre disponibili singole segnalazioni di taxa di interesse conservazionistico e biogeografico:

- *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz (Poaceae). Emicriptofita cespitosa a distribuzione Mediterranea sud-occidentale, presente in gran parte del territorio nazionale. Vegeta presso pendii aridi e scarpate, prevalentemente su suoli argillosi ove costituisce formazioni savanoidi, termo-xerofile, diagnostiche per l'interpretazione dell'Habitat di Direttiva 92/43 CEE 5330 *Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici*, sottotipo 32.23 *Garighe dominate da Ampelodesmos mauritanicus* (BIONDI et al., 2010). L'entità è segnalata per l'area vasta (BACCHETTA et al., 2004) e considerata di interesse conservazionistico/fitogeografico (BACCHETTA et al., 2007a, b). L'entità è considerata di *minor preoccupazione* (LC) nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2020; ORSENIGO et al., 2021).
- *Poterium verrucosum* Link ex G. Don (Rosaceae). Emicriptofita scaposa a distribuzione Circum-Mediterranea, in Italia segnalata per Friuli Venezia-Giulia, Toscana, Sardegna e Sicilia. Vegeta in pratelli umidi ai margini di formazioni boschive o di macchia, spesso su substrati rocciosi, anche margini di sentieri. Segnalata per il territorio amministrativo di Barùmini (SU) (LAZZERI et al., 2015). Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio secondo i criteri IUCN.
- *Ruscus aculeatus* L. (Asparagaceae). Geofita rizomatosa a corologia Euri-Mediterranea. Vegeta in ambiente di sottobosco, prevalentemente associato alle formazioni dominate dal leccio. Comune in Sardegna, è noto anche per lembi di formazioni boschive presenti nell'area vasta (BACCHETTA et al., 2004). L'entità è inclusa nell'Allegato V della Direttiva 92/43 CEE (CEE, 1992) ed è considerata minacciata (EN) nella Lista Rossa Europea delle piante vascolari (BILZ et al., 2011) e nelle Liste Rosse per la flora italiana (ROSSI et al., 2013).
- *Ophrys forestieri* (Rchb. f.) Lojac. (Orchidaceae). Geofita bulbosa a corologia Circum-Mediterranea. Vegeta in radure e pratelli ai margini di boschi e macchie. Segnalata per il territorio amministrativo di Escolca (SCRUGLI et al. 1988). Per l'entità non è disponibile una categoria di rischio secondo i criteri IUCN. L'intera famiglia delle Orchidaceae, a causa del livello di rarità ed endemismo (ROSSI, 2002) e all'interesse economico nel commercio internazionale, è inclusa in liste di protezione a livello mondiale (CITES, 2020; Convenzione di Berna), nelle liste rosse nazionali (CONTI et al. 1992, 1997, 2006; ROSSI et al., 2013) e internazionali (CEE, 1997; IUCN, 1994).

Le indagini di campo hanno riguardato l'intera area interessata dalla realizzazione dei lavori previsti dal progetto, corrispondente alle superfici occupate dalle piazzole di cantiere e di

n.	Taxon	Forma biologica	Corologia	WTG																	Viabilità	SSE	Frequenza	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
16.	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	T scap	Subcos mop.	•								•			•	•		•		•	•			S
17.	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	H bienn	Euri-Medit.	•	•	•	•			•	•	•		•				•	•	•	•	•		D
18.	<i>Carex divisa</i> Huds.	G rhiz	Euri-Medit.												•			•				•		R
19.	<i>Carex hispida</i> Willd. ex Schkuhr	G rhiz	Circum-Medit.																		•			R
20.	<i>Carlina corymbosa</i> L.	H scap	Circum-Medit.	•			•			•					•	•		•	•		•	•		D
21.	<i>Carthamus lanatus</i> L.	T scap	Euri-Medit.			•						•						•	•		•	•		C
22.	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	T scap	Cosmop.		•						•	•						•	•	•		•		C
23.	<i>Cerintho major</i> L. subsp. <i>major</i>	T scap	Circum-Medit.	•			•					•						•	•		•	•		C
24.	<i>Chamaemelum fuscatum</i> (Brot.) Vasc.	T scap	W-Medit.		•	•								•						•		•		C
25.	<i>Carthamus caeruleus</i> L.	H scap	S-Medit.	•			•			•				•	•						•	•		C
26.	<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	H bienn	Euri-Medit.	•	•		•					•	•					•	•		•	•		D
27.	<i>Centaurea diluta</i> Aiton	T scap	N-Afric		•	•		•				•	•								•	•		D
28.	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	H bienn	Circum-Medit.	•								•							•					C
29.	<i>Cichorium intybus</i> L.	H scap	Cosmop.	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•		•	•		•	•		D
30.	<i>Clematis cirrhosa</i> L.	P lian	Medit-Turan.																		•			R
31.	<i>Conium maculatum</i> L.	H bienn	Paleote mp.																		•			R
32.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	G riz	Cosmop									•	•					•		•		•	•	C
33.	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	H scand	W-Medit.	•			•			•	•			•				•	•		•	•		D
34.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	P caesp	Eurasiat																		•	•	•	C
35.	<i>Crepis vesicaria</i> L. s.l.	H bienn	Subalt.	•	•		•					•			•	•		•		•	•			D
36.	<i>Cynara cardunculus</i> L. subsp. <i>cardunculus</i>	H scap	Circum-Medit.	•	•		•			•	•			•	•	•		•	•	•	•	•		D
37.	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	G rhiz	Cosmop.	•										•				•		•	•	•		C
38.	<i>Cynoglossum creticum</i> Mill.	H bienn	Euri-Medit.	•	•		•					•			•	•		•		•	•	•		D

n.	Taxon	Forma biologica	Corologia	WTG																	Viabilità	SSE	Frequenza					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17								
39.	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman	H caesp	Circum-Medit.	•			•					•	•		•			•		•		•					D	
40.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	H bienn	Paleote mp.	•	•		•	•		•	•	•		•	•	•		•	•	•		•					D	
41.	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter subsp. <i>viscosa</i>	H scap	Euri-Medit.	•								•		•				•		•		•					C	
42.	<i>Ecballium elaterium</i> (L.) A.Rich.	T scap	Euri-Medit.											•				•									S	
43.	<i>Echium italicum</i> L.	H bienn	Euri-Medit.										•										•				S	
44.	<i>Echium plantagineum</i> L.	H bienn	Euri-Medit.	•								•			•			•	•		•		•		•		C	
45.	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	H scap.	Eurasiat																				•				R	
46.	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	G rhiz	Paleote mp																				•				R	
47.	<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér.	H bienn	Circum-Medit.																				•				C	
48.	<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	H bienn	Circum-Medit.				•																•	•			C	
49.	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	T scap	Medit-Turan.		•	•																		•			S	
50.	<i>Eryngium campestre</i> L.	H scap	Euri-Medit.	•			•					•			•	•	•	•	•		•		•	•			D	
51.	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	P scap	Australia												•								•				S	
52.	<i>Euphorbia helioscopia</i> L. subsp. <i>helioscopia</i>	T scap	Cosmop.		•	•						•	•					•	•	•	•	•	•	•	•		D	
53.	<i>Euphorbia pithyusa</i> L. subsp. <i>cupanii</i> (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.	Ch suffr	Endem.	•																			•				S	
54.	<i>Ficus carica</i> L.	P scap	Medit-Turan.																					•			R	
55.	<i>Fumaria capreolata</i> L. subsp. <i>capreolata</i>	T scap	Euri-Medit.					•				•			•	•							•	•			C	
56.	<i>Galactites tomentosus</i> Moench	H bienn	Circum-Medit.	•	•	•			•			•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		D
57.	<i>Galium aparine</i> L.	T scap	Eurasiat									•			•	•							•	•			C	
58.	<i>Geranium molle</i> L.	H bienn	Eurasiat										•		•								•	•	•		C	
59.	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	T scap	Paleote mp.												•								•				S	

n.	Taxon	Forma biologica	Corologia	WTG																	Viabilità	SSE	Frequenza			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17						
60.	<i>Geropogon hybridus</i> (L.) Sch. Bip.	T scap	Circum-Medit.	•			•														•	•	•		C	
61.	<i>Gladiolus italicus</i> Mill.	G bulb	Euri-Medit.			•						•	•		•									•	S	
62.	<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Spach	T scap	Circum-Medit.					•				•	•	•		•							•		C	
63.	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub	T scap	Euri-Medit.	•			•									•						•	•		D	
64.	<i>Hordeum murinum</i> L. s.l.	T scap	Circum-Bor.									•			•	•							•	•	D	
65.	<i>Hypochaeris achyrophorus</i> L.	T scap	Circum-Medit.	•											•								•		S	
66.	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	T scap	Eurasiat									•	•			•						•	•		C	
67.	<i>Lathyrus oleraceus</i> Lam. subsp. <i>oleraceus</i>	T scap	Circum-Medit.				•					•	•		•								•	•	•	C
68.	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	H ros	Circum-Medit.	•								•			•								•	•	C	
69.	<i>Lepidium graminifolium</i> L.	H scap	Euri-Medit.	•	•		•																•		C	
70.	<i>Lolium perenne</i> L.	H caesp	Circumbor.		•							•				•	•								C	
71.	<i>Lonicera implexa</i> Aiton	P lian	Circum-Medit.																				•		R	
72.	<i>Lycium europaeum</i> L.	NP	Euri-Medit.																				•		R	
73.	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns&Anderb. subsp. <i>latifolia</i> (L.) Peruzzi	T rept	Euri-Medit.	•	•							•	•		•								•		C	
74.	<i>Malva olbia</i> (L.) Alef.	P caesp	Circum-Medit.	•											•	•	•						•	•	C	
75.	<i>Marrubium vulgare</i> L.	H scap	Cosmop.	•								•			•								•		C	
76.	<i>Medicago polymorpha</i> L.	T scap	Euri-Medit.									•	•		•								•	•	•	D
77.	<i>Micromeria graeca</i> (L.) Benth. ex Rchb. subsp. <i>graeca</i>	Ch suffr	Circum-Medit.																				•	•	R	
78.	<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i> Brot.	P caesp	Circum-Medit.																					•	S	
79.	<i>Oloptum miliaceum</i> (L.) Röser&H.R.Hamasha	H caesp	Medit-Turan.	•											•								•		C	
80.	<i>Ononis spinosa</i> L. subsp. <i>antiquorum</i> (L.) Arcang.	Ch suffr	Euri-Medit.	•								•												•	S	

n.	Taxon	Forma biologica	Corologia	WTG																	Viabilità	SSE	Frequenza		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
81.	<i>Onopordum illyricum</i> L. subsp. <i>illyricum</i>	H bienn	Circum-Medit.	•			•		•		•	•		•				•		•	•				D
82.	<i>Osyris alba</i> L.	NP	Euri-Medit.																	•	•	•			S
83.	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	G bulb	Afric									•										•			S
84.	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	H bienn	Euri-Medit.	•			•				•			•								•	•		C
85.	<i>Papaver rhoeas</i> L. subsp. <i>rhoeas</i>	T scap	E-Medit.		•						•										•				C
86.	<i>Parietaria judaica</i> L.	H scap	Euri-Medit.																			•			S
87.	<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC. subsp. <i>rupestre</i>	Ch suffr	S-Medit.	•																		•			R
88.	<i>Phalaris coeruleascens</i> Desf.	H caesp	Circum-Medit.	•								•		•							•				C
89.	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	P caesp	S-Medit.												•							•			C
90.	<i>Plantago afra</i> L.	T scap	Circum-Medit.					•		•				•								•			C
91.	<i>Plantago lanceolata</i> L.	H ros	Cosmop	•								•			•							•			C
92.	<i>Plantago major</i> L.	H ros	Eurasiat																			•			S
93.	<i>Poa annua</i> L.	T caesp	Cosmop.									•		•								•	•		D
94.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	T rept	Cosmop.												•							•	•		D
95.	<i>Populus alba</i> L.	P scap	Paleote mp.																			•			R
96.	<i>Poterium sanguisorba</i> L. subsp. <i>sanguisorba</i>	H scap	Paleote mp.																			•	•		R
97.	<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A.Webb	P scap	S-Medit.						•			•										•			S
98.	<i>Prunus spinosa</i> L.	P caesp	Eurasiat																			•			R
99.	<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	P caesp	Eurasiat						•					•								•	•		C
100	<i>Quercus ilex</i> L.	P caesp	Circum-Medit.																			•			S
101	<i>Raphanus raphanistrum</i> L. subsp. <i>raphanistrum</i>	T scap	Circumb or.		•	•		•			•	•	•	•				•			•	•			D
102	<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	H scap	Circum-Medit.	•			•				•			•								•	•		C
103	<i>Rosa sempervirens</i> L.	NP	Circum-Medit.																			•			R

liste di protezione a livello mondiale (CITES, Convenzione di Berna), nelle liste rosse nazionali (CONTI et al. 1992, 1997, 2006; ROSSI et al., 2013) e internazionali (CEE 1997; IUCN 1994).

Non è stata riscontrata la presenza di individui interferenti di *Quercus suber*, specie tutelata dalla Legge Regionale. n. 4/1994. L’area vasta non presenta elementi di idoneità per la presenza della specie (es. BACCHETTA et al., 2007a, b).

All’interno dell’area di studio si riscontrano inoltre individui di olivo coltivato *Olea europaea* L., tutelati dal Decreto Legislativo Luogotenenziale n. 475/1945. Tale specie è presente in singoli individui in contesto interpodereale, nonché in veri e propri impianti in corrispondenza di alcuni appezzamenti che da progetto verranno costeggiati dalla viabilità da adeguare.



Figura 10.12 Gli ambienti artificiali dei seminativi a cerealicole e foraggere, infestati da entità nitrofile e segetali della classe *Stellarietea mediae*, rappresentano l’unità del paesaggio vegetale più frequente nell’area di studio (WTG17).



Figura 10.13 Gli appezzamenti sfruttati a fini agro-zootecnici sono generalmente separati da ristretti dossi incolti, la cui ampiezza è ridotta al minimo, occupati da vegetazione nitrofila della classe Artemisietea vulgaris (WTG05)



Figura 10.14 La vegetazione nitrofila della classe Artemisietea vulgaris predominante in contesto interpoderale, risulta la più frequente anche lungo i margini della viabilità rurale e di penetrazione fondiaria già esistente: tra le entità caratteristiche di tali formazioni emergono Anethum foeniculum, Anethum piperitum, Daucus carota s.l. (tratto viabilità WTG09-WTG17).



Figura 10.15. La vegetazione nitrofila della classe Artemisietea vulgaris predominante in contesto interpoderale, si presenta più evoluta e dominata da entità sub-nitrofile e xerofile dell'ordine Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae in corrispondenza dei margini degli appezzamenti sviluppati lungo versanti terrazzati, ove la vegetazione si sviluppa in fasce più ampie e inaccessibili ai mezzi meccanici, ma comunque soggetta a forti pressioni dovute al pascolo ed al reiterato passaggio del fuoco (WTG13).



Figura 10.16. Raramente, la vegetazione spontanea sviluppata in contesto interpoderale e lungo i margini della viabilità, specialmente in corrispondenza di barriere fisiche che impediscono lo sfruttamento a fini agricoli (dossi particolarmente rilevati, pendenze elevate, affioramenti rocciosi, etc), si osservano ridotti lembi relittuali di specie arbustive autoctone, quali Anagyris foetida, Crataegus monogyna, Prunus spinosa, Pyrus spinosa tratto WTG09-WTG17).



*Figura 10.17. In tutta l'area di studio, l'elemento arboreo autoctono è ridotto a singoli individui di *Crataegus monogyna*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pyrus spinosa*, disposti in posizione isolata o interposta, più raramente organizzati in ridotti nuclei, ai margini degli appezzamenti o lungo la viabilità preesistente e da adeguare (WTG17).*



Figura 10.18. Incolti soggetti a pressioni di sovra-pascolo ed occupati da vegetazione erbacea spontanea della classe Artemisietea vulgaris, con importante intromissione di specie della classe Stellarietea mediae (WTG01).



*Figura 10.19. Eccezionalmente, in posizione interpoderale e lungo i margini della viabilità rurale preesistente e da adeguare, si riscontrano ridotti nuclei di *Ampelodesmos mauritanicus*, entità di interesse fitogeografico molto frequente negli ambienti collinari dell'intera area vasta e più in generale delle sub-regioni Marmilla e Trexenta (tratto WTG17-WTG16).*



*Figura 10.20. In corrispondenza di deboli impluvi e canali di scolo si osservano sporadici lembi di comunità igrofile perenni, tra cui popolamenti di *Carex hispida* associata ad altre entità elofitiche e singoli individui arbustivi di *Tamarix africana* (tratto viabilità WTG13-WTG03).*



Figura 10.21. In corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua, si osservano lembi di vegetazione ripariale associata ad entità idrofile/igrofile delle sponde e degli alvei. Gran parte di tali formazioni, ed in particolare gli elementi arbustivi ed arborei, si localizzano sufficientemente a distanza dal tratto viario da non venire coinvolte dalle opere di adeguamento (allargamento) della viabilità (tratto viabilità WTG13-WTG04).



Figura 10.22. *Euphorbia pityusa subsp. cupanii* è l'unica entità endemica rilevata nell'area di studio. Si tratta di un taxon molto comune in Sardegna, soprattutto in ambienti semi-naturali a matrice agro-zootechnica, ed in contesto ruderale (tratto viabilità WTG09-WTG08).

10.3.2.1.3 Aspetti vegetazionali

10.3.2.1.3.1 Paesaggio vegetazionale attuale

In virtù della notevole omogeneità in termini localizzazione geografica, altitudinale, nonché delle caratteristiche orografiche, geo-litologiche, pedologiche e biogeografiche di giacitura dei siti interessati dalla realizzazione dei lavori previsti in progetto, gli aspetti vegetazionali osservati presso i territori oggetto della presente indagine si presentano particolarmente uniformi. L'intero progetto si sviluppa infatti in corrispondenza di un complesso di deboli colline elevate sulla sponda idrografica sinistra del *Riu Mannu*, ove predominano paesaggi su marne e calcari marnosi fortemente influenzati dalle attività antropiche ed in particolare dall'intenso sfruttamento a fini agro-zootechnici.

L'unità prevalente si riferisce pertanto a formazioni erbacee, prevalentemente terofitiche ed emicriptofitiche, in misura marginale geofitiche, sub-nitrofile e segetali dei seminativi, e nitrofilo-ruderali e sinantropiche degli ambienti artificiali, riferibili alla classe *Stellarietea mediae*. Il sito è infatti occupato principalmente da seminativi destinati a colture erbacee annuali cerealicole e foraggere [es. *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L., *Lathyrus oleraceus* Lam. subsp. *oleraceus*, *Lolium* sp. pl., *Trifolium* sp. pl., *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn., *Vicia faba* L., *Vicia sativa* L.], più raramente a ciclo pluriennale [es. *Sulla coronaria* (L.) B.H.Choi & H.Ohashi] ad uso zootecnico finalizzato allo sfalcio, alla raccolta della granella ed al pascolo diretto. Tali colture sono infestate da comunità vegetali sub-nitrofile/segetali paucispecifiche [es. *Avena fatua* L., *Convolvulus arvensis* L., *Eruca vesicaria* (L.) Cav., *Gladiolus italicus* Mill., *Papaver* sp. pl., *Raphanus raphanistrum* L. subsp. *raphanistrum*, *Scandix pecten-veneris* L., *Sherardia arvensis* L., *Sinapis arvensis* L.]. Gli stessi appezzamenti sono gestiti di norma all'interno di un sistema di avvicendamento culturale che prevede un periodo di riposo con

cadenza da biennale a quinquennale, a seconda della giacitura e fertilità dei substrati, durante il quale si esercita il pascolo ovino brado. Tali superfici periodicamente incolte risultano colonizzate da comunità erbacee da sub-nitrofile a nitrofile dominate da terofite ed emicriptofite, tra le quali numerose asteracee spinose di grossa taglia (es. *Centaurea calcitrapa* L., *Carthamus lanatus* L., *Cynara cardunculus* L. subsp. *cardunculus*, *Onopordum illyricum* L., *Silybum marianum* L.), riferibili alla classe vegetazionale *Artemisietea vulgaris* ed arricchite da elementi ruderali-nitrofilo della classe *Stellarietea mediae*.

Di norma il perimetro degli appezzamenti risulta spoglio di vegetazione arbustiva ed i confini sono segnalati da deboli dossi di terreno non lavorato, dall'ampiezza minima e dove si sviluppano comunità di emicriptofite nitrofile ad alta biomassa (es. *Anethum foeniculum* L., *Anethum piperitum* Ucria, *Daucus carota* L.; *Lepidium graminifolium* L.) dell'alleanza *Bromo-Oryzopsision miliaceae* (classe *Artemisietea vulgaris*).

Presso i pochi appezzamenti sfruttati per il solo pascolo brado e pertanto non lavorati di recente, normalmente localizzati in contesto cacuminale e in corrispondenza di suoli superficiali ricchi di scheletro e/o alternati ad affioramenti rocciosi, si sviluppano comunità erbacee sub-nitrofile delle praterie perenni xerofile ove predominano taxa emicriptofitici e geofitici, tra i quali *Asphodelus ramosus* L. subsp. *ramosus*, *Carlina corymbosa* L., *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman. Si tratta di cenosi da afferire all'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae*, particolarmente degradate e floristicamente impoverite a causa delle pressioni di sovra-pascolo e del sistematico passaggio del fuoco. Le stesse comunità, talvolta in evidente evoluzione verso stadi più maturi, si osservano in contesto inter-poderale, soprattutto di versante ove condizioni di inclinazione obbligano al mantenimento di fasce incolte più ampie, oppure in corrispondenza di affioramenti rocciosi. Presso queste modeste superfici le sopraccitate cenosi risultano più dense e si arricchiscono in elementi della gariga termo-xerofila quali *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz e *Thymelaea hirsuta* (L.) a cui si associano *Asparagus acutifolius* L., alcune lianose (es. *Lonicera implexa* Aiton., *Rubia peregrina* L.), radi elementi arbustivi quali *Anagyris foetida* L., *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus* L. (esposizioni meridionali) e singoli individui alto-arbustivi e arborei di *Pyrus spinosa* Forssk., più raramente (esposizioni settentrionali) *Crataegus monogyna* Jacq., *Prunus spinosa* L. e *Quercus ilex* L. Molto raramente tali formazioni raggiungono la struttura di vere e proprie siepi.

Associate a queste formazioni, e più in generale in ambiente interpoderale, spesso anche lungo i margini stradali, si osservano cenosi erbacee dense dominate da emicriptofite rosulate e geofite a fenologia autunnale/invernale dominate da *Bellis sylvestris* Cirillo, *Convolvulus althaeoides* L., *Leontodon tuberosum*, *Salvia clandestina* L. dell'alleanza *Leontodo tuberosi-Bellidion sylvestris* (classe *Artemisietea vulgaris*).

Presso gli ambienti maggiormente disturbati e antropogenici, quali i contesti viari, si osservano comunità ruderali e nitrofile delle classi *Stellarietea mediae* e *Polygono arenastri-Poetea annuae*.

In sintesi, per i siti di installazione degli aerogeneratori si sono rilevati i seguenti profili vegetazionali predominanti:

WTG01. Incolti sovra-pascolati con emicriptofite e terofite delle classi *Artemisietea vulgaris* e *Stellarietea annuae*.

WTG02. Seminativi a cereali/foraggere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*).

WTG03. Seminativi a cereali/foraggere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con

Anethum foeniculum L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*). Singoli individui arbustivi e arborei di *Pyrus spinosa* Forssk.

WTG04. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*). Singoli individui arbustivi di *Pyrus spinosa* Forssk.

WTG05. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*.

WTG06. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*). Singoli individui arbustivi e arborei di *Pyrus spinosa* Forssk., *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb.

WTG07. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*.

WTG08. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*). Singoli individui camefitici/nano-fanerofitici lungo il costone roccioso.

WTG09. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*). Singoli individui di *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb.

WTG10. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*).

WTG11. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*). Parte di un impianto della mirtacea alloctona *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

WTG12. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*).

WTG13. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*), e con *Asphodelus ramosus* L., *Carlina corymbosa* L., *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman *Cynara cardunculus* L., etc (*Artemisietea vulgaris*), associati ad *Asparagus acutifolius* L., individui giovanili di *Pyrus spinosa* Forssk.

WTG14. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*).

WTG15. Pascoli permanenti artificiali a *Sulla coronaria* (L.) B.H.Choi & H.Ohashi a riposo, soggetti a sovra-pascolo, con emicriptofite e terofite delle classi *Artemisietea vulgaris* e *Stellarietea annuae*.

WTG16. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*).

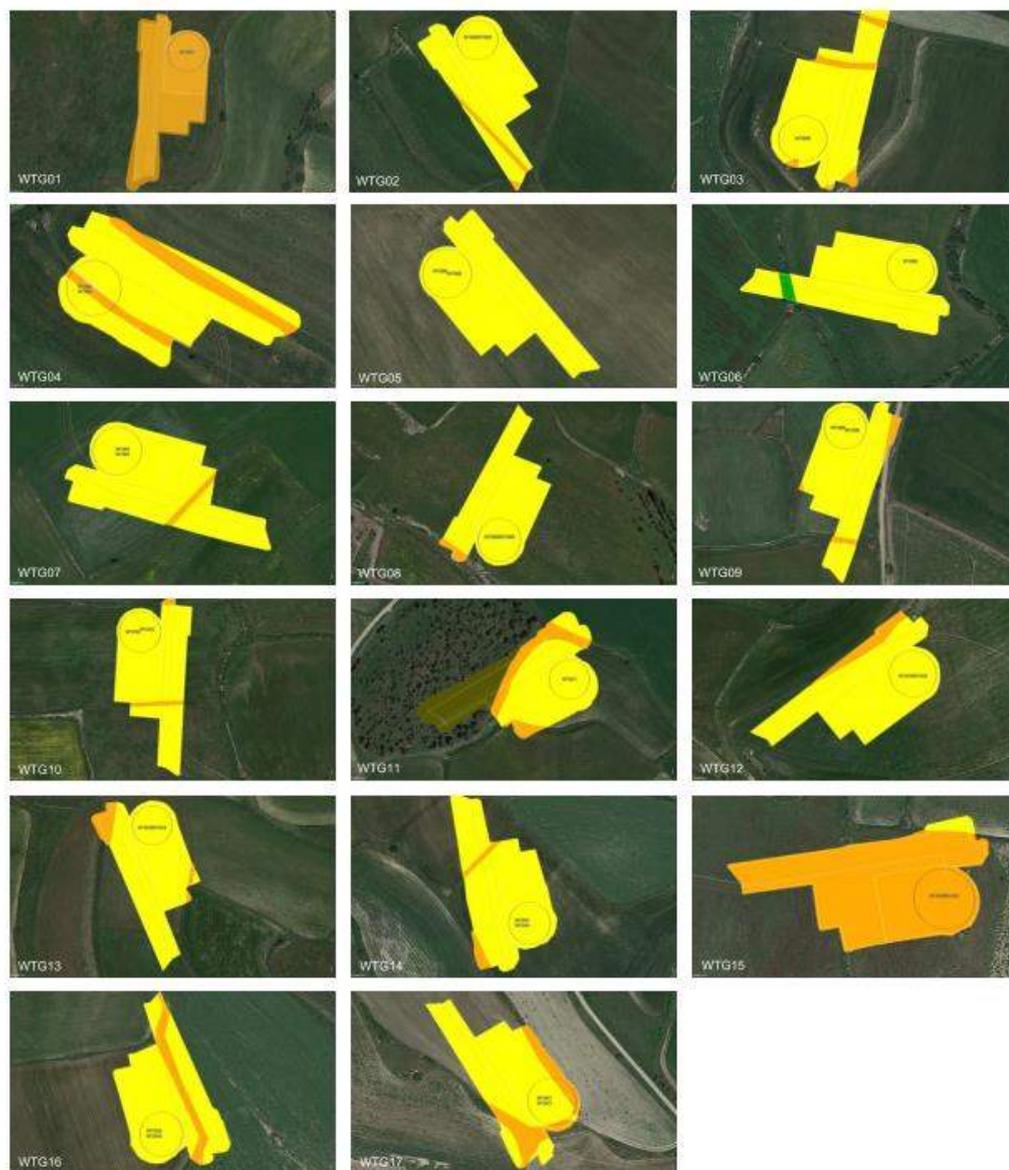
WTG17. Seminativi a cereali/foraggiere con comunità erbacee terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Comunità emicriptofitiche dei margini degli appezzamenti con *Asphodelus ramosus* L., *Carlina corymbosa* L., *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman *Cynara cardunculus* L., etc (*Artemisietea vulgaris*) e *Asparagus acutifolius* L., individui giovanili di *Pyrus spinosa* Forssk.

Le superfici interessate dalla realizzazione della sottostazione elettrica di utenza, aree di deposito temporaneo di cantiere e trasbordo e di manovra sono attualmente occupate da seminativi a specie cerealicole e foraggiere, presso i quali si rilevano comunità erbacee infestanti, terofitiche ed emicriptofitiche della classe *Stellarietea mediae*. Si osservano altresì comunità emicriptofitiche nitrofile con *Anethum foeniculum* L./ *A. piperitum* Ucria (*Artemisietea vulgaris*) in posizione inter-poderale ed ai confini con la viabilità.

Il sistema di viabilità di nuova realizzazione e di adeguamento, nonché il tracciato di posa del cavidotto, ripercorrono in parte i percorsi di viabilità rurale e di penetrazione agraria preesistenti, su strada asfaltata e su sterrato, o diversamente si sviluppano a consumare nuove superfici. La vegetazione intercettata dallo sviluppo lineare di tali tracciati di nuova realizzazione e dall'adeguamento dei tracciati esistenti si riferisce alle formazioni artificiali dei seminativi e degli incolti pascolati, ed in minor misura alle cenosi erbacee semi-naturali nitrofile e sub-nitrofile residuali sviluppate in contesto inter-poderale. Tra queste ultime, si menzionano sporadici nuclei sparsi di *Ampelodesmos mauritanicus*. Sono inoltre coinvolti singoli individui arbustivi ed arborei di (in ordine decrescente di presenza) *Eucalyptus camaldulensis*, *Pyrus spinosa*, *Prunus dulcis*, *Olea europaea* s.l., *Crataegus monogyna*, *Pistacia lentiscus*, *Anagyris foetida*, *Thymelea hirsuta*, *Artemisia arborescens*, *Lycium europaeum*.

Infine, il sito è lambito da alcuni corsi d'acqua temporanei per i quali sono previsti n. 3 attraversamenti. In corrispondenza di questi ultimi si osservano ridotti lembi di vegetazione igrofila ad *Arundo donax* L., *Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D.J. Koch, *Epilobium hirsutum* L. (attraversamenti), con *Carex hispida* Willd. ex Schkuhr e singoli individui di *Tamarix africana* Poir. (tratto viabilità WTG14-WTG03), ed alto-arbustiva ed arborea ripariale con *Populus alba* L., *Ficus carica* L., *Salix* sp. pl., *Tamarix africana* Poir., e mantello a *Rubus* gr. *ulmifolius* Schott associato a *Arum italicum* Mill., *Equisetum ramosissimum* Desf. (ponticello).

Relativamente alla posa dei cavidotti, questi saranno interrati lungo percorsi di viabilità preesistente e da adeguare.



LEGENDA		
1		Vegetazione erbacea infestante i seminativi (classe <i>Stellarietea mediae</i>)
2		Vegetazione erbacea semi-naturale degli incolti pascolati e fasce interpoderali (classe <i>Artemisietea vulgaris</i>)
3		Vegetazione arbustiva arborea autoctona, sviluppata in ridotti lembi a sviluppo lineare (siepi con <i>A. foetida</i> , <i>C. monogyna</i> , <i>O. europaea</i> , <i>P. lentiscus</i> , <i>P. spinosa</i>)
4		Silvicoltura (impianti di <i>Eucalyptus camaldulensis</i>)

Figura 10.23 Unità vegetazionali riscontrate nei siti interessati dalle postazioni eoliche in progetto: ogni immagine si riferisce ad una specifica piazzola di cantiere

10.3.2.1.3.2 **Vegetazione di interesse conservazionistico**

Per gli aspetti conservazionistici si è fatto riferimento alle seguenti opere: "Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28 (European Commission, DG-ENV, 2013)", "Manuale italiano di interpretazione degli habitat (Direttiva 92/43/CEE) (BIONDI et al. 2010)", "Il Sistema Carta della Natura della Sardegna (CAMARDA et al., 2015)".

Presso l'area interessata dagli interventi in progetto, tra gli aspetti vegetazionali di interesse conservazionistico si rilevano esclusivamente i radi lembi di vegetazione semi-naturale sviluppata in contesto interpodereale, soprattutto in condizioni di versante ove l'inclinazione delle superfici obbliga al mantenimento di fasce non coltivabili più ampie. Tali aspetti vegetazionali, afferibili all'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae*, si presentano spesso degradati e depauperati dal punto di vista floristico, e non presentano i requisiti per poter essere interpretati come Habitat di Direttiva 92/43 CEE 6220* "*Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*". Tuttavia, le suddette formazioni rappresentano l'unico aspetto vegetazionale semi-naturale, ospitante peraltro una minima quota di elementi arbustivi ed arborei autoctoni nonché radi nuclei dell'entità di interesse fitogeografico *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz, presente nel sito. Si tratta pertanto di formazioni molto ristrette ed impoverite che garantiscono tuttavia un minimo di connettività ecologica e delle aree rifugio per la fauna selvatica e potenzialmente per alcune tra le più frequenti, benché non rilevate in occasione del presente studio, entità floristiche di interesse conservazionistico/fitogeografico.

In virtù della ridotta estensione e del relativo grado di naturalità assai limitato, i nuclei di vegetazione ripariale a *Populus alba* L., *Salix* sp. pl., *Tamarix africana* Poir. e consorzi di entità igrofile sviluppate lungo i corsi d'acqua e canali di scolo intercettati dalla viabilità di nuova realizzazione ed in adeguamento, non sono inquadrabili in alcun Habitat di Direttiva 92/43 CEE. Tuttavia, per le stesse ragioni menzionate sopra, questi rappresentano degli importanti corridoi ecologici e rifugio per la flora e la fauna selvatica, in una matrice di agro-ecosistemi particolarmente monotona e impoverita dallo sfruttamento a fini agro-zootecnici ai limiti della sostenibilità ecologica.

10.3.2.1.4 Siti di interesse botanico

Il sito interessato dalla realizzazione dell'opera non ricade all'interno di siti di interesse comunitario (pSIC, SIC, ZSC) ai sensi della Dir. 92/43/CEE "Habitat", *Aree di interesse botanico e fitogeografico* ex art. 143 PPR⁴, *Aree Importanti per le Piante* (IPAs) (BLASI et al., 2010) o *Aree di interesse botanico per la salvaguardia della biodiversità floristica della Sardegna* (CAMARDA, 1995).

L'area è localizzata a 2,87 km dalla ZSC ITB042237 "Monte San Mauro", 5,6 km dalla ZSC ITB041112 "Giara di Gesturi", e 8,7 km dalla ZPS ITB043056 "Giara di Siddi".

10.3.2.1.5 Alberi monumentali

Sulla base dei più recenti elenchi ministeriali (quinto aggiornamento DD prot. n. 330598 del 26/07/2022, pubblicato in G.U. n.182 del 5/08/2022), il sito di realizzazione dell'opera non risulta interessato dalla presenza di alberi monumentali ai sensi della Legge n. 10/2013 e del Decreto 23 ottobre 2014. Non è nota, inoltre, la presenza di ulteriori esemplari arborei monumentali non istituiti (CAMARDA, 2020). Gli alberi monumentali istituiti più vicini si riferiscono ad individui di *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp.

⁴PPR Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ex art. 143 D.Lgs 42/04 e succ. mod.

oxycarpa (M. Bieb. Ex Willd.), *Pinus halepensis* Mill., *Quercus ilex* L. e *Quercus* gr. *pubescens* Willd., localizzati a 1,9-5,2 km dal sito di realizzazione delle opere.

- 001/A681/VS/20 - loc. Ponti / Barùmini (SU). Individuo di *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *oxycarpa* (M. Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso, del quale "l'età della pianta a detta del proprietario è di circa 150 anni, le dimensioni della pianta riferite alla specie, sono rare; la forma e il portamento sono particolari in quanto l'albero si sviluppa su due tronchi e la chioma è molto ampia", distante 1,9 km dal più vicino aerogeneratore in progetto (WTG17).

- 003/D997/VS/20 - loc. Ortu de corti / Gesturi (SU). Individuo di *Quercus* gr. *pubescens* Willd. di "età presunta 300 anni, da notizie del proprietario tramandate oralmente dagli avi, dimensioni e portamento notevoli", distante 2,7 km dal più vicino aerogeneratore in progetto (WTG01).

- 001/D997/VS/20 - loc. Ortu de corti / Gesturi (SU). Individuo di *Eucalyptus globulus* Labill. "impiantato negli anni 1860-1870. la sua circonferenza di 5,80 mt. e l'altezza di circa 30 mt. fanno sì che la pianta abbia le caratteristiche di monumentalità", distante 2,7 km dal più vicino aerogeneratore in progetto (WTG01).

- 001/D431/CA/20 - loc. Bar-Cùcuru Piddu / Escolca (SU). Individuo di *Quercus* gr. *pubescens* Willd. "di grosse dimensioni in buono stato vegetativo", distante 3,2 km dal più vicino aerogeneratore in progetto (WTG07).

- 001/E877/CA/20 - loc. Stazione Ferroviaria / Mandas (SU). Individuo di *Pinus halepensis* Mill. "messo a dimora alla fine del 1800, contestualmente alla realizzazione della stazione ferroviaria di Mandas" distante 4,2 km dal più vicino aerogeneratore in progetto (WTG07).

- 002/E336/CA/20 - loc. Giruddu / Isili (SU). Individuo di *Quercus ilex* L. "di grosse dimensioni che vegeta all'interno di un bosco ceduo di leccio", distante 5,2 km dal più vicino aerogeneratore in progetto (WTG02).

10.3.2.2 Fauna

10.3.2.2.1 Premessa

Nella presente sezione dello SIA, in virtù della specificità dell'opera in progetto, si è scelto di concentrare l'attenzione sulle specie faunistiche maggiormente interagenti con le fasi costruttive ed il funzionamento dell'impianto eolico; pertanto, di seguito si riporta la trattazione e analisi della classe dei "mammiferi" (con particolare riferimento ai chiroterri) e quella degli "uccelli", in coerenza peraltro con quanto suggerito dal DM Settembre 2010 Allegato IV punto 4.2 che sottolinea la necessità di procedere all'analisi degli impatti sulla fauna "sulle specie più sensibili e su quelle di pregio (in particolare sull'avifauna e sui chiroterri)".

Per ogni approfondimento in relazione agli effetti del progetto sulle ulteriori classi e specie faunistiche riconosciute nell'area di intervento si rimanda all'esame dell'elaborato specialistico WGG-RA15 - Relazione faunistica, allegato al presente SIA ed elaborato dal Dott. Maurizio Medda.

10.3.2.2.2 Caratteristiche del profilo e dell'ecosistema faunistico presenti nell'area d'intervento

Il presente paragrafo si propone di illustrare le caratteristiche dell'ecosistema e del profilo faunistico rilevate nelle aree d'interesse in cui è proposta la realizzazione di un impianto eolico di potenza complessiva pari a 112,2 MW (17 WTG) ricadente nei territori comunali di Barumini, Escolca, Gergei, Las Plassas e Villanovafranca (Figura 10.24).

A valle della ricostruzione della prevedibile composizione faunistica, si è proceduto ad analizzare le problematiche attinenti alla compatibilità del progetto in rapporto al profilo faunistico del territorio di interesse, sia relativamente alla fase di cantiere sia a quella di esercizio, individuando e stimando gli impatti negativi potenziali sulla componente ambientale e suggerendo le eventuali misure di mitigazione più opportune.

L'indagine faunistica ha previsto l'esecuzione di alcuni mirati sopralluoghi nell'area di intervento; contestualmente alle ricognizioni sul campo è stata svolta la consultazione di materiale bibliografico e di strati informativi specifici tramite GIS.

Sotto il profilo delle attività di ricognizione faunistica, in particolare, si evidenzia che, al fine di approfondire le conoscenze quantitative e distributive della componente faunistica più sensibile alla presenza di parchi eolici (avifauna e chiroterofauna), è stato consultato tutto il materiale bibliografico ad oggi disponibile prodotto in occasione della stesura di SIA e/o dei relativi monitoraggi ambientali condotti in fase ante-operam e/o di esercizio riguardanti progetti di impianti eolici proposti come meglio specificati nel successivo paragrafo "metodologia di analisi". Si evidenzia inoltre che a partire dal mese di ottobre 2022 è stato avviato, così come richiesto abitualmente dagli organi competenti in materia di VIA nel caso di proposte progettuali che riguardano la progettazione di impianti eolici, un'attività di monitoraggio ante-operam, riguardante la componente avifauna e chiroterofauna, che avrà una durata complessiva pari a 12 mesi (termine settembre 2023); le metodologie di rilevamento adottate sono quelle indicate nel "Protocollo di Monitoraggio dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna" a cura dell'ANEV, dell'Osservatorio Nazionale Eolico e Fauna, di Legambiente ed in collaborazione con ISPRA.

Al fine di procedere alla formulazione delle considerazioni e valutazioni richieste nell'ambito del presente S.I.A., i dati raccolti sul campo sono stati integrati attraverso la consultazione bibliografica di altri studi recenti condotti nell'area circostante, area vasta e su scala regionale, e, laddove non disponibili, le idoneità potenziali faunistiche sono state verificate mediante modelli d'idoneità ambientale.

I sopralluoghi più direttamente finalizzati alla redazione della presente relazione sono stati eseguiti nell'arco dell'intera mattinata ed hanno avuto inizio alle 8.30 a.m. e sospesi alle 12.30 p.m.; tale fascia oraria, come anche le due ore successive all'alba, favorisce la possibilità di contattare alcune specie di fauna selvatica legate maggiormente ad un'attività crepuscolare, mentre gli orari più centrali della giornata consentono il riscontro di altre specie la cui attività è prevalentemente diurna. Considerato il periodo in cui è stato svolto il sopralluogo, mese di dicembre, è necessario sottolineare che la contattabilità delle specie faunistiche, in particolare per l'avifauna, non è agevolata a causa della ridotta attività canora. Le aree indagate, in relazione all'ubicazione del sito ed alle tipologie di utilizzo del suolo delle superfici contermini, valutate preliminarmente mediante cartografie tematiche, sono state estese non solo all'area di intervento ma anche ad un adeguato intorno (500m). Il metodo di rilevamento adottato è stato quello dei "trasetti", cioè dei percorsi, preventivamente individuati su cartografia IGM 1:25.000, compiuti a piedi e/o in macchina all'interno dell'area di indagine e nelle zone limitrofe. Per l'osservazione di alcune specie si è adottato un binocolo mod. Leica Ultravid 10x42 HD ed un cannocchiale mod. Kowa 20-60 TSN 883.

Le specie oggetto di indagine sul campo e nella fase di ricerca bibliografica, appartengono ai quattro principali gruppi sistematici dei Vertebrati terrestri, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi; la scelta di tali gruppi faunistici rispetto ad altri gruppi di vertebrati o di invertebrati, è stata determinata esclusivamente sulla base della potenziale presenza di alcune specie in relazione alle caratteristiche del territorio, ma soprattutto in funzione delle specifiche tecniche costruttive e modalità di esercizio delle turbine eoliche che possono avere effetti diretti e/o indiretti sulla componente faunistica appartenente alle classi di cui sopra. Lungo i trasetti sono state annotate le specie faunistiche osservate direttamente e/o le tracce e segni di presenza oltre alle specie vegetali principali per definire i macro-ambienti utili ad ipotizzare la vocazionalità del territorio in esame per alcune specie non contattate. I trasetti sono stati scelti sulla base della rete viaria attualmente presente di libero accesso, individuando i sentieri percorribili a piedi, secondo il criterio della massima rappresentatività in rapporto al numero di tipologie ambientali interessate. Durante i sopralluoghi sono stati eseguiti rilievi fotografici come supporto descrittivo per la ricostruzione delle caratteristiche generali del territorio indagato.

Assunto che l'intervento in oggetto prevede la localizzazione di tutti gli aerogeneratori in un singolo sito, l'area di indagine è stata individuata considerando un buffer di 0.5 km dalle postazioni eoliche proposte in progetto; il raggio del buffer è stato ritenuto adeguato in relazione ai seguenti aspetti:

- Sufficiente conoscenza delle caratteristiche faunistiche dell'area in esame e zone limitrofe;
- Omogeneità delle macro-caratteristiche ambientali interessate dagli ambiti d'intervento progettuale.
- È la distanza minima di verifica preliminare per accertare la presenza/assenza di siti di nidificazione di rapaci (tale aspetto sarà poi successivamente approfondito anche durante l'attuazione del protocollo di monitoraggio)

L'area d'indagine faunistica è sufficientemente estesa da comprendere, pertanto, tutte le porzioni interessate dall'area del parco eolico, mentre è escluso, in parte, il tracciato del cavidotto limitatamente a quei tratti che ricadono in adiacenza a pertinenze stradali già esistenti esterne all'impianto eolico e che intercetta anche i territori comunali di Genoni, Gesturi e Nuragus comune, quest'ultimo, in cui è ubicata la sottostazione elettrica (Figura 10.24 e Figura 10.25). Si precisa inoltre che dall'area d'indagine circoscritta dal buffer di 0,5 km è escluso il sito individuato per l'ubicazione dell'area di cantiere momentaneo di cui però sono state rilevate le caratteristiche di destinazione d'uso del suolo finalizzate a valutare la componente faunistica che caratterizza tale ambito territoriale.

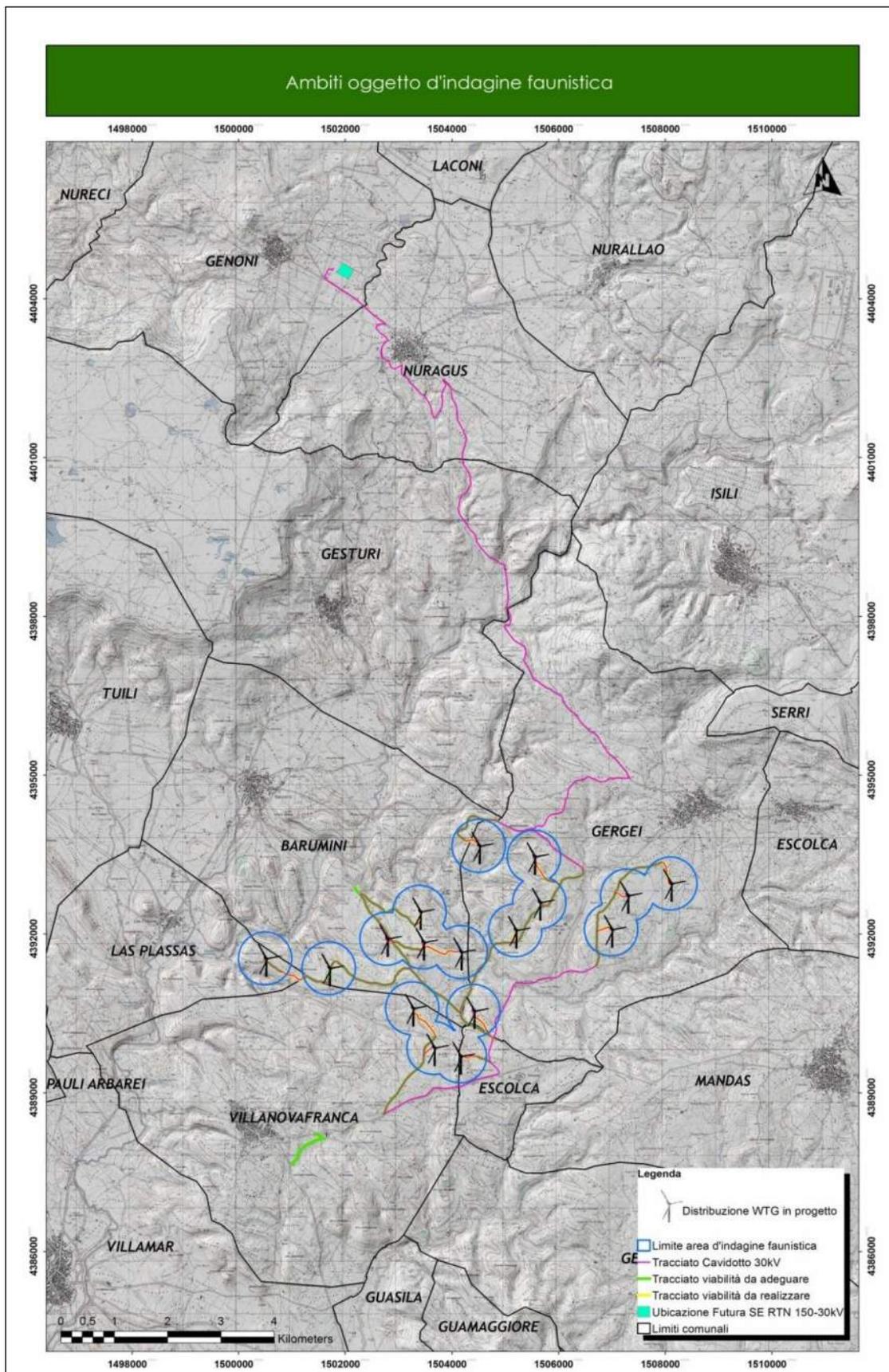


Figura 10.24- Inquadramento area d'intervento progettuale e ambito faunistico di rilevamento.

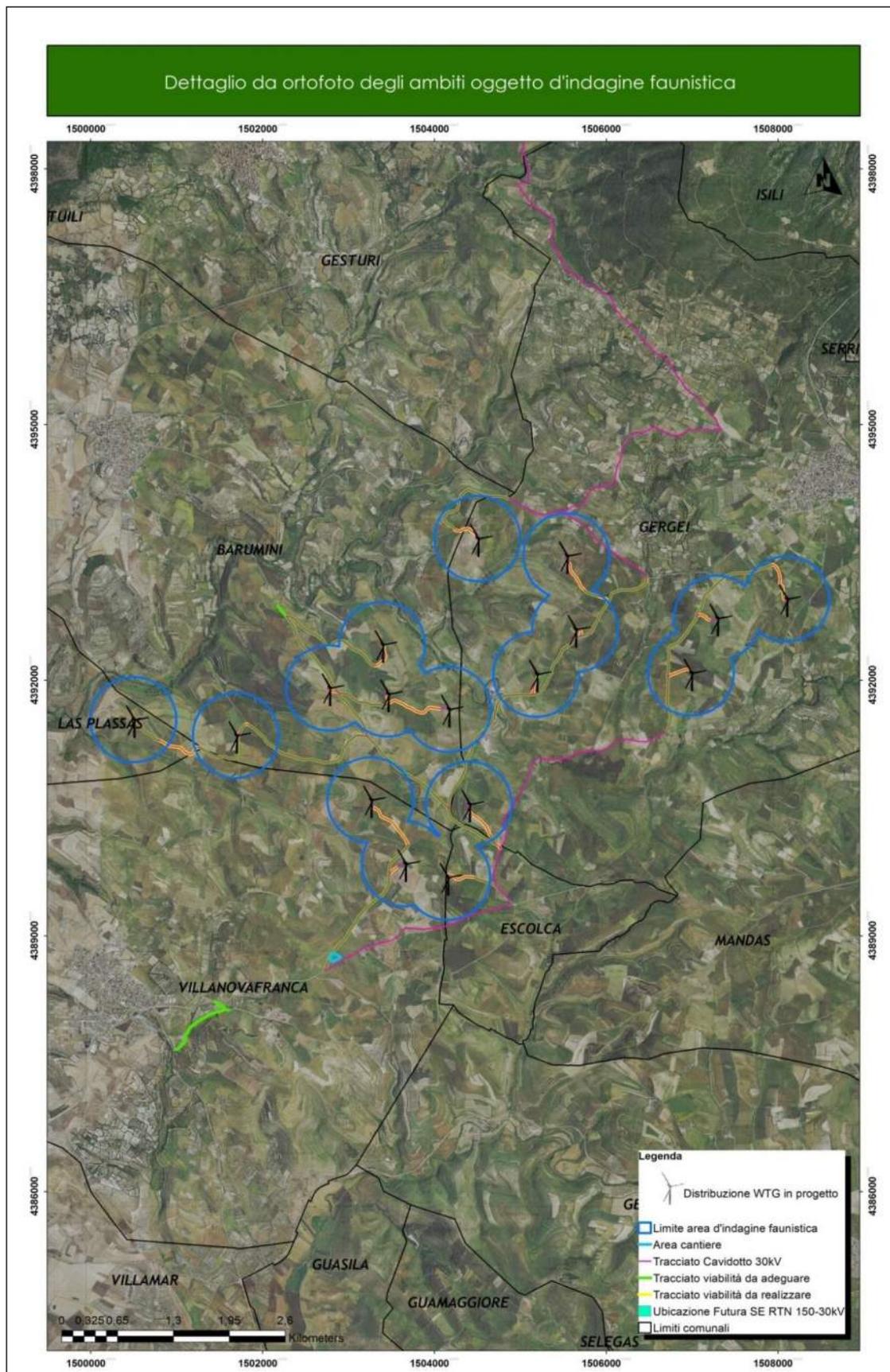


Figura 10.25 - Dettaglio da ortofoto degli ambienti compresi nell'ambito di rilevamento faunistico.

10.3.2.2.3 Caratterizzazione territoriale ed ambientale generale dell'area d'indagine faunistica.

Come accennato in precedenza, l'area di indagine individuata per verificare il profilo faunistico comprende non solo le superfici direttamente interessate dalle opere in progetto, ma anche una superficie adiacente compresa in un buffer di 0,5 km da ciascuna postazione; la superficie risultante complessiva oggetto di analisi è pari a circa 1.201 ettari. Tale area ricade nelle più ampie porzioni geografiche della Marmilla e della Trexenta ed è ubicata in un contesto morfologico di tipo collinare; limitatamente alle superfici d'indagine faunistica l'altimetria varia gradualmente tra i 200 e i 350 metri s.l.m. circa, con le sommità *M. Atzili* e *Brunco Sa Zeppara* che rappresentano le quote più elevate rispettivamente con i seguenti valori altimetrici: 358 m e 329 metri s.l.m.

All'interno delle superfici oggetto di analisi sono rilevabili due elementi idrici riconducibili a corsi d'acqua permanenti o di consistente portata quali il *Riu Murera* e il *Flumini Mannu* che intercettano marginalmente le aree d'indagine faunistica; per la restante rete idrografica, trattasi di compluvi minori caratterizzati da un regime torrentizio, pertanto dipendenti dalla stagionalità e dalla consistenza delle piogge, che si originano da versanti collinari, dei quali i principali sono il *Riu Auledu* e il *Riu Masidanu* entrambi poi confluenti nei corsi d'acqua principali di cui sopra.

Tra le opere in progetto, oltre all'installazione degli aerogeneratori, è prevista la realizzazione delle piazzole di servizio associate ai WTG, l'adeguamento e la realizzazione della rete viaria di servizio all'impianto, il cavidotto interrato della rete elettrica interno all'impianto e quello esterno di collegamento alla sottostazione elettrica (quest'ultima ubicata in loc. *Aruni* comune di Genoni), i cui tracciati sono previsti lungo le pertinenze della rete stradale, e un'area adibita a cantiere, in località *Musciu*, esterna all'area d'indagine e ricadente in territorio comunale di Villanovafranca.

Sotto il profilo della destinazione d'uso che caratterizza l'area d'indagine faunistica, come evidenziato nella Tabella 10.15 e nella Figura 10.26 si riscontra la diffusione prevalente di tipologie ambientali che rientrano nella categoria agro-ecosistemi. In particolare queste sono rappresentate principalmente dai *seminativi in aree non irrigue* e dai *prati artificiali* che da soli costituiscono il 93,47% dell'intera area d'indagine; valori nettamente inferiori per le restanti tipologie appartenenti alla categoria degli ecosistemi naturali-seminaturali quali la *gariga* (1,02%), e agli agro-ecosistemi quali i *sistemi colturali e particellari complessi* (1,75%), gli *olivetti* (1,58%) e rimboschimenti artificiali misti (1,15%). Non significative le restanti tipologie quali i *boschi di latifoglie* (0,17%), la *macchia mediterranea* (0,38%), i *pascoli naturali* (0,07%) e le *colture temporanee associate all'olivo* (0,11%).

Tabella 10.15 - Percentuale tipologie ambientali (Uso del Suolo) presenti nell'area di indagine faunistica.

Tipologie ambientali uso del suolo	Sup. (Ha)	% rispetto alla sup. tot. indagata
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	918,48	78,30
PRATI ARTIFICIALI	177,96	15,17
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	20,53	1,75
OLIVETTI	18,59	1,58
PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	13,54	1,15
GARIGA	12,00	1,02
MACCHIA MEDITERRANEA	4,47	0,38
BOSCO DI LATIFOGIE	2,05	0,17
AREE PREV. OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	1,38	0,12
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI DI CONIFERE	1,36	0,12
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	1,25	0,11
AREE ARCHEOLOGICHE	0,80	0,07
AREE A PASCOLO NATURALE	0,77	0,07
FABBRICATI RURALI	0,20	0,02

Dai rilievi condotti sul campo è stato possibile accertare la reale destinazione delle superfici rispetto a quanto riportato dalla Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna; è stato così

riscontrato che la pressoché totalità delle aree indagate è di fatto destinata alla coltivazione di foraggiere e al pascolo del bestiame domestico ovino. Tali attività hanno evidentemente condizionato lo sviluppo della vegetazione naturale che di fatto è stata, ed è ancora, influenzata dalle predette attività che hanno determinato un'omogeneizzazione agricolo-zootecnica non solo nelle aree oggetto d'indagine ma anche in quelle adiacenti nell'area vasta. Le aree a foraggiere (*seminativi in aree non irrigue*) sono diffuse in tutto l'ambito d'indagine e prevalgono in tutti i settori; in tali aree si alternano, durante le diverse stagioni, la produzione agricola (essenzialmente foraggio) con la possibilità di utilizzo a pascolo al termine della raccolta.

Si evidenzia che le tipologie ambientali ascrivibili all'ecosistema naturale-seminaturale individuabili nella *gariga*, nella *macchia mediterranea* e nei *boschi di latifoglie*, sono diffuse nel settore più occidentale dell'area dell'impianto eolico in prossimità dell'aerogeneratore WTG08; tali habitat, di fatto, sono circoscritti agli ambiti fluviali del *Riu Tellas* e del *Flumini Mannu* non interessati dalle attività produttive agro-zootecniche. Ubicazione differente, ma sempre in ambito fluviale (*Riu Mureru*), per la restante tipologia *aree a pascolo naturale* anche questa rientrante nella categoria macro-ecosistemica naturale-seminaturale.

In occasione dei rilievi sul campo è stato inoltre riscontrato che in tutta l'area d'indagine faunistica vi è una scarsa diffusione di siepi sia lungo le strade di penetrazione agraria, sia lungo i confini delle aziende agricole; localmente sono presenti siepi di tipo erbaceo (rovi, artemisia, finocchio selvatico) associate a muretti a secco ma anche solo da questi ultimi.

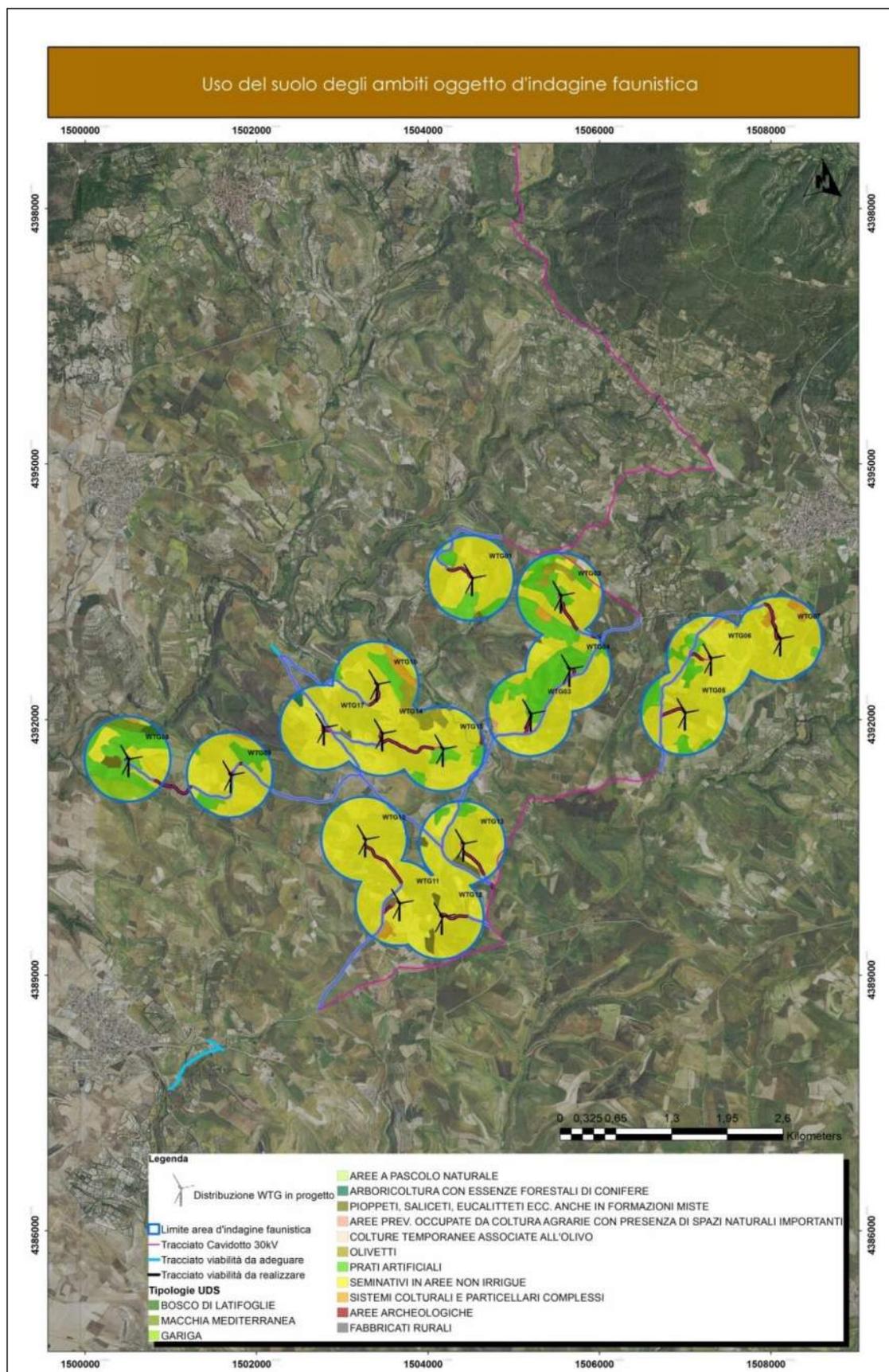


Figura 10.26 - Tipologie uso del suolo all'interno dell'area d'indagine faunistica.

10.3.2.2.4 Metodologia di analisi

Per la ricostruzione del profilo faunistico che caratterizza l'area di studio si è proceduto secondo le seguenti due fasi principali:

1) Indagine bibliografica che ha comportato la consultazione e la verifica dei seguenti aspetti:

- a. caratterizzazione territoriale ed ambientale tramite supporti informatici e strati informativi con impiego di GIS (ArcGis 10.3), tra cui carta Uso del Suolo Corine Land Cover 2008, IGM 1:25.000, foto satellitari (Visual Pro, Google Earth, Sardegna 3D e Sardegna 2D);
- b. verifica nell'area di interesse e nel contesto di intervento di (vedi Elaborato "Quadro di Riferimento Programmatico"):
 - a. Siti di Importanza comunitaria secondo la Direttiva Habitat 92/43;
 - b. Zone di Protezione Speciale secondo la Direttiva Uccelli 147/2009 (79/409);
 - c. Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.N. Quadro 394/91;
 - d. IBA (*Important Bird Areas*) quali siti di importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna;
 - e. Aree Protette (Parchi Regionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.R. 31/89;
 - f. Istituti Faunistici secondo la L.R. 23/98 "Norme per la tutela della fauna selvatica e dell'esercizio dell'attività venatoria in Sardegna (Oasi di Protezione Faunistica, Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura, etc..);
- c. verifica della presenza certa e/o potenziale di alcune specie di interesse conservazionistico e gestionale tramite la consultazione della Carta delle Vocazioni Faunistiche Regionale;
- d. verifica della presenza di alcune specie di interesse conservazionistico tramite la consultazione di Atlanti specifici della fauna sarda (anfibi e rettili);
- e. verifica presenza zone umide (laghi artificiali, corsi e specchi d'acqua naturali e/o artificiali);
- f. consultazione della Carta della Natura della Sardegna per verificare la qualità ecologica delle aree indagate;
- g. consultazione della mappa "aree non idonee all'insediamento di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili" elaborata nell'ambito della D.G.R. n.59/90 del 27.11.2020;
- h. consultazione di modelli di idoneità ambientale faunistici;
- i. consultazione studi e monitoraggi condotti in situ o nelle aree limitrofe;

2) Indagine sul campo che ha comportato l'accertamento dei seguenti aspetti:

- a. individuazione, se presenti, di habitat idonei alle specie faunistiche riscontrate sulla base della fase di ricerca bibliografica di cui ai punti precedenti;
- b. Riscontro della presenza di alcune specie mediante osservazione diretta d'individui o segni di presenza (tracce e/o siti di nidificazione).

10.3.2.2.5 Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame

10.3.2.2.5.1 Verifica della presenza certa e/o potenziale di alcune specie d'interesse conservazionistico e gestionale tramite la consultazione della Carta delle Vocazioni Faunistiche della Regione Sardegna.

Dalle informazioni circa la distribuzione e densità delle 4 specie di Ungulati dedotte dalla Carta delle Vocazioni Faunistiche Regionale, nonché dalle indagini effettuate sul campo, si è potuta accertare l'assenza del cervo sardo (*Cervus elaphus corsicanus*) del muflone (*Ovis orientalis musimon*) e del daino (*Dama dama*), preso atto della diffusa presenza di habitat poco idonei per tutte e tre le specie (Figura 10.27). Per quanto riguarda il cinghiale (*Sus scrofa*), la carta tematica riguardante la densità potenziale (n°capi/400Ha) attribuisce, per tutte delle superfici oggetto d'intervento progettuale, valori che rientrano nella categoria bassa; nell'ambito dell'intera area d'indagine faunistica, è rispettata la stessa tendenza.

Durante i rilievi sul campo la specie non è stata riscontrata mediante il rilevamento di tracce, inoltre anche la raccolta di informazioni presso gli operatori delle aziende locali hanno confermato l'assenza della specie sia nelle aree oggetto d'indagine che in quelle limitrofe (Figura 10.28).

Per quanto riguarda specie di interesse conservazionistico e/o venatorio, come la penice sarda (*Alectoris barbara*), la lepre sarda (*Lepus capensis*) e il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), si evidenzia che le metodologie di rilevamento adottate in occasione dei sopralluoghi non sono state quelle più efficaci in termini di contattabilità delle specie di cui sopra, tuttavia mediante la consultazione dei modelli di vocazionalità del territorio in esame, è possibile evidenziare che gli ambienti oggetto d'intervento risultano caratterizzati da un'idoneità complessivamente bassa per la pernice sarda, medio-bassa per il coniglio selvatico, mentre per la lepre sarda si segnala un'idoneità alta.

Consultando i dati dei censimenti condotti su tutte e tre le specie negli anni 2019-2020-2022 (Censimenti e Piani di Prelievo per le specie Pernice sarda, Lepre sarda e Coniglio selvatico, RAS), nell'ambito dell'adiacente autogestita *San Salvatore*, si evidenzia che non è stata riscontrata la presenza delle due specie di lagomorfi, mentre è presente la *pernice sarda* con valori di densità medio-bassi; tale condizione faunistica è probabilmente dovuta alla carenza di habitat di rifugio e di zone trofiche condizionate dalla gestione agricola-pastorale delle superfici, ma sono note localmente anche attività illecite di prelievo al di fuori della stagione venatoria (bracconaggio). Sulla base delle caratteristiche di uso del suolo non dissimili dall'autogestita di cui sopra, è prevedibile una situazione faunistica pressoché identica anche nell'area d'indagine in esame (nelle rispettive carte tematiche in legenda sono riportati le classi di idoneità che decresce dai valori 1 fino a 13) (Figura 10.29, Figura 10.30, Figura 10.31).

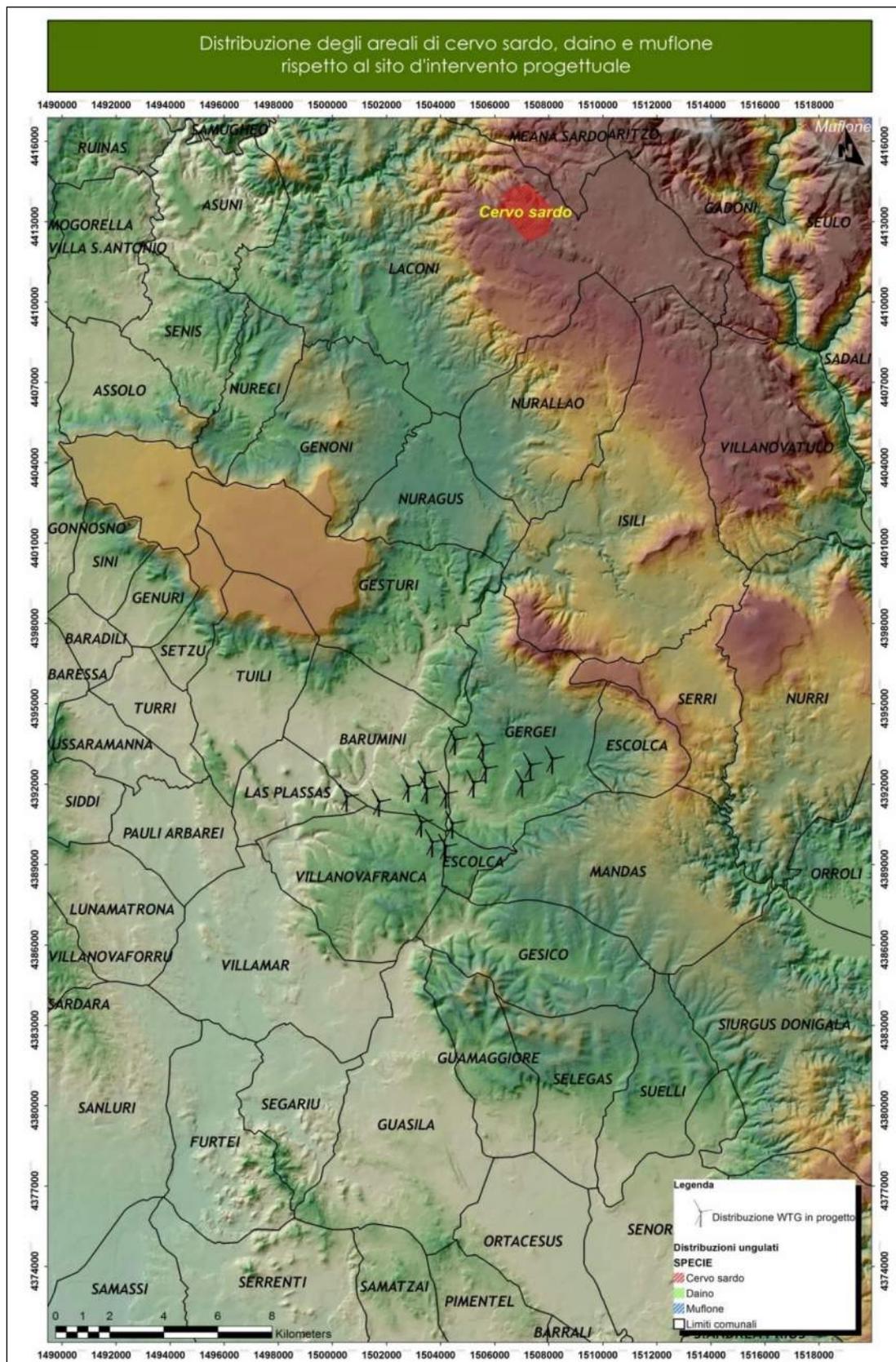


Figura 10.27 - Distribuzione delle specie di ungulati nell'area vasta rispetto all'ubicazione dell'intervento progettuale

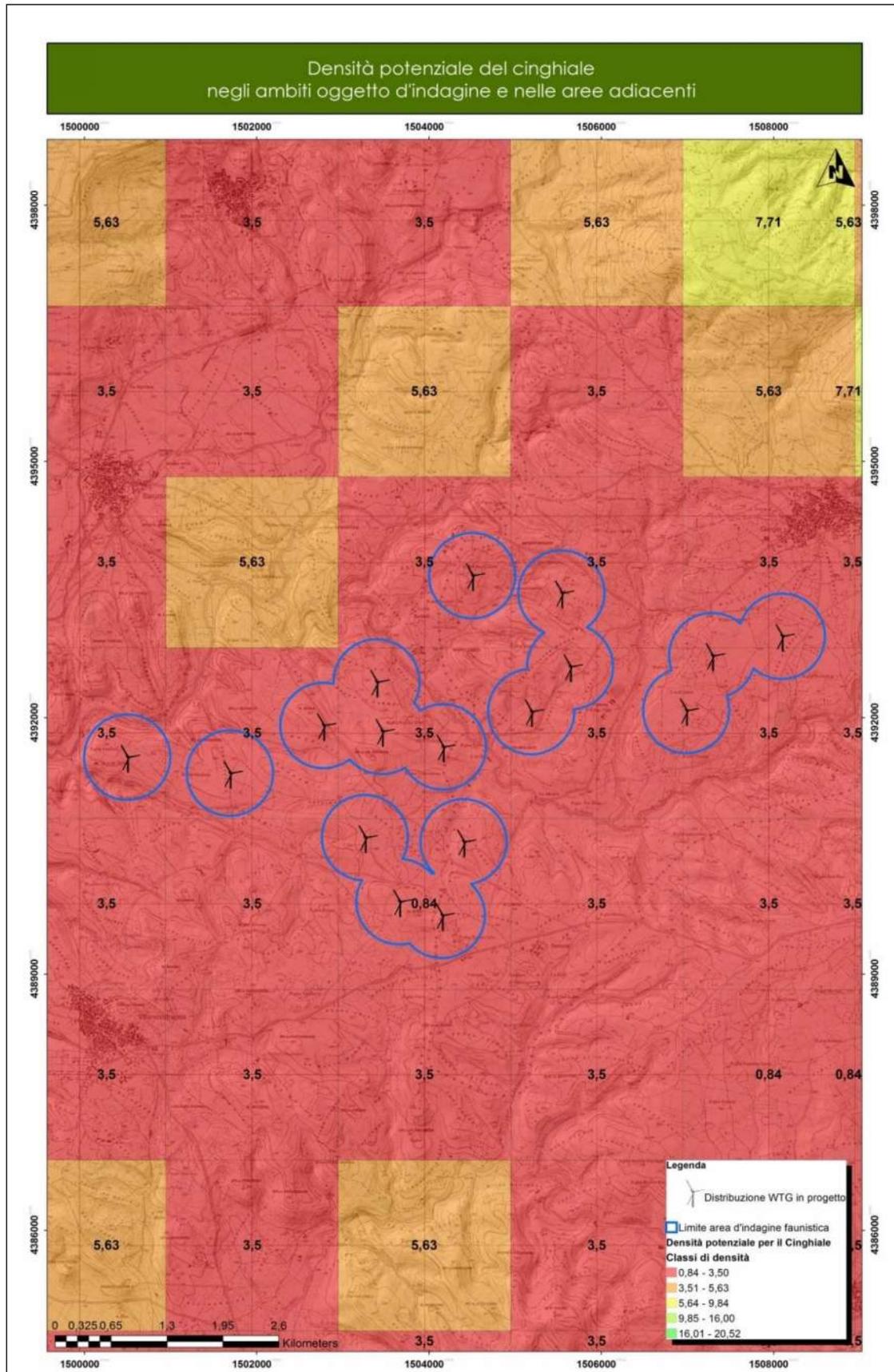


Figura 10.28 - Densità potenziale del cinghiale in relazione all'area dell'intervento progettuale.

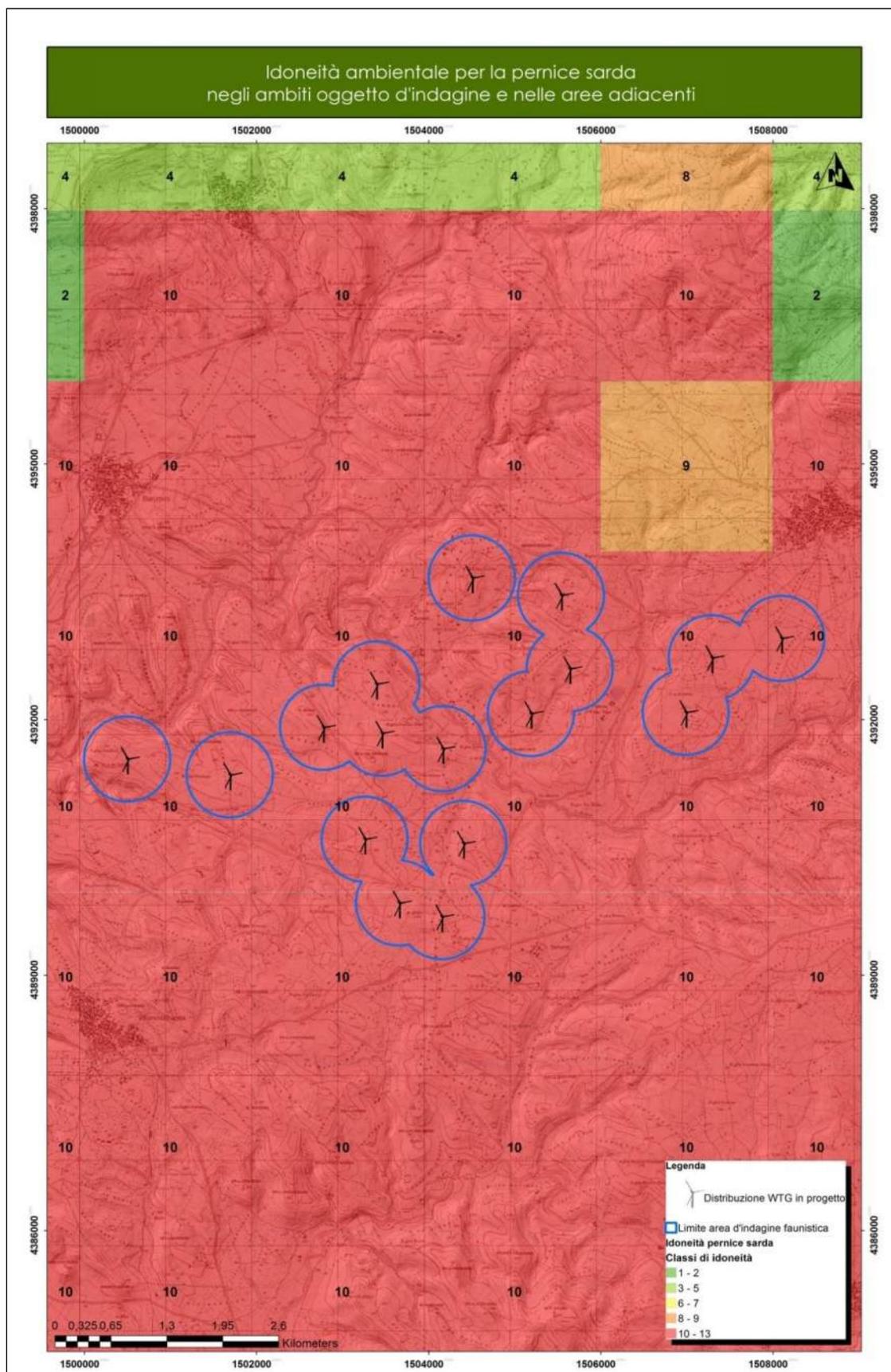


Figura 10.29 - Idoneità ambientale per la pernice sarda in relazione all'area di intervento progettuale.

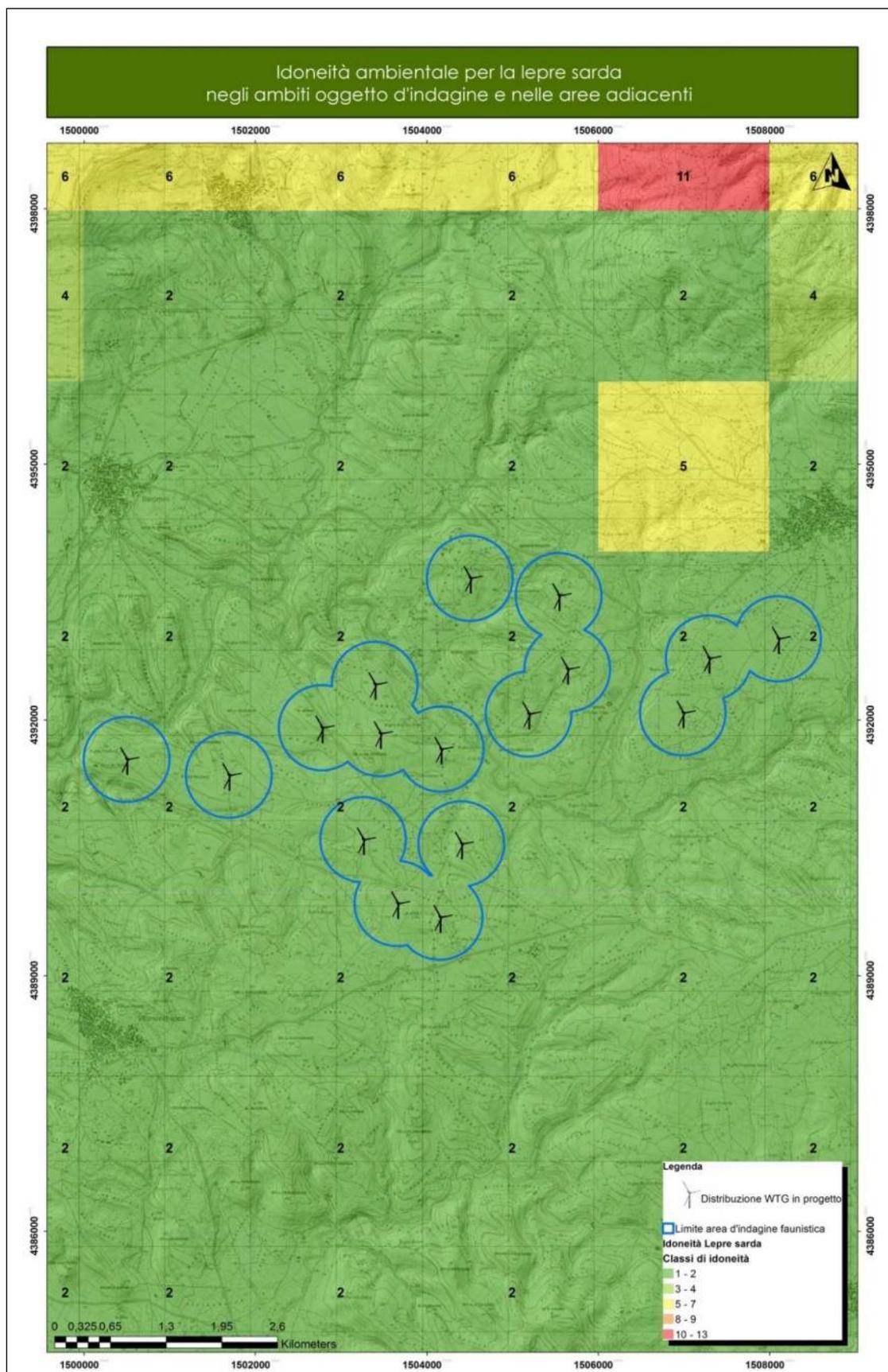


Figura 10.30 - Idoneità ambientale per la lepre sarda in relazione all'area di intervento progettuale.

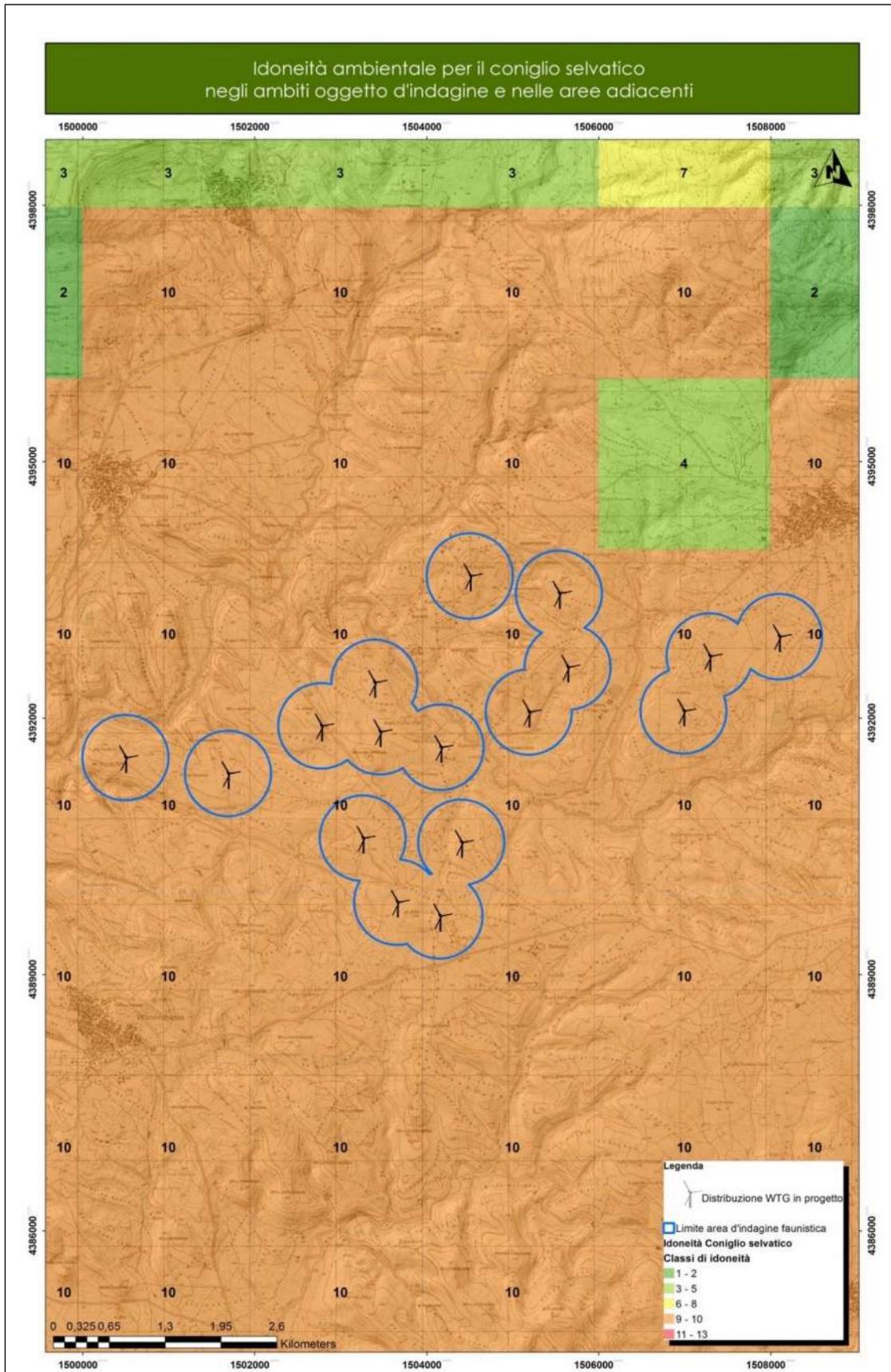


Figura 10.31 - Idoneità ambientale per il coniglio selvatico in relazione all'area di intervento progettuale.

10.3.2.2.5.2 Verifica della presenza di specie di interesse conservazionistico tramite la consultazione di atlanti specifici della fauna sarda (anfibi e rettili)

Sulla base di quanto accertato in bibliografia e dai rilevamenti effettuati sul campo, le aree interessate dagli interventi progettuali non risultano idonee a specie di rettili o anfibi di particolare interesse conservazionistico. Tra i rettili, considerate le caratteristiche degli habitat rilevati, sono probabilmente presenti due specie comuni in gran parte del territorio isolano come la *Podarcis sicula* (Lucertola campestre), la *Podarcis tiliguerta* (Lucertola tirrenica), la prima accertata in occasione dei rilievi sul campo mentre la seconda non ancora confermata nell'area vasta secondo i dati bibliografici, inoltre questi ultimi non confermano la presenza di *Hierophis viridiflavus* (Biacco) ritenuta però molto probabile nell'area in esame; si ritiene presente la natrice viperina (*Natrix maura*), rara o assente la natrice dal collare (*Natrix natrix ssp. Cetti*), limitatamente agli ambiti dei corsi d'acqua rilevati all'interno dell'area d'indagine e ai bacini di abbeveraggio non interessati dalle opere in progetto. In particolare, per entrambe non si hanno segnalazioni certe per l'area geografica oggetto d'indagine (Figura 10.32 e Figura 10.35). Sono invece da considerarsi probabilmente comuni anche *Chalcides chalcides* (luscengola comune) e *Chalcides ocellatus* (gongilo) nonostante ad oggi non siano riportate segnalazioni certe nell'area geografica in esame per entrambe le seconda specie.

Per quanto riguarda le tartarughe terrestri, non è stata ad oggi riscontrata la presenza della *Testudo marginata* (Testuggine marginata), della *Testudo greca* (Testuggine moresca) e della *Testudo hermanni* (Testuggine di Hermann); inoltre le caratteristiche della rete idrografica rilevata non favoriscono, a eccezione di un tratto marginale del *Flumini Mannu*, la presenza della *Emys orbicularis* (testuggine palustre europea) all'interno dell'area d'indagine faunistica.

Tra i gechi è probabile la presenza della *Tarantola mauritanica* (geco comune) certamente più legata, rispetto ad altri congeneri, alla presenza di edifici e fabbricati in genere, e dell'*Hemidactylus turcicus* (geco verrucoso) limitatamente però alla presenza di ambienti rocciosi, pietraie ed anche edifici rurali. È possibile la presenza di altre due specie come l'*Euleptes europea* (Tarantolino) e dell'*Algyroides fitzingeri* (Algiroide nano). La prima è legata ad ambienti rocciosi, muretti a secco ed abitazioni abbandonate o poco frequentate ma anche riscontrabile al di sotto delle cortecce degli alberi; la seconda frequenta diversi ambienti con una preferenza di quelli non eccessivamente aridi pertanto nell'area in esame è da considerarsi rara. Le aree in cui entrambe le specie sono segnalate, secondo quanto riportato in Figura 10.32, sono particolarmente distanti dal sito di intervento; tuttavia, nel rilevare la presenza di habitat idonei in corrispondenza delle aree di progetto, si ritiene che vi possa essere una vocazione ottimale solo per la prima delle specie nell'area di interesse.

Per quanto riguarda le specie di anfibi (Figura 10.33 e Figura 10.34), considerato che le opere non interferiscono direttamente con corsi d'acqua, e che questa può essere presente solamente in limitati momenti dell'anno a seguito di ristagni conseguenti a periodi piovosi, è probabile la presenza di sue sole specie comuni come il *Bufo viridis* (Rospo smeraldino) e dell'*Hyla sarda* (raganella tirrenica). Per quest'ultima, riscontrata in occasione dei rilievi sul campo all'interno di un bacino artificiale per l'abbeveraggio del bestiame, è necessario evidenziare che, allorquando non si riscontri in prossimità di ambienti in cui vi sia presenza di acqua permanente, a cui ecologicamente risulta essere legata in particolar modo, frequenta anche zone caratterizzate da una buona diffusione di vegetazione arborea-arbustiva, in questo poco o nulla rappresentata dalla diffusione di siepi o zone a macchia mediterranea. Considerate le caratteristiche del territorio oggetto d'intervento, si ritiene che solo il *Rospo smeraldino* possa essere, in relazione alla varietà di ambienti in cui è stato finora osservato, l'unica delle specie di anfibi ad utilizzare il tipo di ambiente che sarà occupato permanentemente dalle piazzole di servizio, per ragioni prettamente alimentari. Per quanto riguarda altre specie di maggiore importanza conservazionistica, si esclude la presenza del genere *Speleomantes* ed anche del genere *Euproctus*, mentre secondo quanto riportato in Figura 10.33 il *Discoglossus sardus*

(Discoglosso sardo) è segnalato in aree distanti da quella d'intervento e considerata l'assenza di habitat idonei alla specie, se ne esclude la presenza.

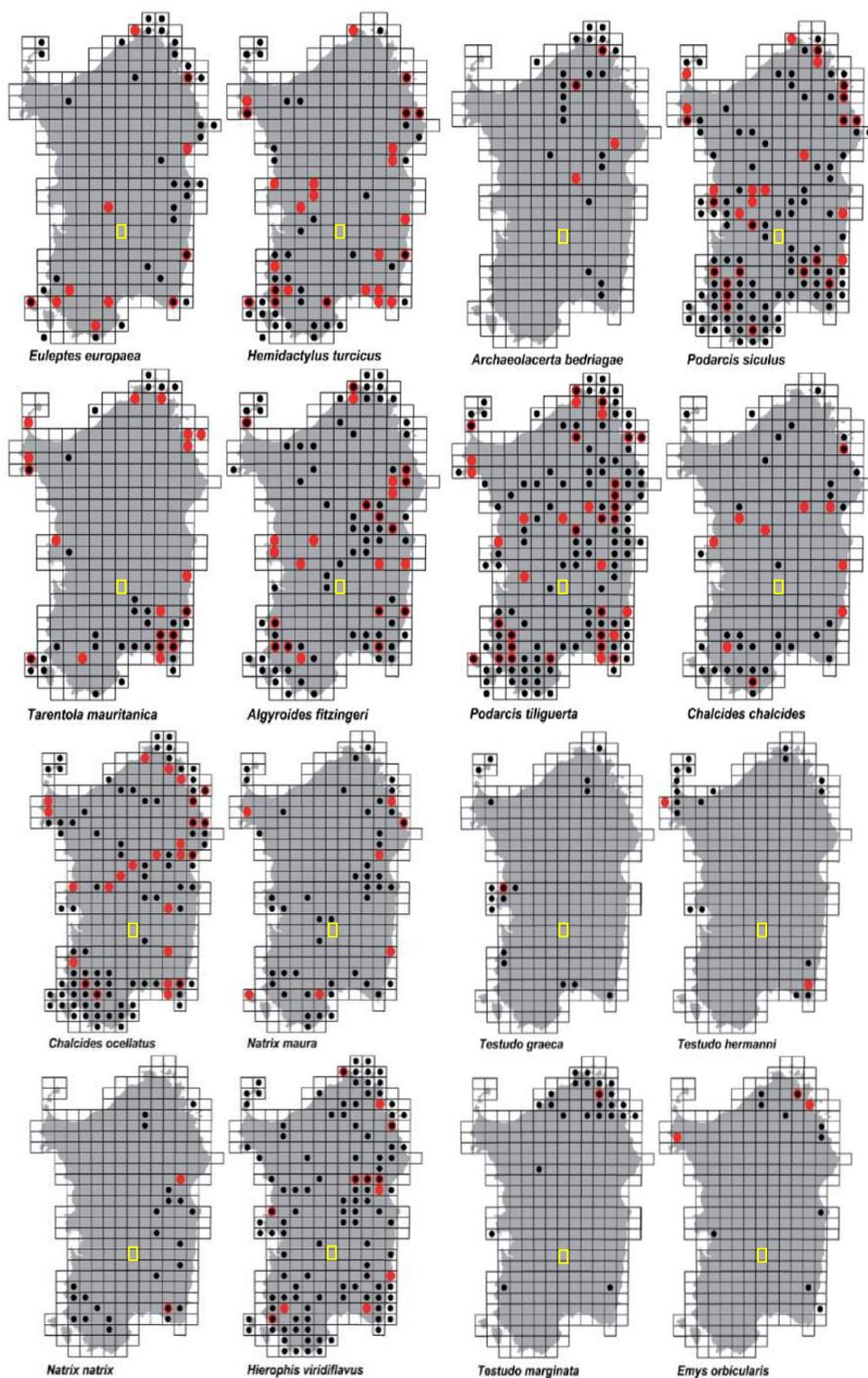


Figura 10.32 -Distribuzione accertata in Sardegna per le specie di Rettili (A contribution to the atlas of the terrestrial herpetofauna of Sardinia, 2012) – in rosso le ultime località accertate in nero quelle riportate in studi precedenti, il rettangolo giallo indica l'ambito di ubicazione della proposta progettuale.

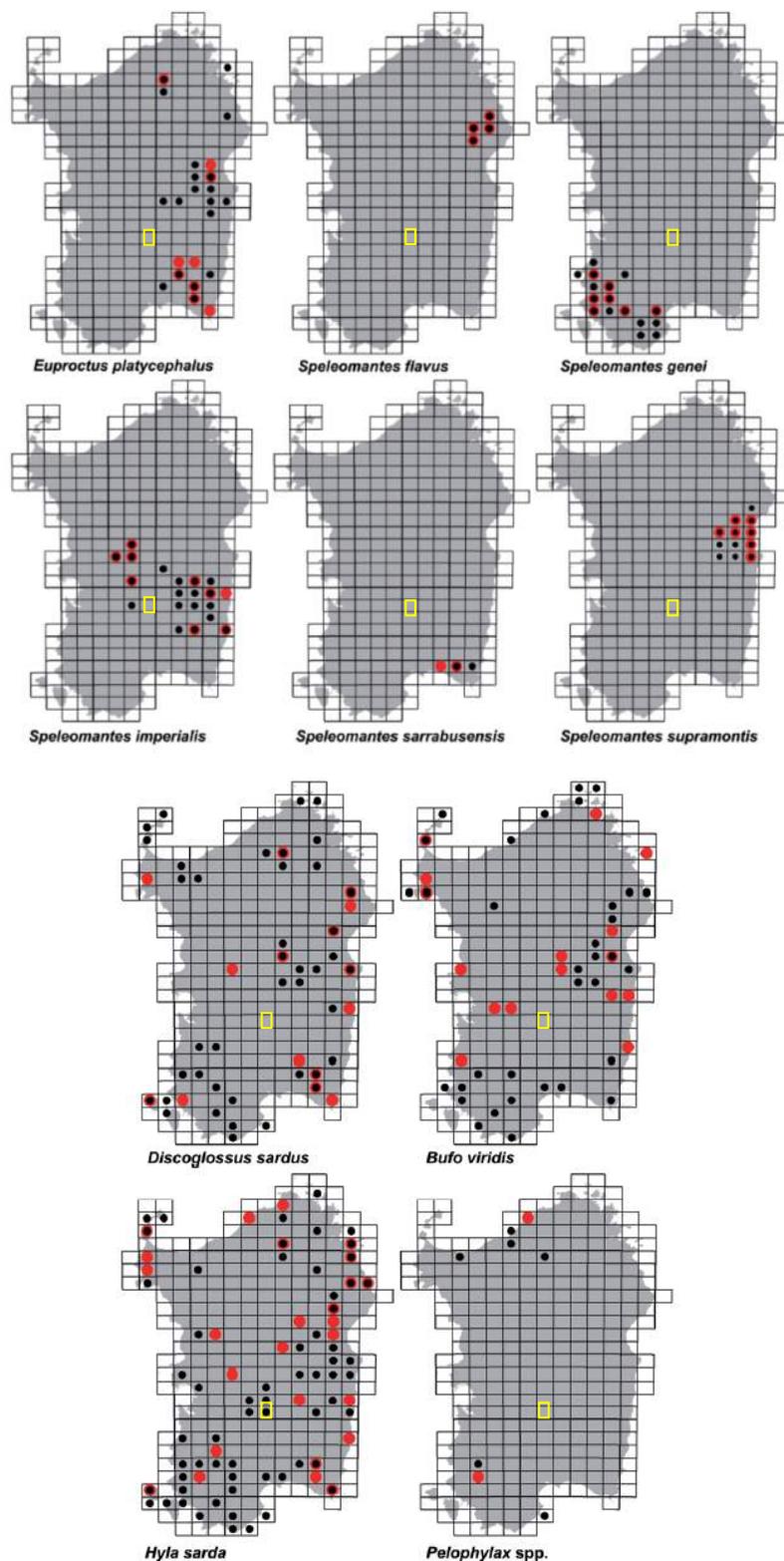


Figura 10.33 - Distribuzione accertata in Sardegna per le specie di Anfibi (A contribution to the atlas of the terrestrial herpetofauna of Sardinia, 2012 – in rosso le ultime località accertate in nero quelle riportate in studi precedenti, il rettangolo giallo indica l'ambito di ubicazione della proposta progettuale).

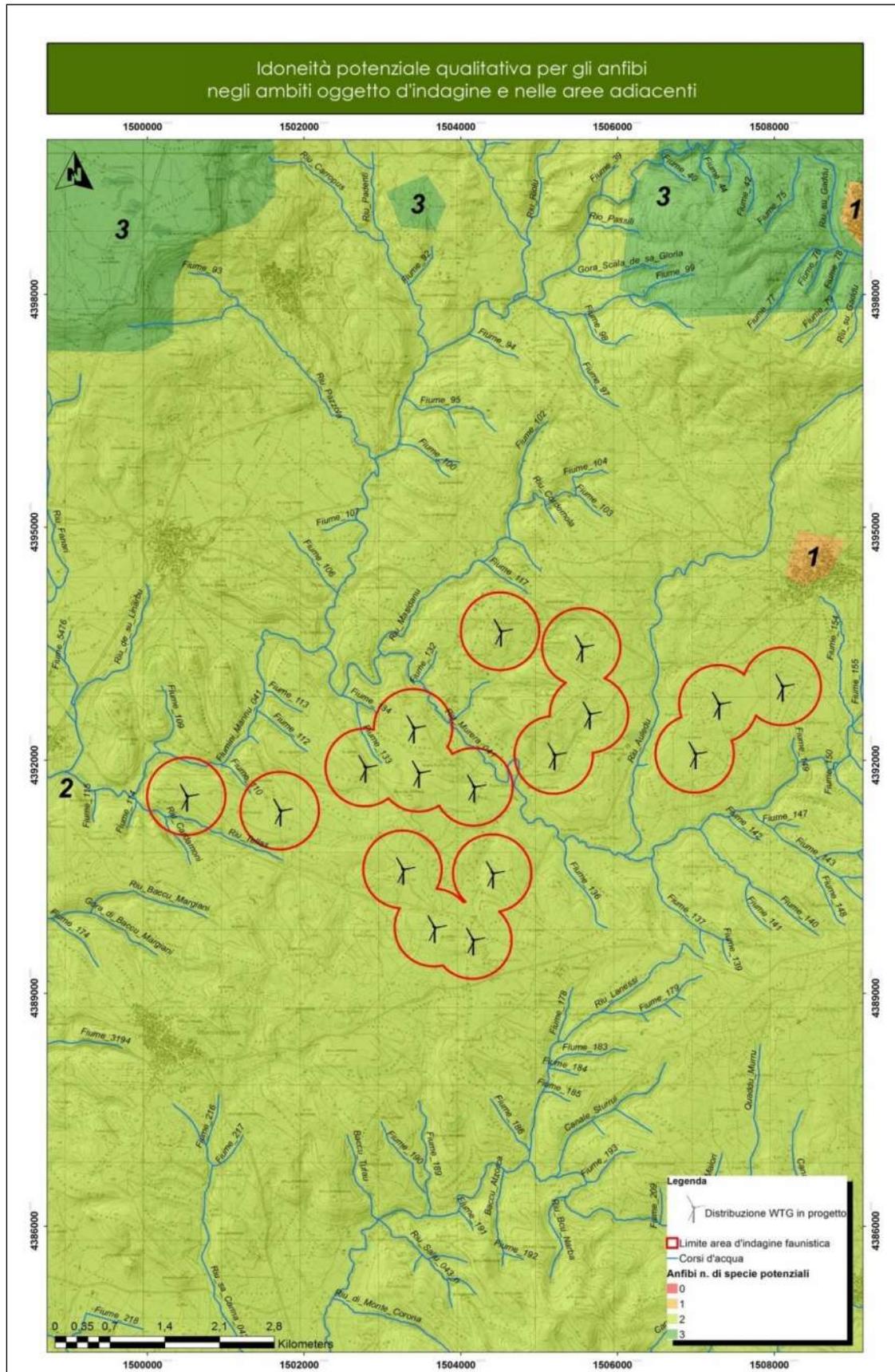


Figura 10.34 - Modello d'idoneità ambientale per gli Anfibi - n. di specie potenziali all'interno dell'area d'indagine.

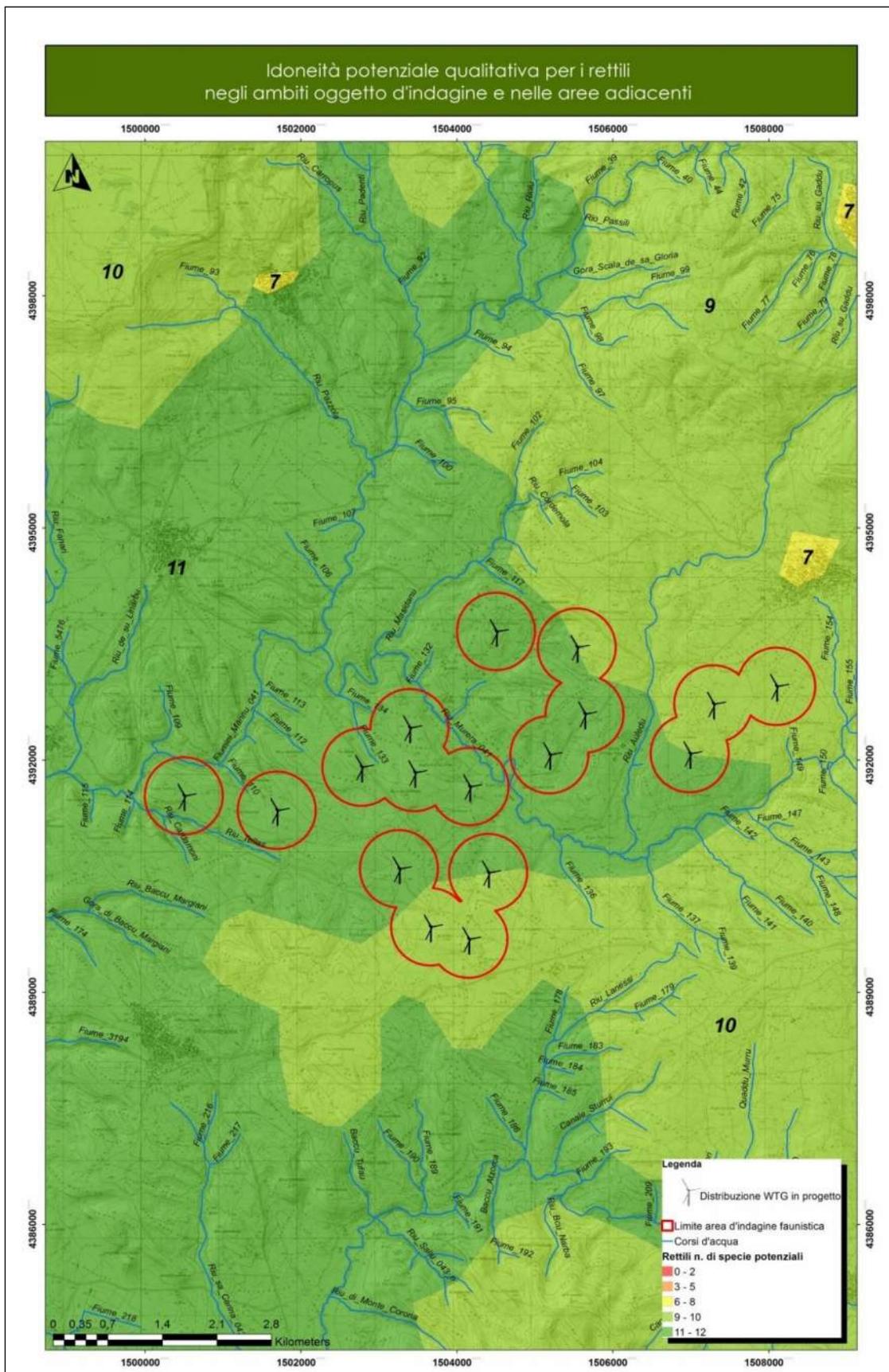


Figura 10.35 - Modello d'idoneità ambientale per i Rettili - n. di specie potenziali all'interno dell'area d'indagine.

10.3.2.2.5.3 Verifica della presenza di zone umide (laghi artificiali, corsi e specchi d'acqua naturali e/o artificiali) nell'area d'intervento e/o nell'area vasta, quali aree importanti per lo svernamento o la sosta di avifauna migratrice.

Le aree d'intervento e gli ambiti faunistici di rilevamento non risultano interessare direttamente o essere prossime a zone umide di importanza conservazionistica particolarmente fondamentali come aree di svernamento per gli uccelli acquatici. Nell'area vasta (Figura 10.36) sono presenti modesti bacini artificiali, comunque di minore importanza sotto il profilo della presenza di uccelli acquatici, mentre a circa 6.8 km, in territorio di Isili, è presente il bacino artificiale denominato *Lago di Isili* indicato nell'elenco delle zone umide oggetto di censimento come evidenziato dai dati IWC (2003-2013).

Per quanto riguarda gli ambiti fluviali, l'area di indagine faunistica, come già detto, è attraversata da pochi corsi d'acqua a carattere torrentizio le cui caratteristiche non consentono la diffusione o presenza di specie avifaunistiche migratrici acquatiche di rilevante importanza sotto il profilo quali/quantitativo.

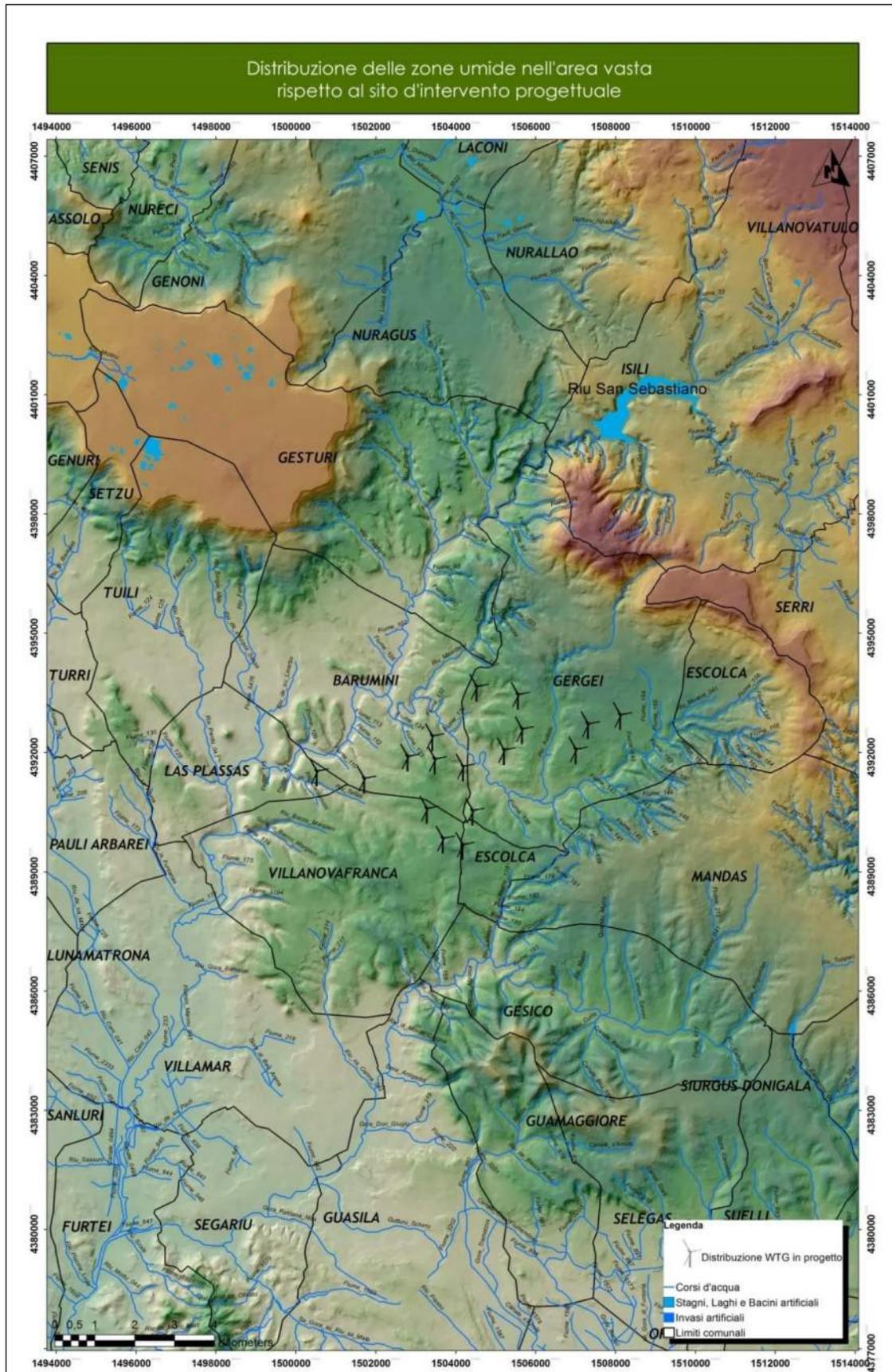


Figura 10.36 - Distribuzione zone umide nell'area vasta rispetto all'ubicazione dell'area d'intervento progettuale.

10.3.2.2.5.4 Verifica importanza ecosistemica dell'area d'intervento progettuale dalla Carta della Natura della Sardegna.

Il parametro di valutazione VE, discende dall'impiego di un set di indicatori quali presenza di aree e habitat segnalati in direttive comunitarie, componenti di biodiversità degli habitat (n. specie flora e fauna) ed infine gli aspetti dell'ecologia del paesaggio, quali la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

I tematismi della Carta della Natura della Regione Sardegna evidenziano che le aree in esame ricadono entro un ambito territoriale in cui il *Valore Ecologico VE* (Figura 10.37) è ritenuto *basso* in pressoché tutti i settori, a eccezione di modeste superfici classificate a VE *molto alto*, in prossimità del WTG08, e *alto*, in prossimità dei WTG015 e WTG016, che coincidono con ambiti fluviali di fondovalle e versanti collinari scoscesi comunque non oggetto d'interessamento da parte delle opere previste in progetto. Di fatto alle superfici con VE basso corrispondono le zone caratterizzate da una predominanza delle aree agricole a foraggiere e pascoli, mentre le ridotte porzioni a VE *alto* e *molto alto*, sono le zone occupate da vegetazione ripariale e aree a pascolo naturale.

Le zone contermini agli ambiti d'indagine tendono a confermare i valori di VE basso poiché coincidenti con aree occupate prevalentemente da agroecosistemi, ad esclusione del settore a sud dove la presenza del *Monte San Mauro* favorisce una maggiore diversificazione del territorio sotto il profilo del valore ecologico.

Dai rilievi condotti sul campo è stato accertato che le superfici destinate a ospitare gli aerogeneratori interessano principalmente aree occupate da foraggiere, con funzione anche di pascolo.

Dalla stessa Carta della Natura è possibile, inoltre, evidenziare anche il tematismo relativo alla *Sensibilità Ecologica SE* (Figura 10.38), che invece rappresenta quanto un biotopo è soggetto al rischio di degrado poiché popolato da specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione. Sotto questo aspetto, i siti d'intervento e le aree d'indagine faunistica in esame ricadono principalmente in settori territoriali con indice *SE* principalmente *bassa* e localmente *molto bassa* nel settore centrale, mentre *alta* nel settore centro-occidentale adiacente all'aerogeneratore WTG08 di cui si è già accennato; nelle restanti superfici dell'area vasta è rispettata la stessa tendenza con aumento di ambiti verso le classi a bassa e molto bassa *SE* con parziale inversione di tendenza limitatamente al settore collinare del *Monte San Mauro* ubicato a sud dell'area d'indagine faunistica, e in quello a nord-est in territorio di Isili.

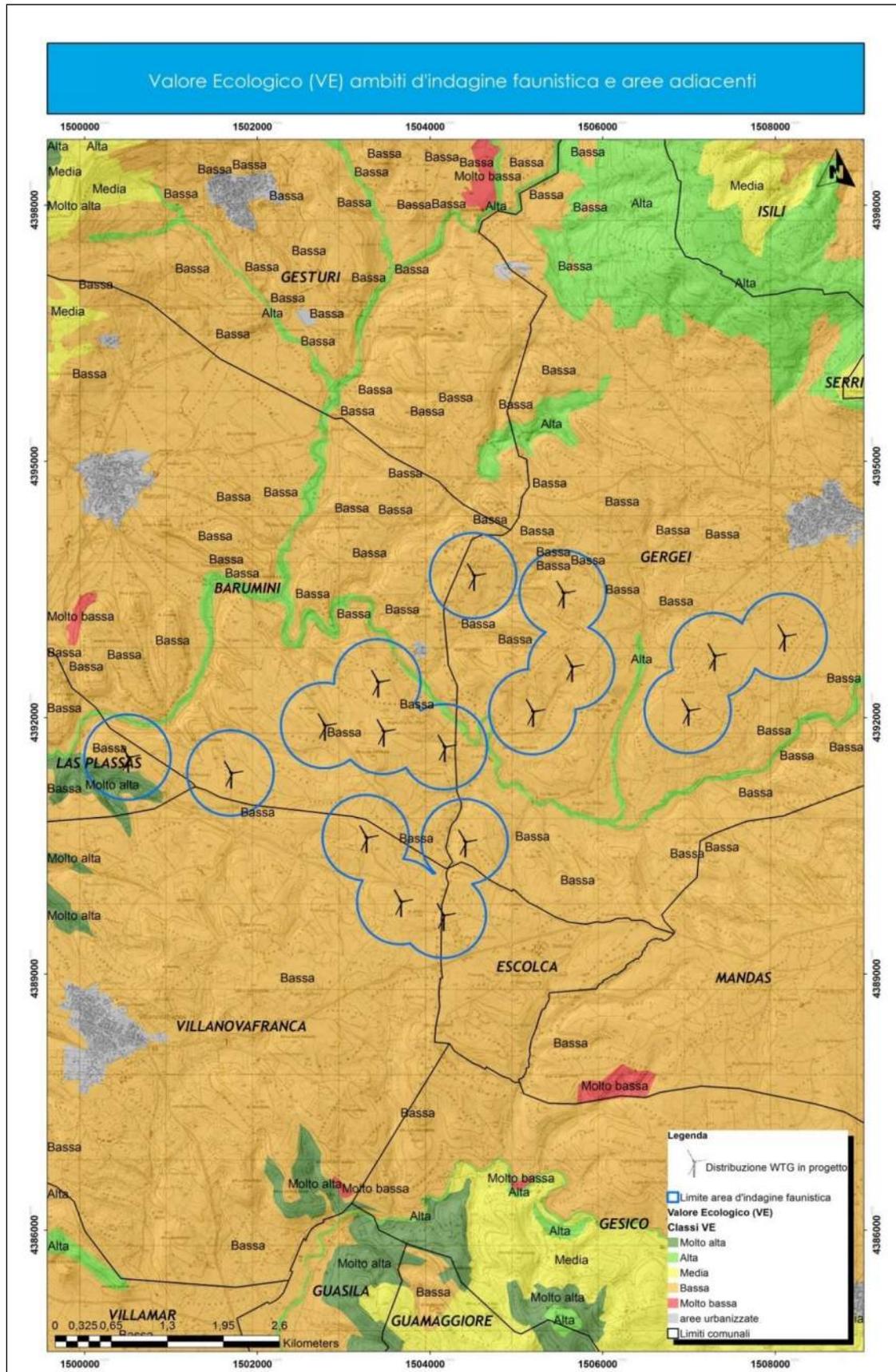


Figura 10.37 - Valore ecologico dell'area d'indagine faunistica e delle zone oggetto d'intervento progettuale.

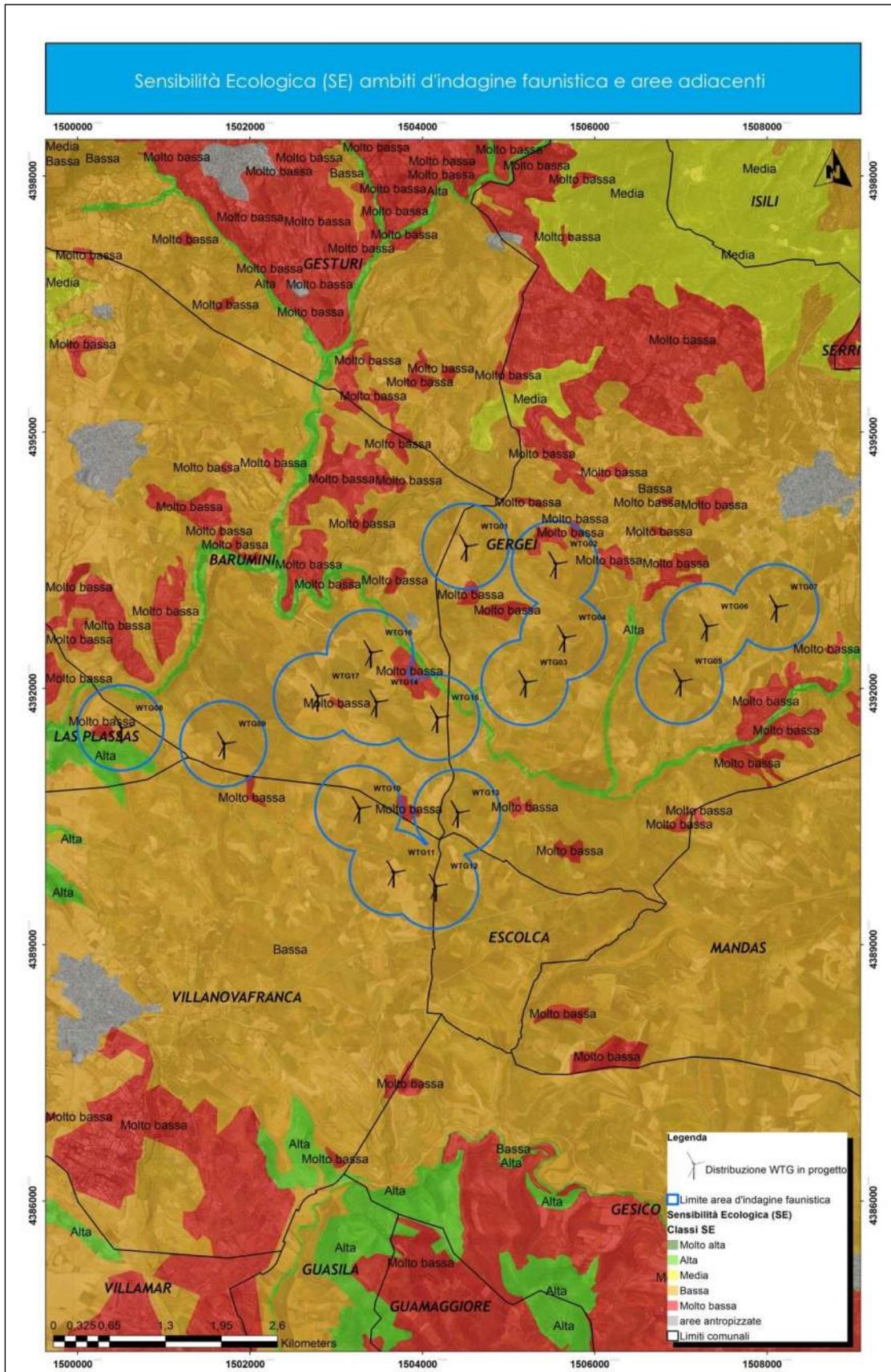


Figura 10.38 - Sensibilità ecologica dell'area d'indagine faunistica e delle zone oggetto d'intervento progettuale.

Dal punto di vista ecosistemico, in relazione a quanto descritto e rilevato a seguito delle indagini sul campo, all'interno dell'area oggetto di indagine faunistica possono essere identificate due unità ecologiche che risultano essere rappresentata dall'agro-ecosistema costituito nel caso in esame principalmente *dalle colture erbacee specializzate – foraggere, pascoli* e dall'ecosistema-seminaturale rappresentato principalmente dalla *vegetazione ripariale, dalla gariga e dalle aree a pascolo naturale* (Figura 10.39).

Nel caso in esame l'*ecosistema seminaturale* risente del disturbo antropico rappresentato in misura prevalente dall'attività pascolativa del bestiame domestico e dall'attività agricola che ha limitato la diffusione di tipologie di habitat boschivi, a gariga e macchia mediterranea, cosicché tali ambienti sono oggi circoscritti e localizzati in settori di ridotta superficie non interessate dal modellamento artificiale mediante l'impiego dei mezzi meccanici (corsi d'acqua e versanti collinari con pendenze elevate); inoltre è stata rilevata anche l'elevata carenza di elementi arbustivi/arborei lungo i confini che delimitano le aziende zootecniche, ciò contribuisce a delineare un ambiente poco diversificato in cui complessivamente sono pressoché assenti gli elementi lineari come le siepi, o di superfici a riposo (set-side), che favorirebbero la disponibilità di aree con funzione di rifugio/alimentazione/riproduzione per la fauna selvatica e a tutela della biodiversità in generale .

Al contrario le ampie superfici prive di vegetazione naturale spontanea rientrano nell'*agro-ecosistema* in cui il disturbo antropico si manifesta con l'apporto di energia esterna necessaria per il mantenimento della destinazione d'uso rappresentata principalmente dalla produzione di foraggere o prati pascolo. Tali terreni sono periodicamente arati e seminati con varietà erbacee impiegate nella produzione del foraggio quale integratore alimentare per il bestiame domestico allevato nelle aziende zootecniche operanti nell'area in esame. Le tipologie di ecosistemi di cui sopra sono i più rappresentativi all'interno dell'area d'indagine sotto il profilo dell'estensione rispetto alla tipologia di ecosistema-seminaturale, quest'ultima localizzata con superfici di modesta estensione nel settore occidentale dell'area d'indagine faunistica.

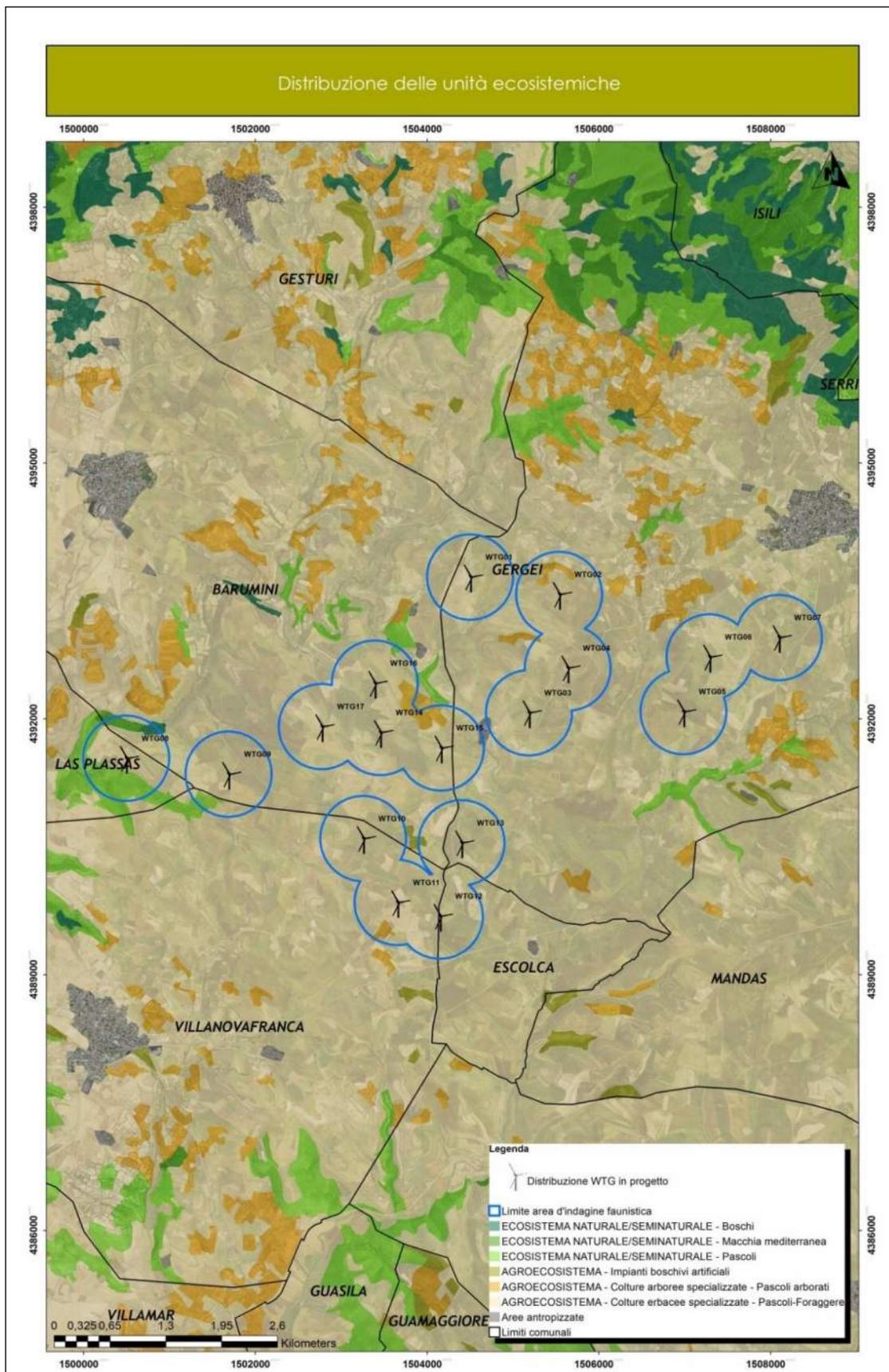


Figura 10.39 - Distribuzione delle unità ecosistemiche nell'area vasta e superfici oggetto d'intervento.

10.3.2.2.6 Elenco delle specie faunistiche presenti nell'area d'indagine

Come finora esposto, le caratteristiche faunistiche presenti nelle aree di interesse sono state verificate sia nei siti direttamente interessati dalla realizzazione delle opere, sia nel territorio circostante (buffer 0.5 km); tale impostazione è finalizzata a valutare gli eventuali impatti a carico della componente faunistica durante le fasi di cantiere e di esercizio dell'opera.

I rilievi condotti sul campo, le caratteristiche ambientali delle superfici ricadenti all'interno dell'area di indagine faunistica e la consultazione del materiale bibliografico, hanno permesso di individuare e descrivere il profilo faunistico suddiviso nelle 4 classi di vertebrati terrestri riportato nei paragrafi seguenti. Per ciascuna classe è stato evidenziato lo status conservazionistico secondo le categorie IUCN e/o l'inclusione nell'allegato delle specie protette secondo la L.R. 23/98. Per la classe degli uccelli sono indicate, inoltre, altre categorie quali SPEC, cioè priorità di conservazione, l'inclusione o meno negli allegati della Direttiva Uccelli e lo status conservazionistico riportato nella Lista Rossa degli Uccelli nidificanti in Italia aggiornata al 2019 e nella Lista Rossa Europea degli Uccelli aggiornata al 2021.

Si evidenzia inoltre che in attesa dei dati definitivi sulla componente avifauna e chiropterofauna, che si otterranno al termine del monitoraggio ante-operam di durata pari a 12 mesi, la cui conclusione è prevista a settembre 2023, in questa fase gli elenchi di seguito esposti, pur aggiornati, sono parziali e pertanto saranno integrati al termine delle attività di monitoraggio di cui sopra.

Le specie indicate in rosso sono quelle attualmente non riscontrate o incerte ma di cui si ipotizza la presenza in relazione alle caratteristiche ambientali e per vicinanza ad aree in cui sono stati svolti studi simili.

10.3.2.2.6.1 Classe uccelli

Tabella 10.16 - Elenco delle specie di avifauna presenti nell'area d'indagine faunistica

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
ANSERIFORMES									
1. <i>Anas platyrhynchos</i>	Germano reale	F1	M, W, SB	II/1		LC	LC		no
GALLIFORMES									
2. <i>Coturnix coturnix</i>	Quaglia	M4	SB	I II/2	3	LC	DD		
3. <i>Alectoris barbara</i>	Pernice sarda	M4	SB	I II/2	3	LC	DD		
ACCIPITRIFORMES									
4. <i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude	B	SB, M, W	I		LC	VU	All	PP
5. <i>Buteo buteo</i>	Poiana	I2	SB, M, W			LC	LC	All	PP
CHARADRIIFORMES									
6. <i>Burhinus oedicephalus</i>	Occhione	E	SB, M, W	I	3	LC	LC	All*	PP
7. <i>Larus michahellis</i>	Gabbiano reale	I4	SB	II/2		LC	LC		P
COLUMBIFORMES									
8. <i>Streptopelia turtur</i>	Tortora selvatica	I4	M, B	II/2	3	VU	LC		no
9. <i>Streptopelia decaocto</i>	Tortora dal collare orientale	E	SB	II/2		LC	LC		no
STRIGIFORMES									
10. <i>Tyto alba</i>	Barbagianni	A1	SB		3	LC	LC		PP
11. <i>Athene noctua</i>	Civetta	I4	SB		3	LC	LC		PP
CAPRIMULGIFORMES									

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
<i>12. Apus apus</i>	Rondone comune	I1	M, B			LC	LC		P
CORACIFORMES									
<i>13. Merops apiaster</i>	Gruccione	I6	M, W		3	LC	LC		P
FALCONIFORMES									
<i>14. Falco tinnunculus</i>	Gheppio	C	SB, M		3	LC	LC	All	PP
PASSERIFORMES									
<i>15. Corvus corax</i>	Corvo imperiale	F1	SB			LC	LC		P
<i>16. Corvus corone</i>	Cornacchia grigia	I1	SB, M?	II/2		LC	LC		
<i>17. Parus major</i>	Cinciallegra	E	SB, M?			LC	LC		P
<i>18. Lullula arborea</i>	Tottavilla	L1	SB, M, W	I	2	LC	LC		
<i>19. Melanocorypha calandra</i>	Calandra	M1	SB, Mreg	I	3	LC	VU		
<i>20. Delichon urbica</i>	Balestruccio	E	M, B, W?		3	LC	NT		
<i>21. Hirundo rustica</i>	Rondine comune	F1	M, B, W?		3	LC	NT		
<i>22. Phylloscopus collybita</i>	Lui piccolo	I1	W, M, B?			LC	LC		
<i>23. Cettia cettii</i>	Usignolo di fiume	I6	SB			LC	LC		
<i>24. Cisticola juncidis</i>	Beccamoschino	C	SB, M?			LC	LC		P
<i>25. Sylvia atricapilla</i>	Capinera	I1	SB, M, W			LC	LC		P
<i>26. Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto	M4	SB, M?			LC	LC		
<i>27. Sturnus unicolor</i>	Storno nero	M7	SB			LC	LC		
<i>28. Sturnus vulgaris</i>	Storno comune	I2	M, W	II/2	3	LC	LC		no
<i>29. Turdus merula</i>	Merlo	E	SB, M, W	II/2		LC	LC		
<i>30. Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	I1	M B		3	LC	LC		P
<i>31. Erithacus rubecula</i>	Pettirosso	L1	SB, M, W			LC	LC		P
<i>32. Phoenicurus ochruros</i>	Codiroso spazzacamino	I4	M, W			LC	LC		P
<i>33. Saxicola torquata</i>	Saltimpalo	C	SB, M, W?			LC	EN		P
<i>34. Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda	M1	SB			LC	LC		
<i>35. Motacilla alba</i>	Ballerina bianca	E	M, W			LC	LC		
<i>36. Fringilla coelebs</i>	Fringuello	I1	SB, M, W			LC	LC		P
<i>37. Carduelis chloris</i>	Verdone	I6	SB, M, W			LC	NT		P
<i>38. Carduelis carduelis</i>	Cardellino	I1	SB, M			LC	LC		P
<i>39. Emberiza calandra</i>	Strillozzo	I6	SB, M, W?		2	LC	LC		P

Per quanto riguarda la classificazione e la nomenclatura riportata nella Tabella 10.16, utilizzata per definire il profilo corologico avifaunistico dell'area di indagine, la stessa è tratta da *Boano e Brichetti* (1989) e *Boano et al.* (1990). Di seguito sono riportate le abbreviazioni che riguardano le categorie corologiche comprese nella:

- A1 – cosmopolita:** propria delle specie presenti in tutte le principali regioni zoogeografiche;
- A2 – sub cosmopolita:** delle specie assenti da una sola delle principali regioni zoogeografiche;
- B – paleartico/paleo tropicale/australasiana:** delle specie la cui distribuzione interessa le regioni Paleartica, Afrotropicale, Orientale ed Australasiana. Spesso le specie che presentano questa distribuzione, nella Paleartica sono limitate alle zone meridionali;
- C – paleartico/paleotropicale:** delle specie distribuite ampiamente nelle regioni Paleartica, Afrotropicale e Orientale. Anche la maggior parte di queste specie presenta una distribuzione ridotta alle zone meridionali della regione Paleartica;
- D1 – paleartico/afrotropicale:** delle specie ad ampia distribuzione nelle due regioni;
- E – paleartico/orientale:** delle specie la cui distribuzione interessa le regioni Paleartica ed Orientale. Alcune specie (acquatiche) hanno una distribuzione estesa ad una limitata parte della regione Australasiana.
- F1 – oloartica:** propria delle specie ampiamente distribuite nelle regioni Neartica e Paleartica;
- F2 – artica:** come sopra, ma limitata alle regioni artiche circumpolari. Alcune specie marine possono estendere il loro areale verso sud lungo le coste atlantiche; le specie nidificanti in Italia appartenenti a questa categoria hanno una chiara distribuzione boreoalpina;
- I1 – olopaleartica:** propria delle specie la cui distribuzione include tutte le sottoregioni della Paleartica;
- I2 – euroasiatica:** come sopra, ad esclusione dell'Africa settentrionale;
- I3 – eurosibirica:** come sopra, con l'ulteriore esclusione dell'Asia centrale a sud del 50° parallelo; nelle regioni meridionali sono limitate alle sole regioni montuose;
- I4 – eurocentroasiatica:** delle specie assenti dalla Siberia. In Europa la loro distribuzione è prevalentemente meridionale.
- L1 – europea (sensu lato):** delle specie la cui distribuzione, principalmente incentrata sull'Europa, può interessare anche l'Anatolia ed il Maghreb, oltre ad estendersi ad est degli Urali fino all'Ob;
- L2 – europea (sensu stricto):** distribuzione limitata all'Europa od a parte di essa;
- M1 – mediterraneo/turanica:** propria delle specie la cui distribuzione mediterranea si estende ad est fino al bassopiano aralo-caspico;
- M3 – mediterraneo/atlantica:** delle specie la cui distribuzione interessa anche le zone costiere atlantiche europee. Nel Mediterraneo presentano una distribuzione prevalentemente occidentale;
- M4 – mediterraneo/macaronesica:** delle specie presenti anche nelle isole dell'Atlantico orientale (Azzorre, Canarie e Madera);
- M5 – olomediterranea:** delle specie la cui distribuzione interessa tutta la sottoregione mediterranea definita in termini bioclimatici;
- M7 – W/mediterranea:** delle specie distribuite nel settore occidentale del Mediterraneo.
- Per quanto riguarda la classificazione e la nomenclatura utilizzata per definire il profilo fenologico avifaunistico dell'area di indagine, in accordo con quanto adottato nell'elenco degli uccelli della Sardegna (*Grussu M.*, 2001), le sigle adottate hanno i seguenti significati:
- S – sedentaria,** specie o popolazione legata per tutto l'anno alla Sardegna;

M – migratrice, specie o popolazione che passa in Sardegna annualmente durante gli spostamenti dalle aree di nidificazione a quelle di svernamento senza nidificare o svernare nell'Isola;

B – nidificante, specie o popolazione che porta a termine il ciclo riproduttivo in Sardegna;

W – svernante, specie o popolazione migratrice che passa l'inverno o gran parte di questo in Sardegna, ripartendo in primavera verso le aree di nidificazione;

E – specie presente con individui adulti durante il periodo riproduttivo senza nidificare, o con un numero di individui nettamente superiore alla popolazione nidificante;

A – accidentale, specie che capita in Sardegna in modo sporadico;

reg. – regolare

irr. – irregolare

? – indica che lo status a cui è associato è incerto.

In merito alle SPEC in Tabella 10.16 sono indicati con un numero da 1 a 3 quelle specie la cui conservazione risulta di particolare importanza per l'Europa (BirdLife International 2017). Laddove ciò non sia indicato significa che la specie non rientra tra le categorie SPEC. La priorità decresce da 1 a 3 secondo il seguente schema:

SPEC 1 - specie globalmente minacciate e quindi di particolare importanza conservazionistica a livello globale.

SPEC 2 - specie che non hanno uno stato di conservazione favorevole e la cui popolazione è concentrata in Europa.

SPEC 3 - specie che non hanno uno stato di conservazione favorevole in Europa, ma le cui popolazioni non sono concentrate in Europa. Le specie non contrassegnate da alcuna categoria presentano popolazioni o areali concentrati in Europa e sono caratterizzate da un favorevole stato di conservazione (SPEC4 e non-SPEC).

Il livello d'importanza conservazionistica su scala europea è indicato dalla categoria SPEC mentre l'urgenza dell'azione di conservazione è valutata sulla base del grado di minaccia in relazione alle categorie assegnate per ognuna delle specie rilevabili dal Libro Rosso IUCN (European Red List of Birds, BirdLife, 2021) secondo lo schema proposto nella Figura 10.40.

A livello nazionale lo stato di minaccia delle specie faunistiche riscontrate è individuato dalle categorie evidenziate secondo la *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani*. (Rondinini, C., Battistoni, Teofili, C., 2022.) e dalla *Lista Rossa IUCN degli uccelli nidificanti in Italia* (Gustin, M., Nardelli, R., Brichetti, P., Battistoni, A., Rondinini, C., Teofili, C., 2019) che adottano le medesime categorie della precedente lista rossa IUCN e con lo schema riproposto in Figura 10.41.

Le specie incluse nella direttiva 79/409/CEE (oggi 147/2009) e successive modifiche, sono suddivise in vari allegati; nell'allegato 1 sono comprese le specie soggette a speciali misure di conservazione dei loro habitat per assicurare la loro sopravvivenza e conservazione; le specie degli allegati 2 e 3 possono essere cacciate secondo le leggi degli Stati interessati. Infine anche la L.R. 23/98, che contiene le norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio dell'attività venatoria in Sardegna, prevede un allegato nel quale sono indicati un elenco delle specie di fauna selvatica particolarmente protetta e, contrassegnate da un asterisco, le specie per le quali la Regione Sardegna adotta provvedimenti prioritari atti ad istituire un regime di rigorosa tutela dei loro habitat.

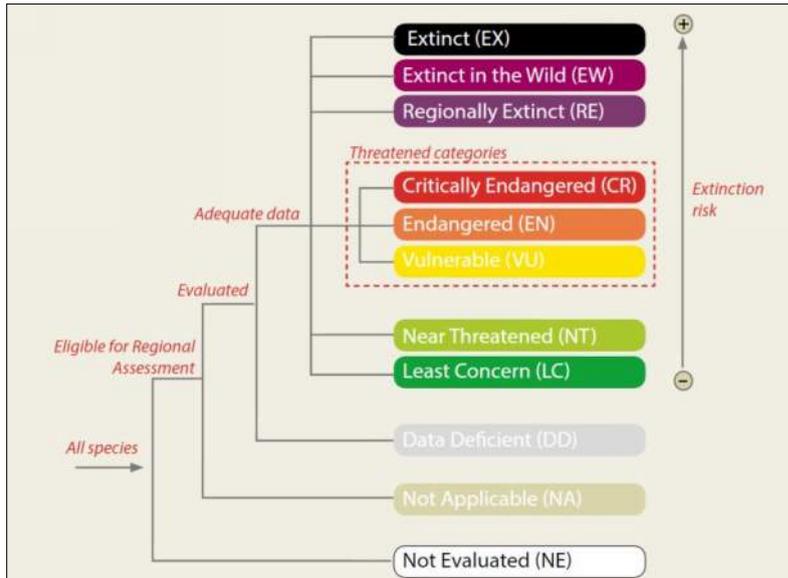


Figura 10.40 - Categorie di minaccia IUCN (BirdLife International, 2021).

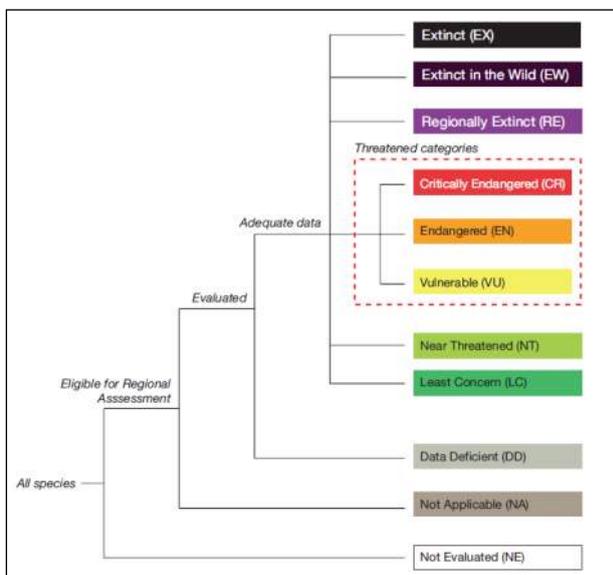


Figura 10.41 - Struttura delle categorie IUCN adottate nella Lista Rossa dei Vertebrati Italiani 2022.

10.3.2.2.6.2 Classe mammiferi

Tra i mammiferi carnivori, in relazione alle caratteristiche ambientali rilevate sul campo, si evidenzia alta probabilità di presenza della *volpe sarda* e della *donnola*, mentre si ritengono assenti la *martora* e il *gatto selvatico*. È da accertare la presenza della *lepre sarda* e anche del *coniglio selvatico*; come già citato, dalla preliminare consultazione dei dati di monitoraggio faunistico svolti nell'autogestita adiacente (*San Salvatore*) avviati su iniziativa della RAS nel 2018, è stata riscontrata l'assenza entrambe le specie probabilmente dovuta alla scarsa diffusione di aree rifugio, assenza di siepi e di poca disponibilità di ampie zone a macchia e gariga. Tali condizioni, non dissimili dall'ambito oggetto d'indagine faunistica, potrebbero far supporre anche in questo caso che sia probabile l'assenza o la densità molto bassa. Il *Riccio*

europeo è da ritenersi specie potenzialmente presente benché raro a causa della scarsità di aree e siepi idonee in cui è diffusa la macchia mediterranea e la gariga (Tabella 10.17).

In generale densità basse e rarità sono giustificabili per le specie di cui sopra a seguito della diffusa omogeneizzazione degli habitat che risentono, inoltre, anche della bassa complessità delle siepi in termini di struttura e forma tali da non consentire un habitat di rifugio e di alimentazione particolarmente idoneo per tutte le specie.

Infine per quanto riguarda la presenza di specie appartenenti all'ordine dei chiroterri, attualmente, a partire da ottobre 2022, sono in corso rilievi nell'ambito del monitoraggio faunistico ante-operam, pertanto ad oggi non è possibile avere un quadro sufficientemente esaustivo riguardo la composizione qualitativa della componente chiroterrofauna; tuttavia, in relazione alle caratteristiche ambientali e a monitoraggi condotti in aree limitrofe, è ipotizzabile, almeno in questa fase preliminare, la presenza delle specie riportate nella seguente *Tabella 10.7*. Si evidenzia inoltre che ad oggi non sono noti siti ipogei (grotte/caverne/gallerie) identificati come aree di svernamento/riproduzione/rifugio di importanza significativa per la componente in esame.

Tabella 10.17 - Elenco delle specie di mammiferi presenti nell'area di indagine faunistica.

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
CARNIVORI					
1. <i>Vulpes vulpes ichtnusae</i>	Volpe sarda		LC	LC	
2. <i>Mustela nivalis</i>	Donnola		LC	LC	
EULIPOTIFILI					
3. <i>Erinaceus europaeus italicus</i>	Riccio		LC	LC	
LAGOMORFI					
4. <i>Oryctolagus cuniculus huxleyi</i>	Coniglio selvatico		NT	introdotta	
5. <i>Lepus capensis</i>	Lepre sarda		LC	introdotta	
CHIROTTERI					
6. <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello nano	All. IV	LC	LC	
7. <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrello albolimbato	All. IV	LC	LC	
8. <i>Hypsugo savii</i>	Pipistrello di Savi	All. IV	LC	LC	
9. <i>Tadarida teniotis</i>	Molosso di Cestoni	All. IV	LC	LC	

10.3.3 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

L'inquadramento geopedologico è stato invece curato dal Dott. Agr. Nat. Nicola Manis nell'Elaborato WGG-RA6. Si rimanda, pertanto, ai documenti progettuali citati per ogni maggiore approfondimento in relazione ai rapporti tra le opere proposte ed il contesto geologico e geopedologico di riferimento.

10.3.3.1 Geopedologia e uso del suolo

10.3.3.1.1 Introduzione

La caratterizzazione e la successiva descrizione dei suoli di una regione è sempre complicata da realizzare in quanto la componente oggetto di analisi è caratterizzata da una notevole variabilità spaziale. Il suolo è considerato, già da parecchio tempo, come un corpo quadridimensionale (tempo e spazio) "naturale indipendente, con una sua propria morfologia di profilo risultante da un'unica combinazione di clima, forme biologiche, materiale derivante dalla roccia madre, dalla topografia e dal tempo" (Dokuchaev, 1885). Per sintetizzare ciò possiamo fare riferimento alla

ben nota, e sempre valida, equazione di Jenny del 1941, $S = f(\text{cl, o, r, p, t})$, in cui il suolo viene espresso come funzione del clima, degli organismi viventi, del rilievo, della roccia madre e del tempo.

Il clima, come ben noto, influisce sulla pedogenesi in quanto agisce sui costituenti del sistema suolo attraverso l'alterazione della roccia madre, lo sviluppo della vegetazione e la modificazione della forma del paesaggio.

La vegetazione è strettamente influenzata dal clima e condiziona i processi di formazione del suolo. Ad esempio, la presenza di una densa copertura boschiva garantisce un continuo apporto di sostanza organica e svolge un ruolo di protezione dall'azione erosiva delle acque di ruscellamento.

Il rilievo influisce, invece, dapprima in modo indiretto, in quanto attraverso l'esposizione può ad esempio condizionare l'intensità delle precipitazioni e dei venti, e poi in modo diretto, in quanto l'elevata pendenza può innescare processi gravitativi e fenomeni di ruscellamento.

La roccia madre fornisce la materia prima ai processi pedogenetici. Infatti, l'alterazione della roccia fornisce la frazione minerale che rappresenta l'input per i successivi processi di sviluppo del suolo. In presenza di rocce tenere, o comunque facilmente alterabili, i suoli possono assumere forme ben sviluppate in assenza di particolari processi erosivi, mentre la presenza di rocce fortemente massive e litoidi ostacola i processi pedogenetici determinando talvolta la presenza di suoli sottili, talora limitati a semplici coperture di spessore centimetrico.

Infine, il fattore tempo è decisivo per lo svolgersi delle azioni determinate dai fattori precedenti. Quindi, nello studio dei suoli e nella determinazione della sua variabilità spaziale non si può certamente prescindere da tutti questi fattori che influiscono, in maniera differente, sui processi pedogenetici.

Le teorie pedologiche tradizionali dimostrano che, dove le condizioni ambientali generali sono simili ed in assenza di disturbi maggiori, come possono essere ad esempio particolari eventi deposizionali o erosivi, i suoli dovrebbero seguire un'evoluzione ed uno sviluppo che converge verso un ben determinato tipo pedologico caratteristico di quella precisa area. In questo senso, la pedogenesi più lunga avviene sotto condizioni ambientali favorevoli e, soprattutto, costanti in cui le caratteristiche fisiche, biologiche e chimiche imprimono la loro impronta sulla pedogenesi stessa. Ma questo sviluppo, o meglio questa progressione verso uno stadio di maturità dei suoli, non è sempre evidente, proprio perché i fattori precedentemente descritti possono interromperla in qualsiasi momento (Phillips, 2000). La realtà, infatti, si discosta spesso in modo marcato dalle teorie pedologiche, proprio come avviene ogni volta che si cerca di modellizzare l'ambiente ed i processi che si instaurano, in quanto difficilmente vi è la contemporanea continuità dei suddetti fattori. Questo è valido a tutte le scale di osservazione, sia alla mesoscala che alla microscala, in quanto anche dall'analisi di un piccolo versante è possibile osservare variazioni litologiche e micromorfologiche che influiscono in modo determinante sulla formazione e sul comportamento del suolo.

A complicare quanto descritto fino a questo momento, non si possono certamente trascurare le variazioni indotte da una qualsiasi gestione antropica. Quest'ultima determina una sintomatica variazione dello sviluppo dei suoli. Infine, a ciò si aggiunge il fatto che le informazioni ottenute da una zona non possono essere estese ad altre aree simili senza una verifica completa, rendendo il rilievo pedologico lungo nel tempo e con costi elevati.

Nel corso degli anni lo studio della variazione spaziale dei suoli si è continuamente evoluto, passando dall'analisi dei singoli fattori che concorrono ai processi precedentemente descritti al rapporto suolo-paesaggio, fino ad arrivare agli anni 90' del secolo scorso, quando parte dello studio è stato concentrato sulla caratterizzazione del concetto di variabilità e sulla determinazione della frequenza con la quale variavano i diversi fattori. Burrough (1983), ad esempio, ha osservato come alcuni fattori variano con una certa costanza, potendo quindi essere inseriti all'interno di una variabilità definita sistematica, mentre altri fattori non possono che

essere ricondotti ad una variabilità casuale. Sono proprio questi i concetti su cui si è concentrata l'attenzione dei ricercatori del settore, con diverse interpretazioni in funzione delle variabili di volta in volta analizzate. In particolare, secondo Saldana et al. (1998) la variazione sistematica è un cambiamento graduale o marcato nelle proprietà dei suoli ed è espressa in funzione della geologia, della geomorfologia, dei fattori predisponenti la formazione dei suoli e/o delle pratiche di gestione dei suoli stessi. Anche per Perrier e Wilding (1986) queste variazioni sistematiche possono essere espresse in funzione di:

1. morfologia (es. rilievi montani, plateaux, pianure, terrazzi, valli, morene, etc.);
2. elementi fisiografici (es. le vette e le spalle dei versanti);
3. fattori pedogenetici (es. cronosequenze, litosequenze, toposequenze, biosequenze e climosequenze).

Secondo Couto et al. (1997), le variazioni sistematiche potrebbero essere osservate in generale già durante le prime fasi dei rilievi di campo.

Le altre variazioni, ovvero quelle casuali, non possono essere spiegate in termini di fattori predisponenti la formazione ma, sono riconducibili: alla densità di campionamento, agli errori di misura e alla scala di studio adottata (Saldana et al., 1998). È contenuto in questi schemi di campionamento il presupposto dell'identità per i campioni adiacenti, anche se ciò raramente è stato riscontrato (Sierra, 1996). In generale, la variabilità sistematica dovrebbe essere maggiore della variabilità casuale (Couto et al., 1997), in quanto il rapporto con il paesaggio è più stretto.

Più volte si è fatto riferimento alla variabilità dei suoli alle diverse scale di osservazione. In generale, la variazione spaziale tende a seguire un modello in cui la variabilità diminuisce al diminuire della distanza fra due punti nello spazio (Youden e Mehlich, 1937; Warrick e Nielsen, 1980). La dipendenza spaziale è stata osservata per una vasta gamma di proprietà fisiche, chimiche e biologiche, nonché nei processi pedogenetici.

Come già ampiamente descritto nelle pagine precedenti, le variazioni spaziali dei suoli sono giustificate attraverso un'analisi dei 5 principali fattori responsabili della formazione del suolo: clima, litologia, topografia, tempo e organismi viventi. Ma la base della variabilità è la scala del rilievo, in quanto ciascuno di questi fattori esercita un proprio peso che differisce anche, e soprattutto, a seconda della scala. È quindi molto importante individuare una scala di lavoro che permetta di sintetizzare il ruolo svolto dai singoli fattori.

Alcuni esempi esplicativi possono essere ricondotti alle variazioni climatiche, che esercitano un ruolo importante sulla variabilità dei suoli, particolarmente alle scale regionali. Ma quando nel territorio subentrano anche sensibili variazioni morfologiche e topografiche, allora le temperature e le precipitazioni possono differire sensibilmente anche per distanze di 1 km. Inoltre, variazioni climatiche possono essere determinate dall'esposizione, come il microclima sui versanti esposti a nord che, alle nostre latitudini, differisce in maniera consistente rispetto ai versanti esposti a sud.

Allo stesso modo, anche la roccia madre varia spesso alla scala regionale, ma vi sono sensibili differenze anche alla grande scala, o di dettaglio. Molti esempi suggeriscono che le variazioni dei suoli alla scala di dettaglio avvengono soprattutto con i cambiamenti nella topografia, ma è molto difficile accorgersi delle variazioni dei suoli e di quali proprietà possano mutare lungo uno stesso versante (Brady e Wiel, 2002).

È necessario quindi poter distinguere quello che avviene alle differenti scale di osservazione; alle grandi scale, ad esempio, i cambiamenti avvengono all'interno di pochi ettari coltivati o di aree incolte. La variabilità a questa scala di osservazione può essere difficile da misurare, a meno di possedere un numero elevatissimo di osservazioni e con una densità di campionamento improponibile per i normali rilevamenti pedologici.

In molti casi alcune considerazioni, ma si tratta sempre di considerazioni effettuate dopo aver analizzato i primi dati pedologici, possono essere estrapolate anche osservando l'altezza o la densità di vegetazione che può riflettere una determinata variabilità dei suoli, come pure una variabilità nelle forme del paesaggio o la presenza di differenti substrati geologici. Laddove lo studio richiede una valenza scientifica o una precisa caratterizzazione dei suoli è sempre necessario che i cambiamenti delle proprietà dei suoli siano determinati attraverso l'analisi dei campioni di suolo prelevati.

Alla media scala, invece, si osserva come la variabilità sia in stretta relazione con alcuni fattori pedogenetici. Comprendendo le influenze di uno di questi sul rapporto suolo-paesaggio, è spesso possibile definire un set di singoli suoli che volgono insieme in una sequenza attraverso il paesaggio stesso. Frequentemente è possibile, identificando un membro di una serie, predire le proprietà dei suoli che occupano una determinata posizione nel paesaggio da altri membri di una serie (Brady e Wiel, 2002). Tali serie di suoli includono litosequenze (considerando sequenze di rocce madri), cronosequenze (considerando rocce madri simili ma tempi pedogenetici diversi) e toposequenze (con suoli disposti secondo cambiamenti nella posizione fisiografica). La toposequenza viene anche indicata col termine catena. Le associazioni di suoli raggruppano suoli diversi, presenti nello stesso paesaggio, non cartografabili singolarmente alla scala utilizzata, ma distinguibili a scale di maggior dettaglio. L'identificazione delle associazioni di suoli è importante, in quanto queste consentono di caratterizzare il paesaggio attraverso la zonizzazione di grandi aree e possono essere utilizzate come strumento di programmazione urbanistica e del territorio.

10.3.3.1.2 *Unità di terre*

L'uso di carte tematiche specifiche, ed in questo caso della carta delle Unità di Terre, costituisce uno dei metodi migliori per la rappresentazione e visualizzazione della variabilità spaziale delle diverse tipologie di suolo, della loro ubicazione e della loro estensione.

Il significato delle Unità di Terre concerne l'individuazione di aree in cui avvengono, in modo omogeneo, determinati processi di pedogenesi che si riflettono nella formazione di suoli con caratteri simili anche in aree distanti tra loro. Il principio cardine su cui si basa il lavoro è il noto paradigma suolo e paesaggio ovvero il legame stretto che permette, attraverso l'osservazione delle singole componenti di quest'ultimo, l'individuazione di aree omogenee caratterizzate da classi di suoli di origine analoga e la loro distribuzione spaziale.

I suoli, come descritto precedentemente, si formano attraverso un'interazione composta tradizionalmente da cinque fattori: substrato pedogenetico, topografia, tempo, clima ed organismi viventi (Jenny, 1941). Le complesse interazioni tra questi fattori avvengono seguendo modelli ripetitivi che possono essere osservati a scale differenti, conducendo alla formazione di combinazioni pedologiche assimilabili. Questa è la base per la definizione, identificazione e mappatura dei suoli (Soil Survey Division Staff, 1993).

In questi termini, i modelli locali di topografia o rilievo, substrato pedogenetico e tempo, insieme alle loro relazioni con la vegetazione ed il microclima, possono essere utilizzati per predire le tipologie pedologiche in aree ristrette (Soil Survey Division Staff, 1993).

In sintesi, si tratta di uno strumento importante ai fini pedologici, proprio perché per ciascuna unità viene stabilita la storia evolutiva del suolo in relazione all'ambiente di formazione, e se ne definiscono, in questo modo, gli aspetti e i comportamenti specifici. Inoltre, dalla carta delle Unità di Terre è possibile inquadrare le dinamiche delle acque superficiali e profonde, l'evoluzione dei diversi microclimi, i temi sulla pianificazione ecologica e la conservazione del paesaggio, le ricerche sulla dispersione degli elementi inquinanti, ma anche fenomeni urbanistici ed infrastrutturali (Rasio e Vianello, 1990).

Seppur il lavoro svolto ha avuto come riferimento bibliografico la Carta delle Unità di Terre realizzata nel 2014, nell'ambito del progetto CUT 1 dalle agenzie regionali Agris e Laore e dalle Università di Cagliari (Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche) e Sassari (Dipartimento

di Agraria, sezione Ingegneria del Territorio), le valutazioni fatte nella definizione delle unità sono strettamente legate agli obiettivi dello studio nonché alla scala di rilevamento e restituzione del dato.

La metodologia utilizzata per l'individuazione delle Unità di Terre presenti nel territorio in esame ripercorre passo per passo quella impiegata nella fase preliminare del progetto CUT per le quattro aree pilota.

Seguirà una descrizione generale delle unità individuate per i territori di indagine:

MAN (sottounità fisiografica -1, 0, +1, +2)

Unità caratterizzata da diverse morfologie (concave e convesse), versanti semplici, lineari e ondulati aree pianeggianti e subpianeggianti nelle sommità dei rilievi collinari e nei fondivalle.

Uso del suolo prevalentemente costituito da seminativi, pascoli e secondariamente colture permanenti come oliveti (principalmente) e vigneti. Localmente sono presenti piantagioni di eucalipto e rimboschimenti misti a quercia. Complessivamente presenza di suoli con profondità da moderata a elevata talora associata localmente a elevata pietrosità superficiale. Le criticità di questi suoli sono imputabili localmente all'elevato contenuto in scheletro grossolano, all'erosione idrica laminare, specialmente in aree a elevate pendenze alla ridotta profondità dei suoli e/o alle difficoltà di drenaggio. Si tratta di suoli arabili, localmente possono essere necessari limitati interventi di drenaggio.

ATN (sottounità fisiografica -1, 0, +1)

Alternanza di forme concave e convesse con aree pianeggianti e subpianeggianti nelle sommità dei rilievi collinari. Versanti semplici, lineari e ondulati. Gli usi più frequenti sono associati alla produzione agricola con seminativi, pascoli e colture permanenti come oliveti (principalmente) e vigneti. Caratterizzata da suoli a moderata e elevata profondità, talora associati ad elevata pietrosità superficiale. Criticità imputabili localmente a erosione idrica laminare nelle aree ad elevata pendenza ed alla ridotta o moderata profondità dei suoli, orizzonti con accumuli di carbonati secondari subsuperficiali.

CTN (sottounità fisiografica +1)

Dominanza di forme convesse, versanti semplici e displuvi contraddistinti da pendenze comprese tra 2,5 e 15%.

I suoli sono da moderatamente profondi a profondi con tessitura generalmente franco sabbiosa argillosa. Prevalenza di seminativi, per la produzione cereali da granella, foraggi verdi e stagionati, e pascoli per gli ovini.

Le principali limitazioni d'uso sono: pietrosità a tratti elevate, talora associata a lavorazioni eccessivamente profonde, localmente rischi di erosione moderati. Suoli marginali alla utilizzazione intensiva. Adozione di misure per la limitazione della profondità di lavorazione.

10.3.3.1.3 *Descrizione dei suoli*

L'analisi pedologica è stata portata a termine attraverso una serie di sopralluoghi, effettuati in data 27/12/2022 e 28/12/2022 che hanno consentito allo scrivente di analizzare e verificare le effettive caratteristiche dei suoli dell'area su cui verranno ubicati gli aerogeneratori. La descrizione, riportata di seguito, è stata fatta considerando i substrati pedogenetici delle superfici interessate, impostatisi su suoli sviluppatasi sui depositi sedimentari di arenarie grossolane e conglomerati delle Litofacies nelle Marne di Gesturi (GSTc), in cui ricadono le stazioni WTG05, WTG07, WTG10, WTG13, WTG14, WTG17; nei suoli in cui verrà ubicata la turbina eolica WTG06 facente sempre parte delle Litofacies nelle Marne di Gesturi ma composta da livelli di arenarie bioclastiche e calcareniti a litotamni (GSTc), dai suoli sviluppatasi sulle

marne arenacee e siltitiche giallastre delle Marne di Gesturi in cui ricadono le stazioni WTG11 e WTG12, su quelli sviluppatasi sulla Formazione della Marmilla che comprende i siti WTG01, WTG03, WTG04, WTG08, WTG09, WTG15 e WTG16; e infine, i suoli formati sulle coltri eluvio-colluviali oloceniche in cui ricade parzialmente la stazione WTG02.

I rilevamenti sono stati eseguiti per ogni singola stazione in cui è prevista l'installazione degli aerogeneratori; pertanto nelle superfici in cui si prevede la realizzazione delle fondazioni. Per raccogliere informazioni dettagliate si è provveduto ad effettuare dei minipit e delle trivellate che saranno utili per redigere la Land Capability. Tale strumento sarà necessario a valutare le limitazioni e le capacità d'uso del territorio, in previsione degli usi potenziali che potrebbero essere attuati sulla base delle caratteristiche riscontrate.

Sito aerogeneratore WTG01



Figura 10.42 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG01 nel territorio di Gergei, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG01 ricade nella parte alta di una collina, a quota di 292m s.l.m., inserito geologicamente nella Formazione della Marmilla (RML). La micromorfologia è concava, l'unità di terra di appartenenza è la MAN 1 mentre la pendenza rilevata è di circa il 6%.

La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale media stimata è del 12%, costituita da ghiaia per il 3%; il 2% di ciottoli piccoli e il 7% di ciottoli grandi.

I suoli sono profondi, con un profilo rilevato Ak - Bck - Ck. L'orizzonte Ak va da 0 a 50 cm, struttura poliedrica subangolare media grossolana, presenta uno scheletro composto da ghiaia fine per l'1%. Dai 30cm in poi il rilevamento è stato condotto mediante l'ausilio della trivella. L'orizzonte Bck va da 50 a 87cm, si tratta di un orizzonte di transizione in cui si possono osservare le caratteristiche dell'orizzonte B e dell'orizzonte C ma senza una netta distinzione. Si riscontrano filamenti e carbonati diffusi tali da

e attribuire all'orizzonte la lettera k. L'orizzonte Ck va da 87 a 110cm e così come l'orizzonte precedente lo scheletro è pressoché assente con carbonati diffusi e concrezioni presenti nella matrice. Nel complesso l'attività biologica è elevata ad opera di lombrichi. Per quanto riguarda l'uso del suolo il terreno è attualmente incolto e ricoperto da uno strato erbaceo di essenze annuali e biennali. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.43 – Trivellata nella stazione WTG01 effettuata a partire da 30cm



Figura 10.44 - Coperture erbacee nelle superfici progettuali



Figura 10.45 – A sinistra vista panoramica in direzione N-E dalla stazione eolica. A destra vista panoramica in direzione S-E dalla stazione eolica



Figura 10.46 – Coperture erbacee nelle superfici progettuali e vista panoramica in direzione S

Sito aerogeneratore WTG02



Figura 10.47 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG02 nel territorio di Gergei, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista la messa in posa dell'aerogeneratore WTG02 è posto nella parte alta di una collina e ricade parzialmente sulle coltri eluvio-colluviali a quota di 321m s.l.m. La stazione è compresa tra due unità di terra distinte la DCO 1 e la MAN 1, la micromorfologia è concava mentre la pendenza rilevata è del 7%.

La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 15%, costituita da ghiaia per il 5%, dall'8% di ciottoli piccoli e dal 2% di ciottoli grandi. Marginalmente al fondo si osservano cumuli di pietre derivate dalle operazioni di miglioramento fondiario passate.

I suoli sono profondi, con profilo rilevato Apk - Ak. L'orizzonte Apk va da 0 a 20 cm mentre l'orizzonte Ak si estende da 20 a 71 cm e prosegue probabilmente oltre il metro di profondità. Non avendo riscontrato delle differenze pedologiche l'unico elemento che consente di identificare due orizzonti è dato dall'uso del suolo e dalla profondità di lavorazione. Lo scheletro

è pressoché assente stimato all'1% di ghiaia fine, sono presenti carbonati diffusi e filamenti. Per agevolare le operazioni e verificare il cambio di orizzonte, considerata la profondità del suolo presente, è stata eseguita una trivellata internamente al profilo a partire da 20cm in poi. Tuttavia, il cambio con l'orizzonte sottostante non è stato trovato il che conferma la profondità di questi suoli. Per quanto riguarda l'uso del suolo, la superficie è classificabile come un seminativo in

quanto coltivata a cerealicole su sodo. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts e Typic Haploxeralfs.



Figura 10.48 - Trivellata nella stazione WTG02 effettuata a partire da 20cm



Figura 10.49 – Superfici agricole coinvolte in progetto



Figura 10.50 – A sinistra cumuli di pietre abbancati lungo il margine del seminativo. A destra dettaglio della coltura cerealicola in atto.



Figura 10.51 – Vista panoramica in direzione 0 dalla postazione eolica WTG02

Sito aerogeneratore WTG03



Figura 10.52 Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG03 nel territorio di Gergei, in basso il profilo rilevato



L'areale in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG03 ricade geologicamente sulle Litofacies nelle Marne di Gesturi (GSTc), posto nella parte alta di una collina a quota di 291m s.l.m e contraddistinto da una micromorfologia subpianeggiante. L'unità cartografica di appartenenza è la MAN e la pendenza rilevata è di circa l'1 %.

La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale è del 3%, costituita per il 2% di ghiaia, e l'1% di ciottoli piccoli. Piccoli abbancamenti di clasti lungo i confini del fondo evidenziano le azioni di miglioramento fondiario.

I suoli sono profondi probabilmente superiori al metro, con profilo rilevato Apk- Ak - Ck. L'orizzonte Apk va da 0 a 40cm e presenta uno scheletro pressoché assente. L'attività biologica è comune e si riscontrano carbonati diffusi. L'orizzonte Ak va da 40 a 65cm. Così come per il rilevamento precedente non sono stati riscontrati elementi tali da differenziare gli strati pedologici pertanto l'unico parametro distintivo sono le lavorazioni agricole. Considerata la profondità dei suoli, il rilievo

dai 35cm in poi è proseguito con la trivella che ha agevolato le operazioni e ha permesso di individuare il cambio a 65 cm, in cui si trova l'orizzonte Ck. Quest'ultimo presenta dei colori decisamente più chiari ed è caratterizzato dalla presenza di filamenti carbonatici concrezioni e screziature. L'orizzonte Ck prosegue oltre gli 85cm. Perimetralmente la copertura vegetale è composta da specie erbacee perenni come *Foeniculum vulgare* (finocchio selvatico). L'uso del suolo attuale è indirizzato ai fini produttivi, si tratta infatti di un seminativo coltivato a sulla.

Questa coltura foraggera che bene si adatta nei terreni calcarei riveste un ruolo importante nell'arricchimento dei microelementi del suolo attraverso la sua azione azotofissatrice. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.53 - Trivellata nella stazione WTG03 effettuata a partire da 20cm



Figura 10.54 – Dettaglio degli aggregati dell'orizzonte B che presentano screziature e concrezioni di carbonato di calcio.



Figura 10.55 – A sinistra massi e blocchi accumulati nel margine del seminativo. A destra dettaglio della coltura a sulla.



Figura 10.56 – Vista panoramica in direzione S-O dalla postazione eolica WTG03

Sito aerogeneratore WTG04



Figura 10.57 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore V4 nel territorio di Gergei, in basso il profilo rilevato



La superficie in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG04 ricade nella parte sommitale di una collina a quota di 296m s.l.m. ed è contraddistinto da un substrato sedimentario marnoso ma riconducibile alle Marne di Gesturi. L'unità cartografica di appartenenza è l'unità MAN -1, la micromorfologia è concava e la pendenza rilevata è di circa il 13%.

La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 17%, costituita da 8% di ghiaia, 7% di ciottoli piccoli e 2% di ciottoli grandi.

I suoli risultano mediamente profondi, con un profilo rilevato Apk- Bk-R. L'orizzonte Apk va da 0 a 63 cm, lo scheletro è dell'1% di ghiaia grossolana, mentre l'orizzonte Bk va dai 63 cm agli 87cm, pressoché privo di scheletro e presenta filamenti carbonatici. Dai 25 cm in poi il rilievo è proseguito con la trivella e ha permesso di rilevare il contatto litico con lo strato R ad 87cm.

La copertura vegetale è caratterizzata fondamentalmente da specie erbacee perenni quali finocchietto selvatico e asparago e alcuni esemplari arborei di perastro che si dispongono marginalmente all'appezzamento. Per quanto riguarda l'uso del suolo la superficie è classificabile come un seminativo coltivato a favino.

I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs



Figura 10.58 - Trivellata nella stazione WTG4 effettuata a partire da 25cm



Figura 10.59 – A sinistra dettaglio pietrosità superficiale. A destra dettaglio della coltura in atto a favino



Figura 10.60 – Vista completa delle superfici in cui si prospetta la realizzazione della stazione eolica, marginalmente tra i seminativi si sviluppa la copertura vegetale naturale.



Figura 10.61 – Vista panoramica in direzione S dalla postazione eolica WTG04

Sito aerogeneratore WTG05



Figura 10.62 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG05 nel territorio di Gergei, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista la messa in posa dell'aerogeneratore WTG05, ricade nella parte alta di altipiano collinare, a quota di 331m s.l.m. inserito geologicamente come per il precedente, sulle Litofacies nelle Marne di Gesturi (GSTc). L'unità cartografica di appartenenza è l'unità l'ATN e la pendenza rilevata è di circa l'1,5%.

La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 14%, costituita dal 6% di ghiaia 5 % di ciottoli piccoli e 5% di ciottoli grandi. La pietrosità non è uniforme in tutte le superficie progettuali e a tratti presenta volumi elevati, mentre in altre aree del fondo è quasi assente. I suoli sono profondi ben strutturati con un profilo rilevato è Apk - Bk1 - Bk2. L'orizzonte Apk va da 0 a 40 cm, scheletro pressoché assente. A questa profondità è stato rilevato il cambio pedologico, mediante l'utilizzo della trivella. L'orizzonte Bk1 va infatti da 40 a 60cm, mentre l'orizzonte Bk2 va da 60 agli 80cm e prosegue probabilmente oltre i 100cm. Lo scheletro è

assente, i colori della matrice sono più chiari, e sono presenti filamenti e concrezioni calcaree tipiche delle marne così come lo strato precedente. Per quanto riguarda l'uso del suolo, la superficie è classificabile come un seminativo in quanto coltivata a cerealicole su sodo.

I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.63 - Trivellata nella stazione WTG05 effettuata a partire da 25cm



Figura 10.64 – Sequenza di immagini che mette in risalto la differenza dei volumi di pietrosità nel sito che variano in poche decine di metri.



Figura 10.65 – Vista in direzione O dalla postazione eolica WTG05



Figura 10.66 – Vista in direzione N-O dalla postazione eolica WTG05

Sito aerogeneratore WTG06



Figura 10.67 Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG06 nel territorio di Gergei, in basso il profilo rilevato



Il sito scelto per l'installazione dell'aerogeneratore WTG06 è posto sulla parte sommitale di una collina a quota di 345m s.l.m. geologicamente inserito sulle litofacies delle marne di Gesturi (GSTb).

L'unità cartografica di appartenenza è la CTN 1 e la pendenza rilevata è di circa il 3% con una morfologia subpianeggiante.

La rocciosità affiorante è assente ma la pietrosità superficiale media è abbondante stimata al 32%, costituita dal 15% di ghiaia, il 10% di ciottoli piccoli e l'8% di ciottoli grandi. Sono presenti anche pietre ma non si ritengono diagnostiche poiché non superano il volume dell'1%. Anche in questa stazione i clasti sono stati accumulati lungo i margini del campo a seguito dell'operazioni di spietramento.

I suoli sono profondi con un profilo rilevato Apk - Bk. L'orizzonte Apk, va da 0 a 45 cm ed è privo di scheletro. L'orizzonte Bk va da 45cm a 85cm e prosegue oltre il metro probabilmente. Si riscontrano carbonati diffusi filamenti e concrezioni soffici.

La copertura vegetale che si sviluppa lungo margini del seminativo è composta principalmente da rovi nel lato sud e da mandorli nel lato nord. L'uso del suolo è indirizzato alla coltivazione, si tratta infatti di un seminativo misto coltivato a sulla ed avena. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.68 - Trivellata nella stazione WTG06 effettuata a partire da 35cm



Figura 10.69 – A sinistra dettaglio del cambio pedologico. A destra cumuli di pietra abbancati lungo il margine del seminativo sotto i mandorli.



Figura 10.70 – A sinistra pietrosità superficiale. A destra altra immagine della pietrosità superficiale



Figura 10.71 - Vista panoramica in direzione N-O dalla postazione eolica WTG06



Figura 10.72 - Vista panoramica in direzione N-E dalla postazione eolica WTG06

Sito aerogeneratore WTG07



Figura 10.73 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG07 nel territorio di Gerrei, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG07 è ubicato in un fondovalle, a quota di 329m s.l.m., ed è inserito geologicamente nella Litofacies nelle Marne di Gesturi (GSTc).

L'unità cartografica di appartenenza è l'unità ATN 1. La morfologia è subpianeggiante e la pendenza rilevata è di circa il 3%.

La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale totale è del 3% composta da 2% di ghiaia e l'1% di ciottoli grandi. I suoli sono profondi, con profilo rilevato Apk – Bk. L'orizzonte Apk va da 0 a 45 cm, l'orizzonte Bk si sviluppa a partire da 45cm, prosegue fino a 75cm e oltre, presenta evidenti screziature carbonati diffusi e filamenti. Per quanto riguarda l'uso del suolo si tratta di un seminativo lavorato su sodo e coltivato a cerealicole. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.74 - Trivellata nella stazione WTG07 effettuata a partire da 30cm



Figura 10.75 - Seminativo



Figura 10.76 – Vista panoramica in direzione E dalla postazione eolica WTG07



Figura 10.77 – Vista panoramica in direzione O dalla postazione eolica WTG07

Sito aerogeneratore WTG08



Figura 10.78 Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG08 nel territorio di Las Plassas, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG08 è ubicato nella parte alta di un altipiano collinare, a quota di 238m s.l.m ed è inserito geologicamente nella Formazione della Marmilla. La morfologia è subpianeggiante L'unità cartografica di appartenenza è l'unità MAN 1. La pendenza rilevata è di circa il 5%. La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 40% composta da 15% di ghiaia, il 10% di ciottoli piccoli, il 10% di ciottoli grandi e il 5% di pietre. Sono evidenti le azioni di miglioramento fondiario associato allo spietramento di volumi notevoli di clasti e blocchi di grandi dimensioni, abbancati lungo i margini del seminativo. I suoli sono mediamente profondi, con profilo rilevato Apk – R. L'orizzonte Apk va da 0 a 45 cm composto da 1% di ghiaia fine, 5% di ghiaia grossolana e 5% di ciottoli. Nel complesso si riscontra la presenza di carbonati diffusi. Per quanto riguarda la descrizione della copertura vegetale questa occupa le aree marginali del seminativo rappresentata da formazioni erbacee annuali e perenni, mentre nell'area est si riscontrano alberature di eucalipto. Per quanto riguarda l'uso del suolo si tratta di un seminativo attualmente utilizzato per la produzione di foraggi verdi per gli ovini. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic e Lithic Xerorthents, Typic e Lithic Haploxerepts e Lithic Calcixerepts.



Figura 10.79 – Vista panoramica in direzione N-O dalla postazione eolica WTG08



Figura 10.80 – A sinistra cumuli di massi blocchi e pietre lungo i margini del seminativo. A destra volumi di pietrosità attualmente presenti



Figura 10.81 – Vista panoramica delle superfici coinvolte in direzione N-E. Lungo il margine del seminativo alberature di eucalipto.

Sito aerogeneratore WTG09



Figura 10.82 Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG09 nel territorio di Barumini, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG09 è ubicato su un bassopiano collinare a quota di 239m s.l.m. ed è inserito geologicamente nella Formazione della Marmilla.

L'unità cartografica di appartenenza è l'unità MAN 0. La pendenza rilevata è di circa il 1,5%. La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 16% composta da 10% di ghiaia e il 6% di ciottoli piccoli. Prossime alla stazione si rilevano vecchie costruzioni in pietre, probabilmente utilizzate in passato come recinti per il bestiame.

I suoli sono poco profondi, con profilo rilevato Apk - R. L'orizzonte Apk va da 0 a 30cm, scheletro pressoché assente e presenta carbonati diffusi. Per confermare la profondità del suolo sono state eseguite diverse trivellate dislocate all'interno della prospettata fondazione e hanno confermato ovunque lo spessore del suolo inferiore ai 30cm. Oltre, infatti, si trova il contatto litico con lo strato R. In merito alla copertura vegetale

si rileva lungo il margine stradale confinante con la superficie progettuale composta da formazioni per lo più erbacee ed esemplari isolati di perastro. Dal punto di vista dell'uso del suolo si tratta di un seminativo coltivato a sulla su sodo. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic e Lithic Xerorthents, Typic e Lithic Haploxerepts.



Figura 10.83 – Superfici coinvolte dalla postazione eolica WTG09



Figura 10.84 – A sinistra dettaglio della pietrosità superficiale. A destra dettaglio della coltura in atto a sulla



Figura 10.85 – Vista panoramica dalla postazione eolica WTG09 in direzione E



Figura 10.86 – Strutture in pietra al confine con il seminativo e vista panoramica in direzione O

Sito aerogeneratore WTG10



Figura 10.87 Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG10 nel territorio di Villanovafranca, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui si prospetta la realizzazione della stazione eolica WTG10 è ubicato su una superficie pianeggiante di una sommità collinare a quota di 305m s.l.m. ed è inserito geologicamente nella Litofacies nelle Marne di Gesturi (GSTc).

L'unità cartografica di appartenenza è l'unità ATN 1. La pendenza rilevata è di circa il 2,5%. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale è del 20% composta da 10% di ghiaia, il 5% di ciottoli piccoli e 5% di ciottoli grandi. Come nella maggior parte delle stazioni viste sino ad ora anche questa è stata migliorata al fine di ridurre i volumi di pietrosità. I suoli sono mediamente profondi, con profilo rilevato Apk – R. L'orizzonte Apk va da 0 a 42 cm composto da uno scheletro totale del 5% di cui 3% di ghiaia grossolana e 2% di ciottoli piccoli. Oltre si riscontra il contatto litico. Come per la stazione precedente sono state effettuate diverse trivellate per verificare la profondità del suolo, in una superficie più ampia, che è stata confermata mediamente per quei valori. Per quanto riguarda la

descrizione della copertura vegetale è equiparabile alle stazioni precedenti. In merito all'uso del suolo di tratta di un seminativo coltivato a sulla su sodo. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic e Lithic Xerorthents, Typic e Lithic Haploxerepts.



Figura 10.88 – A sinistra dettaglio della pietrosità superficiale. A destra dettaglio della coltura in atto a sulla



Figura 10.89 – Cumuli di pietra abbancati lungo il margine del seminativo



Figura 10.90 – Superfici coinvolte nella realizzazione della postazione eolica WTG10



Figura 10.91 – Vista panoramica in direzione S-O dalla postazione eolica WTG10

Sito aerogeneratore WTG11



Figura 10.92 Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG11 nel territorio di Villanovafranca, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG11 è ubicato nella parte mediana di un pendio collinare, a quota di 340m s.l.m. ed è inserito geologicamente nella Marne di Gesturi. La morfologia è convessa. L'unità cartografica di appartenenza è l'unità MAN 2. La pendenza rilevata è importante di circa il 22%.

La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 21% composta da 7% di ghiaia, il 5% di ciottoli piccoli, l'8% di ciottoli grandi e l'1% di pietre.

I suoli sono profondi, con profilo rilevato Apk - Bk - Ck. Per facilitare il rilevamento dai 40cm in poi è stata utilizzata la trivella. L'orizzonte Apk va da 0 a 52 cm composto da 1% di ghiaia fine, l'orizzonte Bk si sviluppa a partire da 52cm e prosegue fino a 68cm. L'orizzonte Ck va da 68cm e prosegue oltre gli 89cm. Nel complesso si rileva la presenza di carbonati diffusi e di filamenti nel 2^a e 3^a orizzonte. Lo scheletro è pressoché assente. Per quanto riguarda l'uso del suolo il terreno

è attualmente a coltivato a sulla su sodo, e si rileva la presenza di una piantagione di eucalipto finalizzata alla produzione di legname al confine ovest del seminativo. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.93 - Trivellata nella stazione WTG11 effettuata a partire da 40cm



Figura 10.94 – A sinistra morfologia delle superfici progettuali con pendenze importanti. A destra dettaglio della coltura in atto a sulla



Figura 10.95 – Superfici coinvolte in progetto e in lontananza eucalitteto, confinante con l'appezzamento



Figura 10.96 – Vista panoramica in direzione O dalla postazione eolica WTG11

Sito aerogeneratore WTG12



Figura 10.97 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG12 nel territorio di Escolca, in basso la trivellata rilevata



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG12 è ubicato nella sommità di una collina a quota di 350m s.l.m. ed è inserito geologicamente nella Marne di Gesturi. L'unità cartografica di appartenenza è l'unità MAN 1. La pendenza rilevata è di circa il 6,5%.

La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 4% composta da 2% di ghiaia, il 2% di ciottoli piccoli e 1% di ciottoli grandi.

I suoli sono mediamente profondi, con profilo rilevato Ap – Bk – Bck. Il rilievo è stato fatto con la trivella. L'orizzonte Apk va da 0 a 23 cm composto da 1% di ghiaia grossolana, l'orizzonte Bk si estende a partire da 23cm, e prosegue fino a 45cm, e presenta screziature. L'orizzonte Bck va da 45cm e prosegue oltre i 52cm. Lo scheletro in questi due ultimi orizzonti è pressoché assente. Sotto l'aspetto dell'uso del suolo si tratta di un seminativo coltivato a cerealicole. La copertura vegetale pressoché erbacea si riscontra lungo i confini del fondo. I suoli più comuni in questo

contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.98 – Vista panoramica in direzione N-O dalla postazione eolica WTG12

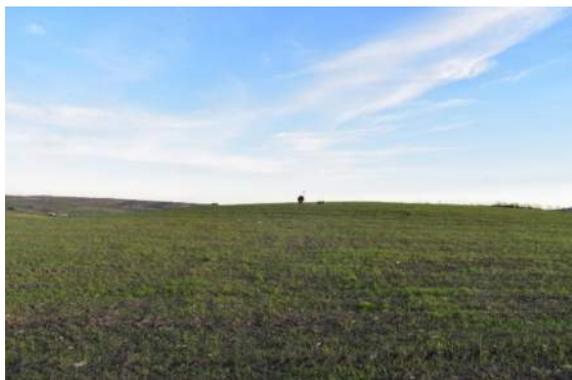


Figura 10.99 – Superfici coinvolte in progetto.

Sito aerogeneratore WTG13



Figura 10.100 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG13 nel territorio di Gergei, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG13 è ubicato nella parte alta collinare, a quota di 308m s.l.m. ed è inserito geologicamente nella Litofacies nelle Marne di Gesturi (GSTc)

L'unità cartografica di appartenenza è l'unità ATN 1. La pendenza rilevata è di circa l'8%. La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 7% composta da ghiaia per il 5% e da ciottoli piccoli per il 2%. I suoli sono mediamente profondi, con profilo rilevato Apk - Ak - Ck - R. L'orizzonte Apk va da 0 a 35 cm composto da 1% di scheletro, l'orizzonte Ak si sviluppa a partire da 35cm e prosegue fino a 45cm. L'orizzonte Ck va da 45cm e prosegue fino ai 67cm, oltre è presente il contatto litico R. In tutti gli orizzonti si rilevano filamenti di carbonato di calcio. Per quanto riguarda l'uso del suolo il terreno è attualmente un seminativo coltivato a cerealicole su sodo, prossimo al campo è presente un rimboscimento a querce lungo il pendio collinare.

I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.101 - Trivellata nella stazione WTG13 effettuata a partire da 25cm



Figura 10.102 – A sinistra dettaglio aggregati a confronto. A destra dettaglio dei filamenti carbonatici presenti tra gli aggregati



Figura 10.103 – Superfici coinvolte dalla postazione eolica WTG13



Figura 10.104 – Vista panoramica in direzione E dalla postazione eolica WTG13

Sito aerogeneratore WTG14



Figura 10.105 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG14 nel territorio di Barumini, in basso la trivellata rilevata



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG14 è ubicato nella parte mediana di un versante collinare, a quota di 290m s.l.m. ed è inserito geologicamente nella Litofacies nelle Marne di Gesturi (GSTc). L'unità cartografica di appartenenza è l'unità ATN 1. La pendenza rilevata è di circa il 6%.

La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 10% composta da 4% di ghiaia, il 4% di ciottoli piccoli e 2% di ciottoli grandi.

I suoli sono profondi, con profilo rilevato Apk – Bk. Il rilievo è stato svolto attraverso la trivella. L'orizzonte Apk va da 0 a 45 cm con scheletro pressoché assente, l'orizzonte Bk si sviluppa a partire da 45cm, prosegue oltre gli 85cm. Anche in questo caso per raggiungere maggiori profondità è stata utilizzata la trivella. Nel complesso il contenuto in carbonati è elevato e si ritrovano diffusi sia nella matrice che sottoforma di filamenti e concrezioni soprattutto nel secondo orizzonte. Per quanto riguarda l'uso del

suolo si tratta di un seminativo coltivato a cerealicole. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.106 – Dettaglio della trivellata eseguita in cui si apprezzano le concrezioni e i filamenti carbonatici biancastre



Figura 10.107 – Vista panoramica in direzione O dalla postazione eolica WTG14



Figura 10.108 - Vista panoramica in direzione S dalla postazione eolica WTG14



Figura 10.109 – Vista panoramica in direzione E dalla postazione eolica WTG14

Sito aerogeneratore WTG15



Figura 10.110 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG15 nel territorio di Barumini, in basso la trivellata rilevata



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG15 è ubicato nella parte alta collinare, a quota di 269m s.l.m., ed è inserito geologicamente nella Formazione della Marmilla.

L'unità cartografica di appartenenza è l'unità MAN 1. La pendenza rilevata è di circa l'1% e la micromorfologia è leggermente concava.

La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 2% composta da 1% di ghiaia e l'1% di ciottoli piccoli.

I suoli sono profondi, con profilo rilevato Ak - Bk1 - Bk2. Il rilievo è stato effettuato mediante la trivella. L'orizzonte Ak va da 0 a 20 cm, scheletro pressoché assente, l'orizzonte Bk1 si sviluppa a partire da 20cm e prosegue fino a 55cm, presenta evidenti screziature filamenti e concrezioni di carbonato di calcio. L'orizzonte Bk2 va da 55cm a 80cm e prosegue oltre contraddistinto dall'orizzonte precedente per un maggiore contenuto di carbonati. Per quanto riguarda l'uso del suolo il

terreno è attualmente a riposo e ricoperto da uno strato erbaceo di essenze annuali e perenni. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic e Vertic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.111 - Vista panoramica in direzione N-E dalla postazione eolica WTG15



Figura 10.112 – A sinistra superfici coinvolte in progetto ricoperte da coperture erbacee annuali e perenni. A destra cumuli di massi e blocchi abbancanti nel margine dell'appezzamento.

Sito aerogeneratore WTG16



Figura 10.113 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG16 nel territorio di Barumini, in basso la trivellata rilevata



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG16 è ubicato nella parte alta del versante collinare, a quota di 273m s.l.m. ed è inserito geologicamente nella Formazione della Marmilla.

L'unità cartografica di appartenenza è l'unità MAN 1. La pendenza rilevata è di circa il 15%.

La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 3% composta da 2% di ghiaia e 1% di ciottoli piccoli.

I suoli sono profondi, con profilo rilevato Apk - Bk - Ck. Il rilievo è stato effettuato mediante la trivella. L'orizzonte Apk va da 0 a 40 cm, scheletro pressoché assente, l'orizzonte Bk si sviluppa a partire da 40cm, prosegue fino a 75cm. L'orizzonte Ck va da 75cm e prosegue oltre gli 83cm. Sono presenti carbonati diffusi in tutti gli orizzonti e filamenti e concrezioni nell'orizzonte Bk. Per quanto riguarda l'uso del suolo, il terreno è attualmente interessato da colture miste di cereali e leguminose quali avena, sulla e trifoglio, finalizzati alla produzione di foraggi verdi o stagionati per il bestiame. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic Xerorthents, Typic Haploxerepts, Typic Calcixerepts, Calcic Haploxerept, Typic e Calcic Haploxeralfs.



Figura 10.114 – A sinistra dettaglio della coltura in atto. A destra superfici coinvolte in progetto dalla WTG16



Figura 10.115 - Vista panoramica in direzione S-O dalla postazione eolica WTG16

Sito aerogeneratore WTG15



Figura 10.116 - Sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG17 nel territorio di Barumini, in basso il profilo rilevato



Il sito in cui è prevista l'installazione dell'aerogeneratore WTG17 è ubicato nella sommità di un altopiano a quota di 281m s.l.m, inserito geologicamente nella Litofacies nelle Marne di Gesturi (GSTc).

L'unità cartografica di appartenenza è l'unità ATN 0. La pendenza rilevata è di circa il 2%.

La rocciosità affiorante è assente e la pietrosità superficiale è del 32% composta dall'8 % di ghiaia, l'8% di ciottoli piccoli e l'8% di ciottoli grandi. La disposizione dei clasti non è uniforme ma presenta un pattern caratteristico.

I suoli sono poco profondi, con profilo rilevato Apk - R. L'orizzonte Apk va da 0 a 30 cm, con scheletro pressoché assente. Oltre si rileva il contatto litico. Anche in questa stazione sono state effettuate diverse trivella dislocate all'interno della piazzola per verificare la profondità del suolo, nel complesso mai superiore ai 35cm. Perimetralmente la copertura vegetale è caratterizzata fasce residuali di *Ampelodesmus mauritanicus*

associati ad esemplari isolati di perastro. Per quanto riguarda l'uso del suolo il terreno è interessato da colture cerealicole. I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono Typic e Lithic Xerorthents, Typic e Lithic Haploxerepts.



Figura 10.117 – Vista panoramica in direzione N dalla postazione eolica WTG17



Figura 10.118 – A sinistra dettaglio dei clasti superficiali presenti. A destra esemplari isolati di perastro lungo il confine S.



*Figura 10.119 – A sinistra formazione residuale ad *Ampelodesmus mauritanicus* disposta nei limiti N del campo. A destra blocchi e massi abbancati lungo il confine.*



Figura 10.120 – Vista panoramica in direzione E dalla postazione eolica WTG17

10.3.3.1.4 Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation

La valutazione della capacità d'uso è un modello di valutazione di una determinata area all'uso agricolo e non solo, dove parti di territorio vengono suddivisi in aree omogenee, ovvero classi, di intensità d'uso.

Nella capacità d'uso il territorio che viene classificato nel livello più alto risulta essere il più versatile e di conseguenza permette una più ampia scelta di colture e usi.

Via via che si scende di classe si trovano delle limitazioni crescenti che riducono gradualmente la scelta delle possibili colture, dei sistemi di irrigazione, della meccanizzazione delle operazioni colturali.

Le classi che definiscono la capacità d'uso dei suoli sono otto e si suddividono in due raggruppamenti principali. Il primo comprende le classi I, II, III, IV ed è rappresentato dai suoli adatti alla coltivazione e ad altri usi. Il secondo comprende le classi V, VI, VII ed VIII, ovvero suoli che sono diffusi in aree non adatte alla coltivazione; fa eccezione in parte la classe V dove, in determinate condizioni e non per tutti gli anni, sono possibili alcuni utilizzi agrari.

Un secondo livello gerarchico di suddivisione è dato dalle sottoclassi, indicate da lettere minuscole e aventi le seguenti limitazioni:

- e- limitazioni dovute a gravi rischi di processi erosivi;
- w- limitazioni dovute a eccessi di ristagno idrico nel suolo;

- s- limitazioni nel suolo nello strato esplorato dalle radici;
- c- limitazioni di natura climatica

La descrizione delle classi è derivata dai più recenti documenti realizzati dalla Regione Sardegna nell'ambito del Progetto "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto (2014)" e rivisitata per l'area oggetto di studio.

Suoli in classe I: non hanno particolari limitazioni per il loro uso, consentendo diverse possibili destinazioni d'uso per le colture agrarie, per il pascolo sia migliorato che naturale, per il rimboschimento destinato alla produzione, ad attività naturalistiche e ricreative, ecc. Le forme del paesaggio variano da pianeggianti a subpianeggianti, i suoli sono profondi e ben drenati.

I suoli in classe I non sono soggetti a dannose inondazioni. Sono produttivi e soggetti a usi agricoli intensivi. I suoli profondi ma umidi, che presentano orizzonti profondi con una bassa permeabilità, non sono ascrivibili alla classe I.

Possono essere in alcuni casi iscritti alla classe I se l'intervento di drenaggio è finalizzato ad incrementare la produttività o facilitare le operazioni colturali. Suoli in classe I destinati alle colture agrarie richiedono condizioni normali di gestione per mantenerne la produttività, sia come fertilità, sia come struttura. Queste pratiche possono includere somministrazioni di fertilizzanti, calcinazioni, sovesci, conservazione delle stoppie, letamazioni e rotazioni colturali.

Suoli in classe II: mostrano alcune limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture o richiedono moderate pratiche di conservazione. I suoli presenti in questa classe richiedono particolari attenzioni nelle pratiche gestionali, tra cui quelle di conservazione della fertilità, per prevenire i processi di degrado o per migliorare i rapporti suolo-acqua-aria qualora questi siano coltivati. Le limitazioni sono poche e le pratiche conservative sono facili da applicare.

I suoli possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo sia migliorato che naturale, al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname da opera, alla raccolta di frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative.

Le limitazioni dei suoli in questa classe possono essere, singolarmente o in combinazione tra loro, pendenze moderate, moderata suscettività all'erosione idrica ed eolica, moderate conseguenze di precedenti processi erosivi, profondità del suolo inferiore a quella ritenuta ideale, in alcuni casi struttura e lavorabilità non favorevoli, salinità e sodicità da scarsa a moderata ma facilmente irrigabili.

Occasionalmente possono esserci danni alle colture per inondazione. La permanenza eccessiva di umidità del suolo, comunque facilmente correggibile con interventi di drenaggio, è considerata una limitazione moderata.

I suoli in classe II presentano all'operatore agricolo una scelta delle possibili colture e pratiche gestionali minori rispetto a quelle della classe I. Questi suoli possono richiedere speciali sistemi di gestione per la protezione del suolo, pratiche di controllo delle acque o metodi di lavorazione specifici per le colture possibili.

Suoli in classe III: presentano delle rigide limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture e, per essere utilizzati, si devono realizzare speciali pratiche di conservazione. Hanno restrizioni maggiori rispetto a quelle della classe II, possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi.

Le limitazioni di questi suoli ne restringono significativamente sia la scelta delle colture che il periodo di semina o impianto, le lavorazioni e la successiva raccolta. Le limitazioni possono essere ricondotte a: pendenze moderate, elevata suscettività alla erosione idrica ed eolica, effetti di una precedente erosione, inondazioni frequenti ed accompagnate da danni alle colture,

ridotta permeabilità degli orizzonti profondi, elevata umidità del suolo e continua presenza di ristagni, ed altro ancora.

Suoli in classe IV: mostrano limitazioni molto severe che restringono la scelta delle possibili colture e/o richiedono tecniche di gestione migliorative. I suoli presenti in questa classe possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, possono essere adatti solo ad un numero limitato delle colture più comuni.

Le limitazioni sono dovute a: pendenze elevate, suscettibilità elevata alla erosione idrica ed eolica, gravi effetti di precedenti processi erosivi, ridotta profondità del suolo, ridotta capacità di ritenzione idrica, inondazioni frequenti accompagnate da gravi danni alle colture, umidità eccessiva dei suoli con rischio continuo di ristagno idrico anche dopo interventi di drenaggio, severi rischi di salinità e sodicità, moderate avversità climatiche.

In morfologie pianeggianti o quasi pianeggianti alcuni suoli ascritti alla classe IV, dal ridotto drenaggio e non soggetti a rischi di erosione, risultano poco adatti alle colture agrarie in interlinea a causa del lungo tempo necessario per ridurre la loro umidità, inoltre la loro produttività risulta molto ridotta.

Suoli in classe V: presentano molte limitazioni, oltre a limitati rischi di erosione, non rimovibili, che limitano il loro uso al pascolo naturale o migliorato, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, mostrano limitazioni che restringono il genere delle specie vegetali che possono crescere o che impediscono le normali lavorazioni colturali.

Questi suoli sono ubicati su aree depresse soggette a frequenti inondazioni che riducono la normale produzione delle colture, su superfici pianeggianti ma interessate da elevata pietrosità e rocciosità affiorante, aree eccessivamente umide dove il drenaggio non è fattibile, ma dove i suoli sono adatti al pascolo e agli alberi.

A causa di queste limitazioni, non è possibile la coltivazione delle colture più comuni, ma è possibile il pascolo, anche migliorato.

Suoli in classe VI: presentano forti limitazioni che li rendono generalmente non adatti agli usi agricoli e limitano il loro utilizzo al pascolo, al rimboschimento, alla raccolta dei frutti selvatici e agli usi naturalistici. Inoltre, hanno limitazioni che non possono essere corrette quali pendenze elevate, rischi severi di erosione idrica ed eolica, gravi effetti di processi pregressi, strato esplorabile dalle radici poco profondo, eccessiva umidità del suolo o presenza di ristagni idrici, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità o condizioni climatiche non favorevoli. Una o più di queste limitazioni possono rendere il suolo non adatto alle colture. Possono comunque essere destinati, anche in combinazione tra loro, al pascolo migliorato e naturale, rimboschimenti finalizzati anche alla produzione di legname da opera. Alcuni suoli ascritti alla classe VI, se sono adottate tecniche di gestione intensive, possono essere destinati alle colture agrarie più comuni.

Suoli in classe VII: questi suoli presentano delle limitazioni molto rigide che li rendono inadatti alle colture agrarie e che limitano il loro uso al pascolo, rimboschimento, raccolta dei frutti spontanei e agli usi naturalistici e ricreativi. Inoltre, sono inadatti anche all'infittimento delle cotiche o a interventi di miglioramento quali lavorazioni, calcinazioni, apporti di fertilizzanti, e controllo delle acque tramite solchi, canali, deviazione di corpi idrici, ecc.

Le limitazioni di questa classe sono permanenti e non possono essere eliminate o corrette quali, pendenze elevate, erosione, suoli poco profondi, pietrosità superficiale elevata, umidità del suolo, contenuto in sali e in sodio, condizioni climatiche non favorevoli o eventuali altre limitazioni, i territori in classe VII risultano non adatti alle colture più comuni. Possono essere destinati al pascolo naturale, al rimboschimento finalizzato alla protezione del suolo, alla raccolta dei frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative. Infine, possono essere da adatti

a poco adatti al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname. Essi non sono adatti, invece, a nessuna delle normali colture agrarie.

Suoli in classe VIII: i suoli di questa classe hanno limitazioni che precludono la loro destinazione a coltivazioni economicamente produttive e che restringono il loro uso alle attività ricreative, naturalistiche, realizzazione di invasi o a scopi paesaggistici.

Di conseguenza, non è possibile attendersi significativi benefici da colture agrarie, pascoli e colture forestali. Benefici possono essere ottenibili dagli usi naturalistici, protezioni dei bacini e attività ricreative.

Limitazioni che non possono essere corrette o eliminate possono risultare dagli effetti dell'erosione in atto o pregresse, elevati rischi di erosione idrica ed eolica, condizioni climatiche avverse, eccessiva umidità del suolo, pietrosità superficiale elevata, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità elevata. In questa classe, inoltre, sono state racchiuse tutte le aree marginali, quelle con rocciosità affiorante, le spiagge sabbiose, le aree di esondazione, gli scavi e le discariche. Infine, nelle aree in classe VIII possono essere necessari interventi per favorire l'impianto e lo sviluppo della vegetazione per proteggere aree adiacenti di maggiore valore, per controllare i processi idrogeologici, per attività naturalistici e per scopi paesaggistici.

Come già riportato nelle pagine precedenti, le sottoclassi sono in numero di 4 e indicate con delle lettere minuscole suffisse al simbolo della classe. Per definizione la Classe I non ammette sottoclassi.

Sottoclasse e (erosione), in questa sottoclasse ricadono aree dalle pendenze elevate che sono soggette a gravi rischi di erosione laminare o incanalata o dove l'elevato rischio di ribaltamento delle macchine agricole rallenta fortemente o impedisce la meccanizzazione delle operazioni colturali. Alle pendenze elevate è spesso associata la ridotta copertura vegetale derivante anche da precedenti errate pratiche agricole;

Sottoclasse w (water), alla sottoclasse vengono ascritte tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione, o condizioni similari per le quali è necessario il ricorso a interventi di drenaggio di varia importanza;

Sottoclasse s (soil), in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità.

Sottoclasse c (clima), ricadono in questa sottoclasse le situazioni dove i fattori limitanti sono di natura climatica quali elevata frequenza di precipitazioni di notevole intensità oraria ed istantanea, frequenza di gelate e nebbie, elevate altitudini condizionanti negativamente le colture.

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo della Capacità d'uso dei suoli con le classi ed i possibili usi:

Tabella 10.18 Schema della Land Capability e tipi di usi possibili

Classi di capacità d'uso	Usi								
	Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Agricoltura			
			limitato	moderato	intensivo	limitata	moderata	intensiva	m. intensiva
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

Nella Tabella successiva, sempre tratta dal Progetto "CUT - 1° lotto (2014)" sono schematizzati i criteri utilizzati per valutare la Capacità d'uso.

Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parametri	Suoli adatti agli usi agricoli				Suoli adatti al pascolo e alla forestazione			Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali
Pendenza (%)	≤ 2,5	> 2,5 - ≤ 8	> 8 - ≤ 15	> 15 - ≤ 25	≤ 2,5	> 25 - ≤ 35	> 25 - ≤ 35	>35
Quota m s.l.m.	≤ 600	≤ 600	≤ 600	>600 - ≤ 900	>600 - ≤ 900	>900 - ≤ 1300	>900 - ≤ 1300	>1.300
Pietrosità superficiale (%) A: ciottoli grandi (15-25 cm) B: pietre (>25 cm)	assente	A ≤ 2	A >2 - ≤ 5	A >5 - ≤ 15	A >15 - ≤ 25 B = 1 - ≤ 3	A >25 - ≤ 40 B >3 - ≤ 10	A >40 - ≤ 80 B >10 - ≤ 40	A >80 B >40
Rocciosità affiorante (%)	assente	assente	≤ 2	>2 - ≤ 5	>5 - ≤ 10	>10 - ≤ 25	>25 - ≤ 50	>50
Erosione in atto	assente	assente	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a Rigagnoli e/o eolica, moderata Area 5 - 10%	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli severa Area 10- 25%	Erosione idrica, laminare e/o a Rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, severa Area 10 -	Erosione idrica Laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area >50%
Profondità del suolo utile per le radici (cm)	>100	>100	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 10 - ≤ 25	≤ 10
Tessitura orizzonte superficiale ¹	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS, A	AL	----	----	----	----	----
Scheletro orizzonte superficiale ² (%)	<5	≥ 5 - ≤ 15	>15 - ≤ 35	>35 - ≤ 70	>70 Pendenza ≤ 2,5%	>70	>70	>70
Salinità (mS cm ⁻¹)	≤ 2 nei primi 100 cm	>2 - ≤4 nei primi 40 cm e/o >4 - ≤ 8 tra 50 e 100 cm	>4 - ≤8 nei primi 40 cm e/o >8 tra 50 e 100 cm	>8 nei primi 100 cm	Qualsiasi			
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile ³ (mm)	>100		> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50		≤ 25
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderatamente ben drenato	Piuttosto mal drenato o eccessivamente drenato	Mal drenato o Eccessivamente drenato	Molto mal drenato	Qualsiasi drenaggio		
<p>1 - Si considera come orizzonte superficiale lo spessore di 40 cm che corrisponde al valore medio di un orizzonte Ap o di un generico epipedon</p> <p>2 - Idem.</p> <p>3 - Riferita al 1° metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 m</p>								

Come descritto precedentemente, lo scopo principale della valutazione della capacità d'uso è la pianificazione agricola sebbene possa trovare applicazione in altri settori. In studi di questo tipo, è particolarmente utile per capire i diversi tipi di usi potenziali di determinati territori, evitando contrasti con i diversi indirizzi produttivi e, di conseguenza, danni all'economia locale.

La valutazione delle classi di capacità d'uso caratterizzanti i suoli dell'area indagata è stata condotta sulla base delle Unità di Terre.

Come precedentemente descritto le unità caratterizzanti l'area del territorio amministrativo di Gersei sono quattro: MAN, ATN, CTN.

Sotto l'aspetto geologico l'areale che interessa gli aerogeneratori in progetto è costituito dalle marne mioceniche appartenenti alla Formazione della Marmilla, dalle Marne di Gesturi e dalle sue Litofacies composte da livelli di arenarie bioclastiche e calcareniti a litotamni (GSTb), costituite e da arenarie grossolane e conglomerati (GSTc). Infine, sono incluse localmente anche le coltri eluvio colluviali oloceniche.

Come storicamente dimostrato, i suoli dell'area hanno una spiccata attitudine all'uso agricolo, orientato in questo contesto principalmente su colture erbacee cerealicole-foraggere e leguminose da granella nonché da colture permanenti come olivo e secondariamente mandorlo e vite.

I rilievi effettuati hanno permesso di valutare le caratteristiche fisiche dei suoli nelle aree in progetto; tramite le stesse è stato possibile classificare i suoli secondo il modello di Land Capability Classification.

L'analisi svolta conferma la spiccata attitudine di questi suoli all'uso agricolo sebbene gli stessi presentino limitazioni tali da ridurre lo spettro colturale e le tipologie di meccanizzazione messe in atto per le operazioni colturali. In tali casi, queste limitazioni possono precludere del tutto l'uso agricolo se non affiancate da mirate e permanenti tecniche di gestione. Tuttavia, è bene precisare che la natura delle limitazioni non dev'essere permanente e irreversibile.

A tal proposito i suoli rilevati nel sito WTG08 mostrano delle severe limitazioni intrinseche del suolo quale ridotta profondità e presenza di pietrosità superficiale in elementi grossolani (25cm-50cm) in quantità tale da rendere difficoltose le più comuni lavorazioni agricole. Valutata la natura delle limitazioni, questi suoli possono essere destinati a pascolo migliorato e naturale e, a patto che vengano adottate in modo permanente mirate tecniche di gestione e miglioramento della risorsa, potrebbero anche essere utilizzati per una ristretta scelta di colture tra le meno esigenti dal punto di vista pedologico. La classe di Land Capability in cui ricadono è la VI accompagnata dalla sottoclasse "s".

La maggior parte dei siti esaminati presentano criticità da moderate a severe per quanto concerne il loro utilizzo per alcuni degli usi agricoli più comuni e, specialmente in alcuni casi, richiedono attente e mirate tecniche di gestione ai fini di preservazione della risorsa suolo. È il caso dei suoli relativi ai siti WTG04, WTG12, WTG3 e WTG16 collocati in III classe Land Capability, e i siti WTG09, WTG10, WTG11 e WTG17 ricadenti invece in IV classe. Le limitazioni sono permanenti e imputabili sia ai caratteri stazionari quali pendenze rilevanti (ad es. 22% del WTG11), e sia ai caratteri intrinseci del suolo quali frequente pietrosità superficiale in elementi grossolani e, in modo particolare, ridotta profondità esplorabile dalle radici. Le sottoclassi da affiancare sono la "s" e la "e" per quanto concerne i suoli relativi al WTG11.

Da quest'ultimo raggruppamento di suoli, sono stati appositamente valutati a parte quelli afferenti alle postazioni proposte WTG05 e WTG06. A tal riguardo le classi di capacità d'uso imputabili sono rispettivamente II-III e III-IV. In entrambi i casi l'unico ostacolo alle comuni lavorazioni agricole è dovuto alla frequenza di pietrosità superficiale in elementi grossolani. Tale fattore sarebbe senz'altro sormontabile con un miglioramento fondiario mediante spietramento; pertanto, considerate anche le indicazioni degli autori del modello (Klingebiel e Montgomery) di Land Capability, si è deciso di attribuire ai suddetti suoli classi miste.

I suoli rilevati nei siti WTG01, WTG02, WTG03, WTG07, WTG14 e WTG15 sono caratterizzati da lievi o nulle limitazioni tali da poterli ascrivere alla II classe di Land Capability. Complessivamente questi sono suoli caratterizzati da una elevata profondità, ben strutturati, moderatamente ben drenati, presentano una buona attività biotica (tra cui lombrichi), un tasso di saturazione in basi medio-elevato e una quantità di sostanza organica medio-elevata.

10.3.3.2 Patrimonio agroalimentare

La conformazione collinare del territorio in esame ha determinato lo sviluppo di un'economia basata tradizionalmente sull'agricoltura, sulla pastorizia e sull'artigianato. Questa circostanza ha contribuito a caratterizzare e organizzare lo spazio rurale; la vocazione agro-pastorale risulta evidente anche dalla frammentazione delle superfici boscate, in particolare nell'area di progetto.

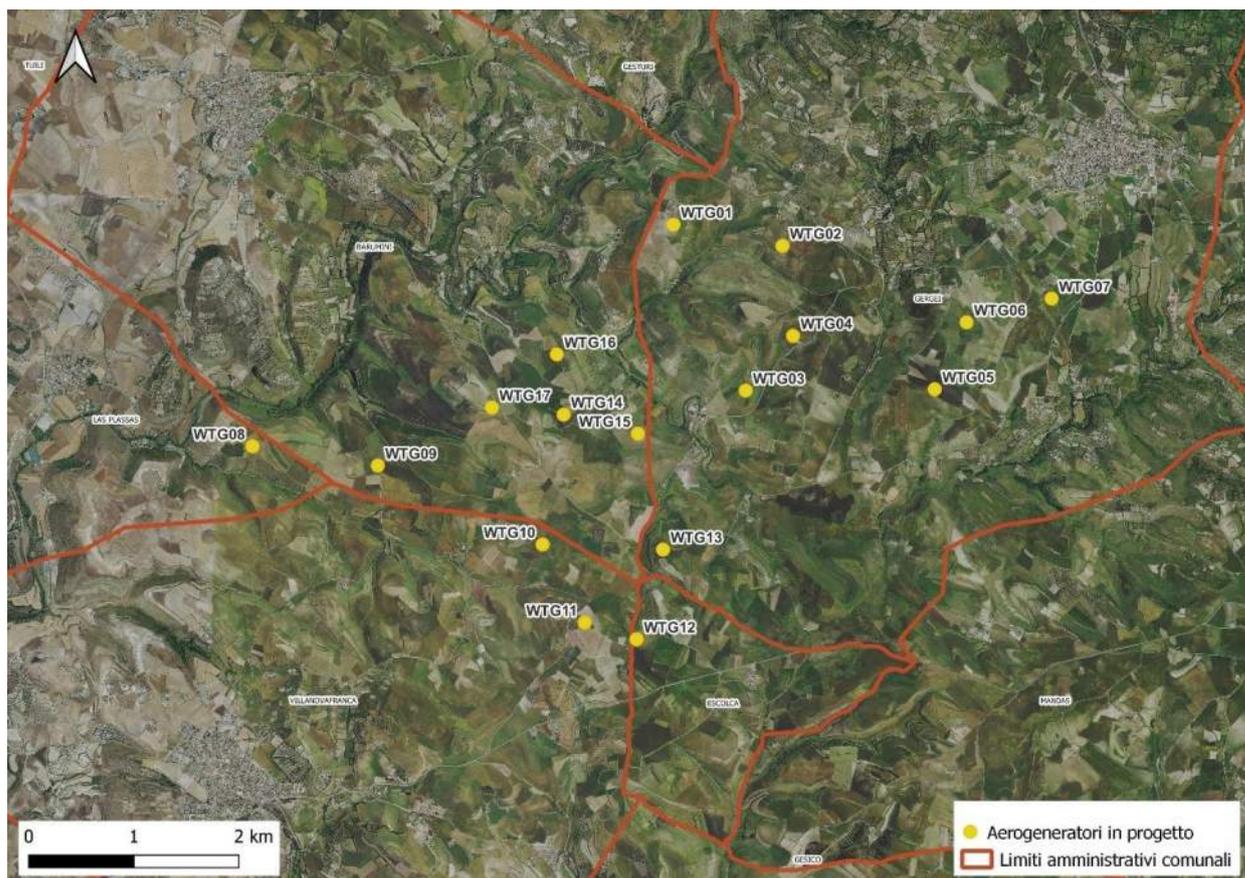


Figura 10.121: Paesaggio agrario nell'area del parco eolico in progetto e nel suo intorno.

I territori comunali di Escolca e Villanovafranca rientrano tra gli areali di produzione del "Carciofo Spinoso di Sardegna" (D.O.P.). Il prodotto si distingue, non solo per l'aspetto estetico, ma anche per le caratteristiche organolettiche quali la limitata astringenza, il sapore gradevole, frutto di un'equilibrata sintesi di amarognolo e dolciastro, e la tenerezza della polpa che ne favoriscono il consumo allo stato crudo. I comuni di Barumini, Villanovafranca, Las Plassas ed Escolca, rientrano tra gli areali di produzione dell'Olio extravergine di oliva "Sardegna" (DOP). Secondo il disciplinare di produzione, tale olio è ottenuto per l'80% da olive di varietà Bosana, Tonda di Cagliari, Nera (Tonda) di Villacidro, Semidana e i loro sinonimi. Al restante 20% concorrono le varietà minori presenti nel territorio, che comunque non devono incidere sulle caratteristiche finali del prodotto. Inoltre, il territorio di Villanovafranca, assieme ai territori

comunali di San Gavino Monreale e Turri, rappresentano gli areali di produzione dello "Zafferano di Sardegna" (D.O.P) caratterizzato da un contenuto medio di crocina (l'elemento al quale è collegato il potere colorante dello zafferano), di picrocrocina (l'elemento al quale sono riconducibili gli effetti eufetici ed il correttivo di sapore) e di safranale (l'elemento al quale sono associate le proprietà aromatizzanti) notevolmente superiori alla norma.

Inoltre, corre l'obbligo sottolineare che il Comune di Gergei, di recente, è stato inserito all'interno del Distretto agro-alimentare di qualità, istituito con Determina n.49 protocollo n. 1645 del 26/01/2021, art. 32 della L.R. 7 agosto 2014, n. 16. "Riconoscimento del Distretto Agroalimentare di qualità: Le Eccellenze agroalimentari e zootecniche dei Parchi Naturali della Sardegna". L'istituzione del Distretto deriva dalla necessità di definire una strategia di sviluppo locale, capace di valorizzare il binomio prodotti tipici – territorio e della messa in rete delle eccellenze per lo sviluppo sostenibile dell'area.

10.3.4 Geologia e acque

La descrizione della componente si basa sulle indagini specialistiche condotte nell'ambito della progettazione del proposto impianto eolico. Nello specifico, si farà di seguito riferimento allo studio geologico-tecnico allegato al progetto definitivo dell'intervento, redatto a cura della IAT Consulenza e progetti nella persona della Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina e del Dott. Geol. Mauro Pompei.

Si rimanda, pertanto, al documento progettuale citato (Elaborato WGG-G1) per ogni maggiore approfondimento in relazione ai rapporti tra le opere proposte ed il contesto geologico di riferimento.

10.3.4.1 Contesto geologico dell'area vasta

L'area in studio ricade nella Sardegna centro-meridionale, nella regione del Sarcidano, lungo il bordo orientale del Rift Sardo ("*Fossa Sarda*" Auct.), notoriamente identificata come una zona particolarmente importante nel quadro dell'evoluzione geodinamica della Sardegna.

L'area in studio ricade nella Sardegna centro-meridionale e precisamente nelle regioni della Marmilla e del Sarcidano, situate ad est della piana del Campidano che rappresenta un basso morfologico che si estende per circa 100 km con direzione NW-SE dal *Golfo di Oristano* al *Golfo di Cagliari*. Nella sua parte meridionale tale piana, di origine tettonica, si sovrappone alla più vasta fossa di età oligo-miocenica, il Rift Sardo (CHERCHI & MONTEPART, 1982) che attraversa la Sardegna in senso meridiano unendo il *Golfo dell'Asinara* con quello di *Cagliari*.

La formazione del suddetto "rift" si deve ad un'intensa tettonica transtensiva sviluppatasi durante il Terziario che ne ha provocato lo sprofondamento mediante un complesso sistema di faglie dirette e trascorrenti impostate probabilmente su linee di debolezza erciniche, che localmente ha dato origine a rigetti dell'ordine anche dei 2.000 m. Le evidenze di queste faglie, orientate prevalentemente N-S e NNW-SSE e talora dislocate da lineazioni NE-SW, sono osservabili nell'area cagliaritano e a nord di essa dove hanno dato luogo ad un complesso sistema di "horst" e "graben" minori che ne giustificano l'attuale configurazione morfologica. Le faglie più importanti, per continuità e per l'entità del movimento crostale verticale, sono quelle che delimitano ad est e ad ovest, i bordi dell'attuale piana campidanese. A tale attività tettonica ha conseguito un intenso vulcanismo, sia effusivo che esplosivo, a prevalente affinità calcalina (e localmente peralcalina nelle fasi finali) che ha interessato tutta la Sardegna centro-occidentale.

La colmata della depressione oligo-miocenica si esplica con la messa in posto di un insieme eterogeneo di rocce sedimentarie (continentali e marine) e vulcaniche di età miocenica e sedimentari continentali di età quaternaria che, in corrispondenza del Campidano (dove i

movimenti tettonici sono proseguiti nel Plio-Quaternario), raggiunge lo spessore di qualche migliaio di metri.

Parallelamente alle faglie che delimitano questa estesa pianura, un fitto sistema di faglie dirette orientate N-S e NNW-SSE interessa la Trexenta, la Marmilla ed il Sarcidano, che costituiscono i margini orientali del rift, e che, a causa della loro morfologia, presentano spessori più limitati e poco estesi di coperture quaternarie, principalmente confinate alle valli fluviali.

Coerentemente con questo contesto tettonico-strutturale, l'areale designato per ospitare il parco eolico in parola mostra l'affioramento di una successione marnoso-arenacea e conglomeratica di età miocenica riconducibili, dal basso verso l'alto alla Formazione di Nurallao [**NLL**] ed alla Formazione della Marmilla [**RML**] riconducibili al primo ciclo sedimentario ed infine alle Marne di Gesturi [**GST**] afferenti al secondo ciclo sedimentario: si tratta di sequenze tipiche di ambiente marino a bassa energia e che contengono un significativo contributo di materiale vulcanico. Tali formazioni, principalmente marnose, sono dislocate da un sistema di faglie dirette a rigetto limitato che corrono approssimativamente parallele al graben del Campidano.

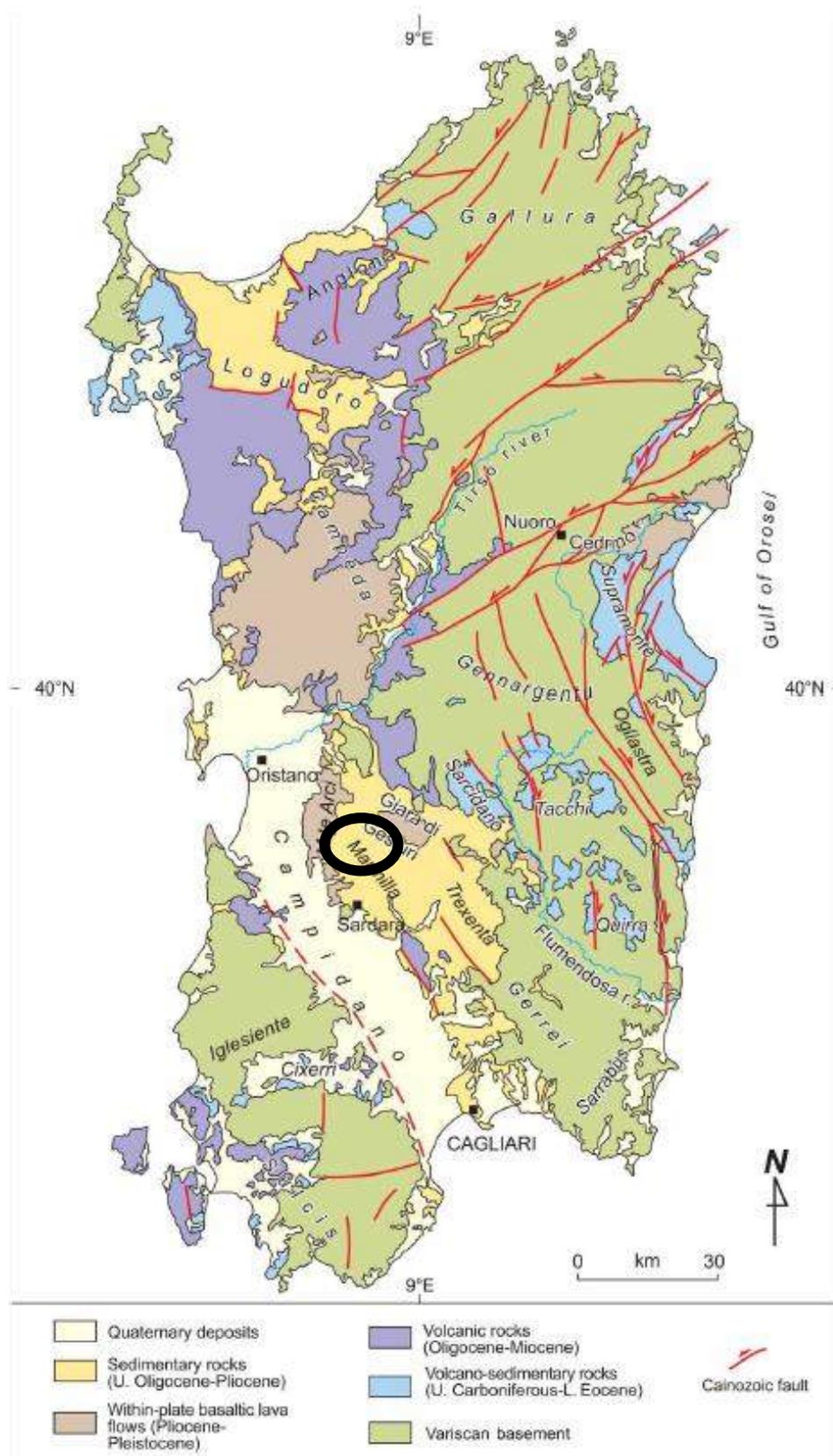
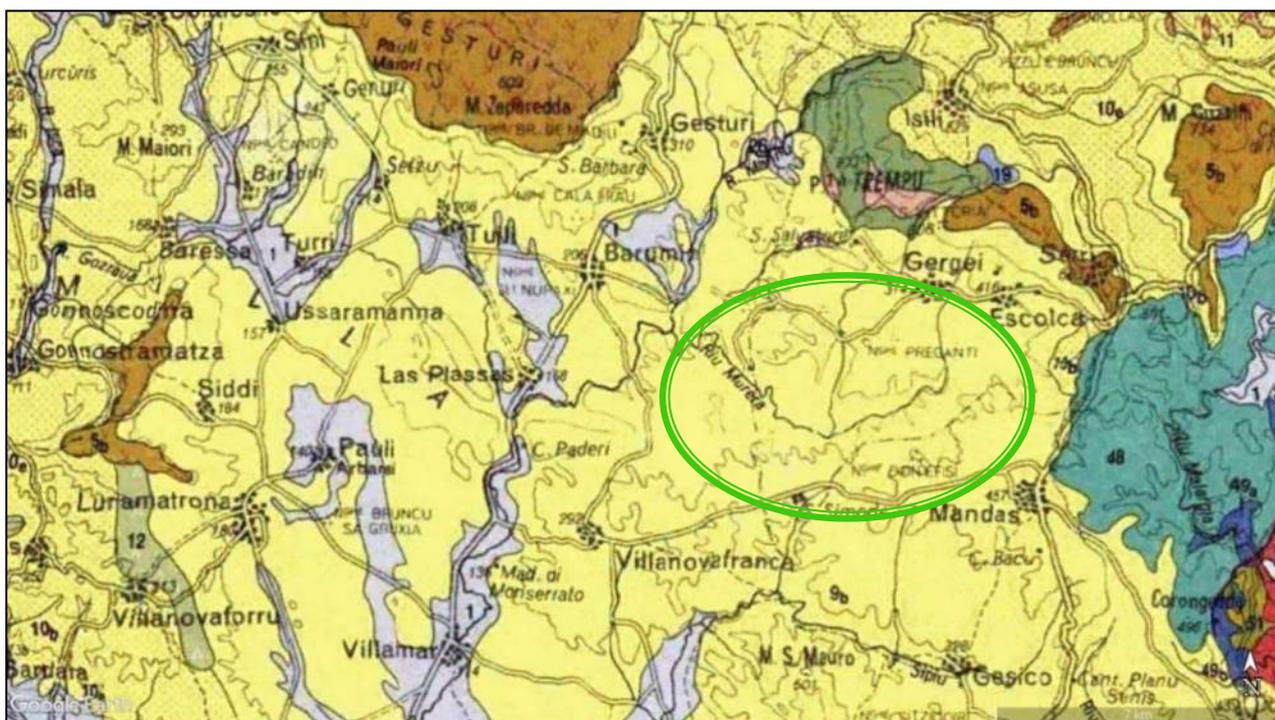


Figura 10.122 – Schema geologico con evidenza delle faglie di età cenozoica (Carmignani et al., 2015).

A nord del settore in studio si rinvencono estese coperture basaltiche di età pliocenica (i basalti delle Giare di Gesturi e di Serri) messe in posto su una superficie erosiva che taglia a quote diverse e la Formazione delle Marne di Gesturi. A nord dell'abitato di Gergei è visibile il basamento paleozoico che rappresenta uno scoglio tettonico affiorante dalle formazioni mioceniche. A sud-ovest affiora il complesso vulcanico di Furtei, un sistema di domi lavici e di depositi legati al loro collasso gravitativo.

In corrispondenza dei principali rilievi miocenici si rinvencono sovente le coltri detritiche di versante e colluviali **[b2]** riferibili perlopiù all'Olocene e provenienti dal disfacimento dei suddetti rilievi marnoso arenacei. Lungo i corsi d'acqua dominano le successioni alluvionali prevalentemente sabbiosa (**bnb**) ed in subordine ghiaioso-sabbiose **[bna]**, di età più antica ("Alluvioni terrazzate") o recente-attuale **[ba e bb]** ("Alluvioni attuali").

Chiudono la successione stratigrafica i depositi antropici **[h1]**, rappresentati dai rilevati stradali, argini fluviali e discariche per inerti.



1	<i>Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).</i>
5b	<i>Basalti pliocenici – Colate basaltiche e depositi di scorie (Pliocene medio superiore).</i>
9b	<i>Marne arenacee e siltose, arenarie, conglomerati, calcareniti e sabbie silicee sublitorali-epibatiali, con foraminiferi planctonici molluschi pelagici (Burdigaliano superiore – Langhiano medio)</i>
10e	<i>Calcari selciosi, arenarie e siltiti, conglomerati fluviali, con intercalazioni di tufi riolitici (Oliocene superiore - Aquitaniano).</i>

Figura 10.123 – Ubicazione degli interventi rispetto alla geologia di contesto (stralcio della “Carta Geologica della Sardegna” in scala 1:200.000, curata da Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna, modificata (fuori scala).

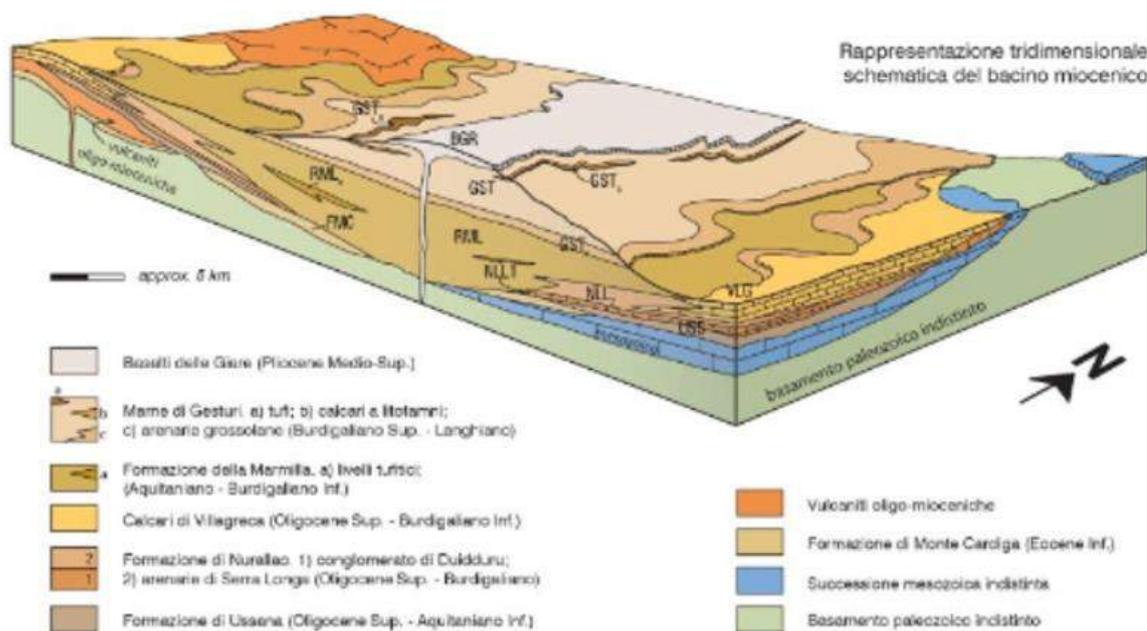


Figura 10.125 – Rappresentazione schematica del bacino miocenico nella Sardegna centro meridionale

10.3.4.2 Assetto strutturale e tettonico

I lineamenti fisiografici dei rilievi paleozoici, facenti parte del sistema montuoso del Gerrei e dell'Ogliastra, ad est del Sarcidano, sono il risultato degli eventi deformativi e magmatici legati all'Orogenesi ercinica.

La strutturazione dell'area è riconducibile alla tettonica cenozoica, sebbene parte delle strutture attive durante il Terziario rappresentino un'eredità della tettonica paleozoica, le cui litologie rappresentano il basamento su cui si impostano tutte le formazioni successive affioranti in Sardegna.

I lineamenti fisiografici dei rilievi paleozoici, facenti parte del sistema montuoso del Gerrei e dell'Ogliastra, ad est del Sarcidano, sono il risultato degli eventi deformativi e magmatici legati all'Orogenesi ercinica. La complessa deformazione sia duttile che fragile subita dalla successione ordoviciana-devoniana durante la suddetta orogenesi, con formazione di strutture a piega prima con asse E-W ("Prima fase ercinica") poi N-S con una foliazione penetrativa di piano assiale molto inclinata ("Seconda fase ercinica") e successivamente con pieghe a direzioni variabili e deformazioni meno intense ("Terza fase ercinica"), hanno determinato, contestualmente, una complessa fratturazione capace di interessare tutto lo spessore del basamento.

Con la successiva fase di tettonica distensiva post-collisionale del Carbonifero superiore-Permiano che interessa tutta la catena ercinica, insieme ad un'imponente attività magmatica, rappresentata dalla messa in posto di plutoni granitici, anche nella cosiddetta "Zona esterna", si sviluppano deformazioni duttili pervasive associate ad un metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione, mentre nei livelli strutturali più superficiali sono frequenti zone di taglio e faglie dirette a basso e alto angolo (CARMIGNANI *et alii*, 1992a).

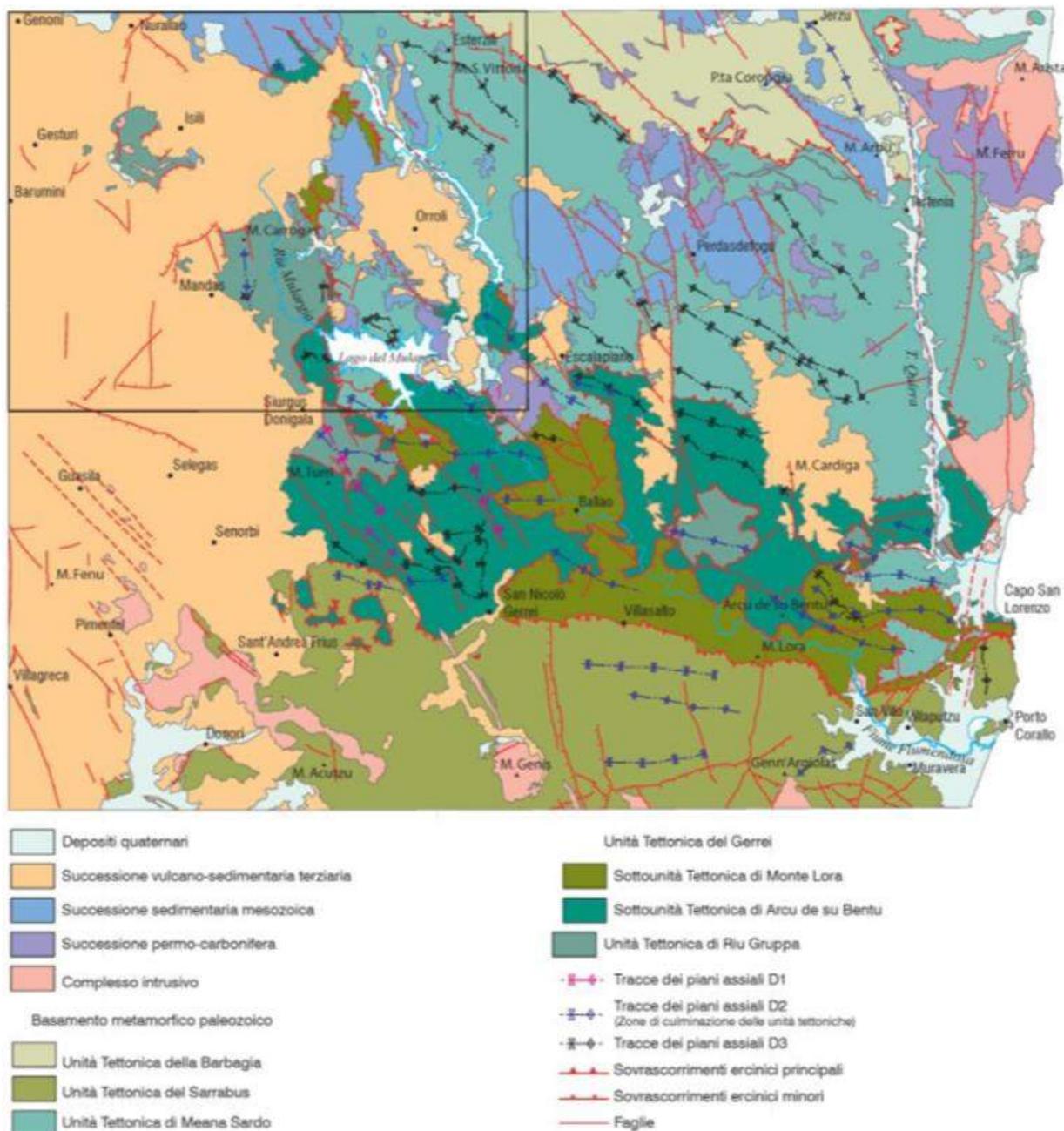


Figura 10.126 – Schema tettonico del Foglio 540 “Mandas”, allegato alla carta geologica CARG.

Le lineazioni tettoniche impostate nel corso dell'orogenesi ercinica, di direzioni piuttosto dispersa ma sostanzialmente riconducibili ai trend N-S, NNW-SSE, NNE-SSW, NW-SE e NE-SW, sono state riattivate ed accentuate nel corso degli eventi geodinamici che hanno interessato la Sardegna durante le fasi orogenetiche pirenaica ed alpina, provocando la frattura ed il dislocamento del basamento paleozoico e delle successioni sedimentarie mesozoiche, la fuoriuscita di enormi quantità di magmi calcalkalini e lo sprofondamento di un'ampia fascia della Sardegna centro-occidentale orientata N-S.

Tale fascia, denominata “Rift sardo” (CHERCHI & MONTADERT, 1982), nella parte meridionale della Sardegna comprendente oltre al Cixerri ed al Campidano, parte della Trexenta, della Marmilla e del Sarcidano: allo stato attuale delle conoscenze sulla strutturazione è in realtà il risultato di tre fasi deformative distinte che si esplicano in altrettanti cicli sedimentari separati da

discordanze stratigrafiche. In questo contesto i depositi di età miocenica, affioranti nella Marmilla e nel Sarcidano, sono espressione principalmente del primo e del secondo ciclo sedimentario.

In base a giacitura e cinematica delle strutture di età cenozoica, si distinguono tre sistemi di faglie:

- dirette (e/o trascorrenti) orientate circa NW-SE che hanno avuto un ruolo importante nella strutturazione miocenica,
- dirette (e/o trascorrenti?) orientate circa N-S, che hanno interessato più volte tutte le successioni fino al Pliocene, rigettando anche le faglie NW-SE,
- E-W, che hanno interessato soprattutto il basamento ercinico e permiano, e localmente la successione miocenica.

In questo quadro generale, le faglie al contorno dell'area di previsto intervento, di impostazione oligo-miocenica e riattivate nel tardo Miocene e nel Plio-Quaternario, seppur non tutte osservabili direttamente, sono rappresentate pelopiù da discontinuità NNW-SSE ed hanno un carattere prevalentemente distensivo. È probabilmente da mettere in relazione con la tettonica tardo-terziaria la formazione delle aree depresse del Campidano meridionale interessate dagli stagni costieri e lagune con evidenti condizioni di subsidenza ancora attiva seppure con movimenti molto lenti.

L'attività tettonica attuale nel settore considerato, come per tutta l'Isola, viene considerata molto bassa o quiescente e generalmente non si rilevano deformazioni significative nel corso del tardo Quaternario (Pleistocene superiore e Olocene). Non si esclude, stante la scarsa documentazione relativa a terremoti avvenuti in Sardegna in epoca storica e recente, che eventi sismici di eccezionale intensità localizzati in vari settori dell'area tirrenica, possano indurre in alcuni areali dell'Isola vibrazioni i cui effetti sulle strutture in progetto possono comunque considerarsi ininfluenti.

Anche la subsidenza, se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, è un fattore assolutamente irrilevante tra i processi morfodinamici dell'isola.

10.3.4.3 *Assetto litostratigrafico locale*

Coerentemente con questo contesto tettonico-strutturale, il sito designato ad ospitare il parco mostra l'affioramento di una successione marnoso-arenacea e conglomeratica di età miocenica riconducibile a tre formazioni, dal basso verso l'alto: la Formazione di Nurallao [**NLL**, Aquitaniano – Burdigaliano inferiore], rappresentata da sabbie e conglomerati, la Formazione della Marmilla [**RML**, Aquitaniano - Burdigaliano inferiore] costituita principalmente da marne siltose alternate a livelli arenacei e la Formazione delle Marne di Gesturi [**GST**, Burdigaliano superiore – Langhiano medio], rappresentata da un'alternanza di marne, marne arenacee, conglomerati e calcareniti.

La Formazione di Nurallao [**NLL**] affiora sporadicamente e al di fuori dell'area del parco eolico.

La Formazione della Marmilla [**RML**], su cui si sviluppa la parte nord-occidentale del parco, ha caratteristiche tipiche di un ambiente marino di bassa energia e la sua sedimentazione può essere in parte legata allo smantellamento delle vulcaniti mioceniche. Sulle colline che rappresentano la parte orientale e sud-orientale del parco, sulla Formazione della Marmilla poggiano, in discordanza a basso angolo, le Marne di Gesturi [**GST**], con caratteristiche molto simili a quella sottostante che testimonia un secondo ciclo sedimentario seguito ad una breve stasi della sedimentazione, come testimoniato dalla debole discordanza angolare tra le due formazioni.

Tali formazioni marnose che presentano generalmente giacitura suborizzontale o a basso angolo, sono dislocate da un sistema di faglie dirette a rigetto limitato che corrono principalmente in direzione meridiana e localmente in direzione ENE e NO. I bassi topografici tra le colline sono interessati dall'affioramento di depositi olocenici prevalentemente di origine fluviale.

Di seguito viene descritta sinteticamente la stratigrafia dell'ambito di intervento e di un suo congruo intorno, che comprende il parco eolico ed il cavidotto sino alla cabina elettrica, a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia geologica edita da APAT, integrata da ulteriori informazioni provenienti dai rilievi in situ.

A partire dalle più recenti, nell'area vasta sono state distinte le seguenti unità:

h1 Depositi antropici	[Attuale]
b2 Coltri eluvio-colluviali	[Olocene]
b Alluvioni indistinte	[Olocene]
ba Alluvioni attuali e recenti	[Olocene]
bb Alluvioni sabbiose con subordinati limi e argille	[Olocene]
bna Alluvioni terrazzati	[Olocene]
bnb Alluvioni terrazzate costituite da prevalenti sabbie	[Olocene]
GST Marne di Gesturi	[Burdigaliano sup. – Langhiano medio]
RML Formazione della Marmilla	[Aquitano – Burdigaliano inferiore]
NNL Formazione di Nurallao	[Aquitano – Burdigaliano inferiore]

h1 - Depositi antropici

Appartengono a questa unità tutti i depositi detritici riconducibili all'attività antropica. Sono costituiti da accumuli di modesta estensione legati ad azioni di rimodellamento della superficie topografica, o a discariche di inerti o rifiuti solidi urbani.

Non è prevista alcuna interferenza con le opere in progetto.

b2 - Coltri eluvio-colluviali

Sono rappresentate da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti che hanno subito trasporto per gravità nullo o limitato.

Lo spessore varia da decimetrico a metrico.

Si rinvengono perlopiù in corrispondenza di paleo-depressioni e nel fondovalle attuale e sono rappresentati da terre a granulometria prevalentemente limo-argillosa o argillosa con moderata frazione sabbiosa, come prodotto di alterazione dei terreni marnosi in situ e/o accumulo di questi ultimi in ambiente continentale/acquitrinoso. Possono essere costituiti da frazioni più grossolane (sabbie con sporadici clasti o blocchi) derivanti dal rimaneggiamento dei termini arenacei miocenici.

Una parte significativa degli aerogeneratori ricadono in questa unità da cui la necessità di valutare puntualmente il loro spessore.

b - Alluvioni attuali e recenti

Sono rappresentate da alluvioni conglomeratiche e sabbio-limose, in genere con una significativa componente argillosa infra-matrice, riconducibili all'evoluzione olocenica del locale reticolo idrografico a carattere stagionale che drena le acque dei rilievi basso-collinari impostati sulle litologie mioceniche.

Si distinguono depositi grossolani, formati da ghiaie ± ciottolose poligeniche con abbondante matrice sabbio-limosa [ba] e depositi alluvionali in prevalenza sabbiosi [bb] ma con intercalazioni sia di ghiaie poligeniche sia di limi e argille.

Gli spessori variano in genere da decimetrici a metrici e interessano gli attuali fondivalle formati a seguito dei più recenti episodi di terrazzamento.

Per gli interventi in programma non rivestono alcuna significatività.

bn - Alluvioni terrazzate

Questi depositi alluvionali mostrano caratteristiche generali analoghe a quelle descritte in precedenza poiché le modalità di sedimentazione risultano identiche come anche le aree di drenaggio dei paleocorsi d'acqua che le hanno prodotte.

Trattasi di sedimenti perlopiù ghiaiosi [bna] e sabbiosi [bnb] generalmente costituiti da ciottoli ben elaborati di rocce prevalentemente marnose derivanti dallo smantellamento dei rilievi, di dimensioni variabili da pluricentriche a decimetriche immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa e limoso-argillosa, localmente intercalati da lenti e/o livelli di limi argillosi [bnc], a composizione variabile e con differente forma.

Si ritrovano a margine degli attuali letti fluviali o costituiscono tratti di alveo regimati ed in genere non interessati dalle dinamiche in atto, se non in occasione di eventi idrometeorici eccezionali. Locali eteropie verticali e laterali, conseguenti alle variazioni del regime idrico dei corsi d'acqua, originano lenti e lingue di materiali a granulometria più fine (limi e argille) o a sacche conglomeratiche ± estese.

Lo spessore di questi sedimenti è, nella maggior parte dei casi, difficilmente valutabile, ma lungo scarpate di erosione fluviale associate alle dinamiche attuali, sono di ordine metrico.

Per gli interventi in programma non rivestono alcuna significatività.

GST - Formazione delle Marne di Gesturi

Marne, marne arenacee e arenarie fini [GST], di colore da grigio a giallastro, con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplankton, e frustoli vegetali. Generalmente alla base sono costituite da arenarie grossolane e conglomerati [GSTc] mentre al tetto passano a tufi pomicei alternati ad arenarie feldspatiche [GSTa]. Talvolta intercalate a biocalcareni e calcareniti fossilifere [GSTb].

La sequenza poggia in discordanza sui depositi del primo ciclo sedimentario miocenico [RML] e presenta giacitura suborizzontali o a bassa inclinazione (circa 5°).

Costituiscono il terreno di fondazione di una parte significativa delle opere in progetto, per cui dovrà essere valutato con precisione il loro stato di alterazione e le relative caratteristiche geotecniche.

RML - Formazione della Marmilla

Marne siltose, alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini talvolta con componente vulcanoclastica rimaneggiata, di colore giallognolo, con intercalazioni di tufi biancastri e livelli arenacei con forte componente vulcanoclastica [RMLa].



Figura 10.127 - Marne della Formazione della Marmilla in giacitura orizzontale nel settore centro-settentrionale del parco eolico.

Gli spessori possono raggiungere i 200 m, come direttamente rilevato in sondaggi per ricerche idriche in territorio di Selegas.

La giacitura della sequenza è perlopiù suborizzontale o leggermente inclinata, mediamente dell'ordine di $5\div 10^\circ$ e localmente $13\div 15^\circ$.

Nella parte sommitale la roccia si presenta molto alterata e detensionata per effetto dell'esposizione agli agenti atmosferici e mostra una evidente fissilità nei termini siltitici e fratturazione pseudoconcoide ("marne a saponetta") nei termini a maggiore composizione argillosa.

Costituiscono il terreno di fondazione di una parte significativa delle opere in progetto, per cui dovrà essere valutato con precisione il loro stato di alterazione e le relative caratteristiche geotecniche.

NLL - Formazione di Nurallao

Trattasi di arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di arenarie siltose.

Per gli interventi in programma non rivestono alcuna significatività.

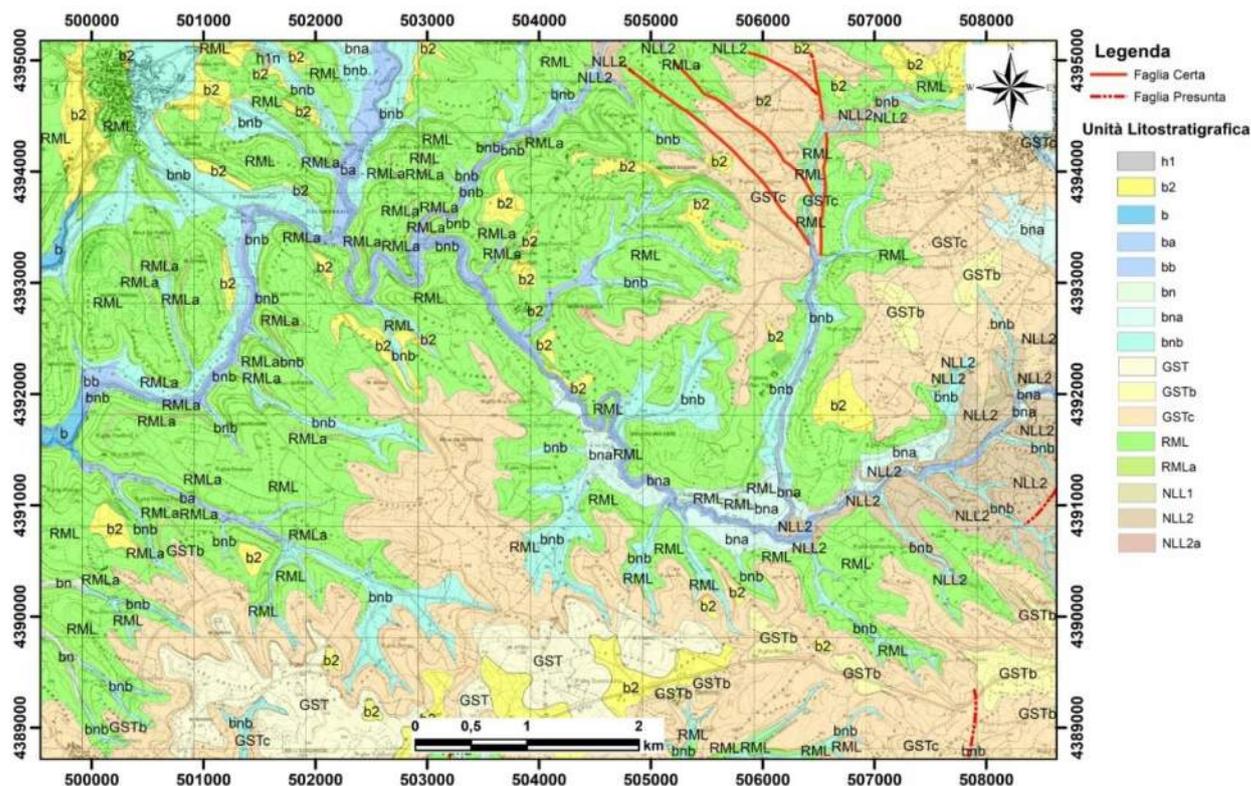


Figura 10.128 – Carta geologica dell'areale che ospiterà il parco eolico e del suo intorno (estratta dal Geoportale della Sardegna con modifiche) fuori scala.

10.3.4.4 Aspetti geotecnici

La semplicità dell'assetto litostratigrafico dei luoghi precedentemente descritti facilita questa prima valutazione in quanto, sostanzialmente, è possibile definire una stratigrafia litotecnica con quattro distinte unità che hanno diretto riferimento con quelle definite nella modellazione geologica.

Non essendo eseguita al momento alcuna campagna di indagine diretta, la caratterizzazione litotecnica viene effettuata, in via preliminare e del tutto indicativa, sulla base di dati provenienti da letteratura tecnica coadiuvate da informazioni estrapolate da indagini pregresse svolte in contesti geologici analoghi.

Coerentemente con quanto precedentemente illustrato, si richiama la successione stratigrafica rappresentativa dei luoghi di intervento, a partire dall'alto:

- A Terre di riporto e suoli
- B Argille limose grigio-brunastre
- C Colluvio limo-argilloso
- D Basamento marnoso-arenaceo da alterato a litoide.

A – Suoli

Spessore min 0,20 m

Spessore max 0,50 m

Terre argillose più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore perlopiù marroncino.

Per lo spessore esiguo, in contenuto organico e le scarse proprietà fisico-meccaniche non rivestono alcuna significatività ai fini applicativi che interessano.

Per tale motivo si omette la parametrizzazione geotecnica.

B - Argille limose grigio-brunastre

Spessore min 0,30 m

Spessore max 2,50 m

Argille limose di colore grigio-brunastro, plastiche, poco consistenti e localmente presenti in coincidenza delle aree depresse o di pedimonte, in lingue o lenti senza soluzione di continuità.

Anche in questo caso le caratteristiche geotecniche sono scarse, nel caso espresse dai seguenti parametri indicativi:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| – Peso di volume naturale | $\gamma_{\text{nat}} = 16,50 \div 17,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 18^\circ$ |
| – Coesione non drenata | $c_u = 0,20 \div 0,30 \text{ daN/cm}^2$ |
| – Modulo edometrico | $E_{\text{ed}} = 30 \div 40 \text{ daN/cm}^2$ |

C - Colluvio limo-argilloso

Spessore min 1,00 m

Spessore max 2,50 m

Colluvio argilloso-carbonatico, con noduli carbonatici, asciutto, consistente per effetto della temporanea essiccazione.

Come per lo strato precedente, il rinvenimento di questo deposito è localizzato.

L'elevato tenore argilloso rende detto terreno "inaffidabile" dal punto di vista geotecnico in quanto suscettibile a variazioni di volume sia negative che positive a seconda del variare del contenuto d'acqua. I test condotti su terreni simili per altre iniziative edilizie hanno ascritto questi terreni al gruppo A₇₋₆ «Argille fortemente compressibili e fortemente plastiche» della Classificazione CNR-UNI 10006 e CL della Classificazione USCS «Argille inorganiche di medio-bassa plasticità; argille limose».

Alla luce di queste constatazioni, come parametri geotecnici possono essere indicativamente assegnati i seguenti:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| – Peso di volume naturale | $\gamma_{\text{nat}} = 18,50 \div 19,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 20 \div 22^\circ$ |
| – Coesione non drenata | $c_u = 0,30 \div 0,40 \text{ daN/cm}^2$ |
| – Modulo Edometrico | $E_{\text{ed}} = 50 \div 60 \text{ daN/cm}^2$ |

D - Basamento marnoso-arenaceo

Spessore pluridecamentrico

Marne siltose ed arenacee di colore beige-giallognolo, ossidate, da molto alterate a litoidi, complessivamente tenere.

In genere si presentano alterate fino ad almeno 3 m di profondità, localmente ridotte alla stregua di un'argilla a scaglie consistenti con patine di ossidazione nella porzione sommitale.

Coerentemente alla suddivisione eseguita nell'ambito prettamente stratigrafico, si possono distinguere anche in questo caso due facies differenti, con comportamento meccanico altrettanto dissimile.

D1 – Fascia di alterazione del substrato marnoso con caratteristiche meccaniche simili alla coltre colluviale limo-argillosa soprastante, per la quale si ritengono validi i seguenti parametri geotecnici:

- Peso di volume naturale $\gamma_{nat} = 18,50 \div 19,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 18^\circ$
- Coesione non drenata $c_u = 0,30 \div 0,40 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo Edometrico $E_{ed} = 50 \div 60 \text{ daN/cm}^2$

D2 – Substrato marnoso litoide tenero e fratturato

- Peso di volume naturale $\gamma_{nat} = 21,50 \div 22,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 25 \div 35^\circ$
- Coesione $c = 2,00 \div 3,00 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo di comprimibilità $E \leq 1.000 \text{ daN/cm}^2$

10.3.4.5 Caratterizzazione sismica

Nonostante sia acclarata la bassa sismicità della Sardegna conseguente alla generale stabilità geologica del blocco sardo-corso (gli ultimi episodi vulcanici dell'isola vengono fatti risalire a circa 90.000 anni fa, nel Pleistocene superiore, con l'emissione di lave e formazione di coni di scorie nel settore dell'*Anglona*), si ha conoscenza di indizi di eventi sismici risalenti a 3.000-4.000 anni fa, testimoniati da importanti danneggiamenti rilevati in alcuni edifici nuragici. Negli ultimi secoli non pochi sono stati i terremoti di energia non trascurabile localizzati in Sardegna o nelle sue immediate vicinanze. In un recente lavoro, MELETTI et al. (2020) hanno revisionato tutte le informazioni disponibili relative ai terremoti fatti registrare in Sardegna dal 1616, data del primo terremoto di cui si abbia notizia, al 2019. Nella tabella seguente sono riportati i parametri analizzati in questa sede relativi a tutti i terremoti di interesse per la Sardegna.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15, consultabili dal sito web "DBMI15", per l'Isola non sono registrati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius.

Alcuni terremoti segnalati (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania). Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001), è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola.

Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	Ref	com.	NOm	Ix	Lat	Lon	M
1610	06	04			Sardegna merid.	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1616	06	04	14		Sardegna merid.	MELAL020		10	D	39.131	9.502	4.9
1619	06	24	16		Sardegna merid.	MELAL020	UNK	1	4-5	39.256	9.168	3.9
1771	08	17	13		Sardegna merid.	MELAL020		2	3	39.223	9.121	3.2
1771	08	17	18		Sardegna merid.	MELAL020		7	5	39.213	8.936	4.4
1835	03	06			Sardegna merid.	MELAL020	D	1	3	39.223	9.121	3.2
1838	02	02			Agro sassarese	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1855	06	11			Cagliari	MELAL020	ZD	-	-	-	-	-
1870	06	20	08	22	Ittireddu	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1870	07	04	17	45	Nuorese	MELAL020		4	5	40.477	9.383	4.2
1898	12	15			San Vito	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1901	01	18	16	30	Gergei	MELAL020	UNK	7	5	39.699	9.102	4.2
1901	01	18	17		Gergei	MELAL020		1	F	39.654	9.129	3.7
1901	03	22	13		Gergei	MELAL020		1	4-5	39.699	9.102	3.9
1906	04	03	16	20	Sardegna Settentrionale	MELAL020		6	3	41.048	9.599	3.2
1922	07	18	20	30	Nuorese	MELAL020		1	3	40.215	8.803	3.2
1922	07	18	22	30	Nuorese	MELAL020		1	3	40.215	8.803	3.2
1924	01	24	02	22	Sardegna Nord. Occ.	MELAL020	NM	-	-	-	-	-
1948	11	13	09	52	Mar di Sardegna	MELAL020		59	5-6	40.941	8.958	4.7
1948	11	13	12	00	Mar di Sardegna	MELAL020		2	F	40.913	9.302	3.7
1948	11	13	12	48	Mar di Sardegna	MELAL020		1	F	40.903	9.104	3.7
1948	11	13	22	45	Mar di Sardegna	MELAL020		1	3	40.914	8.713	3.2
1948	11	16	21	57	Mar di Sardegna	MELAL020		10	5	40.903	9.104	4.2
1948	11	17	00		Mar di Sardegna	MELAL020		2	3	40.903	9.104	3.2
1948	11	20	01		Mar di Sardegna	MELAL020		2	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	02	07	Mar di Sardegna	MELAL020		1	F	40.929	9.065	3.7
1948	11	20	02	15	Mar di Sardegna	MELAL020		2	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	13	45	Mar di Sardegna	MELAL020		1	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	15	36	Mar di Sardegna	MELAL020		1	5-6	40.929	9.065	4.4
1948	11	21	21	50	Mar di Sardegna	MELAL020		4	5-6	40.948	8.938	4.4

Figura 10.129 – Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1610 al 1948 Meletti et al. (2020).

Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	Ref	com.	NOm	Ix	Lat	Lon	M
1948	12	08	04	30	Sassarese	MELAL020		4	3	40.926	9.020	3.2
1948	12	08	13	15	Sassarese	MELAL020		4	3	40.926	9.020	3.2
1948	12	08	13	45	Sassarese	MELAL020		7	5-6	40.931	8.983	4.4
1948	12	08	23	00	Sassarese	MELAL020		3	3	40.944	9.009	3.2
1948	12	29	21	45	Mar di Sardegna	MELAL020		5	5	40.948	8.938	4.2
1949	01	06	17	30	Mar di Sardegna	MELAL020		4	5-6	40.948	8.938	4.4
1960	05	25	22		Calagianus	BSING		1	5	40.933	9.117	3.5
1970	06	18	09	03	Mare di Sardegna	ISC		13	4	40.950	7.420	4.8
1976	07	15	09	18	Medio Tirreno	BSING	NM			41.400	9.800	-
1977	05	29	16	19	Biancareddu	BSING	NM			40.783	8.183	2.7
1977	06	27	19	36	Valverde	BSING	NM			40.583	8.383	3.0
1977	08	28	09	45	Canale di Sardegna	ISC		20	5	38.235	8.187	5.4
2000	04	26	13	28	Tirreno centrale	ISC		-	-	40.929	10.077	4.3
2000	04	26	13	37	Tirreno centrale	ISC		46	5-6	40.955	10.097	4.8
2001	03	03	01	54	Tirreno centrale	ISC		1	3-4	40.884	9.990	4.0
2004	12	12	11	52	Tirreno centrale	ISC		19	3-4	41.015	9.967	4.1
2004	12	18	09	12	Tirreno centrale	ISC		13	4-5	40.958	10.050	4.6
2006	03	24	10	43	Capo Teulada	ISC		2	4-5	38.924	8.931	4.0
2011	07	02	14	43	Mare di Corsica	ISC		-	-	42.004	7.617	4.2
2011	07	07	19	21	Mare di Corsica	ISC		5	4	42.087	7.593	5.1
2012	03	04	03	47	Mare di Corsica	ISC		2	2-3	42.080	7.565	4.4

Figura 10.130 – Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1948 al 2021 Meletti et al. (2020).

Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco a ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e 40 km di profondità.

Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini.

Per quanto attiene il sito specifico, la sismicità storica è stata ricostruita previa consultazione dei seguenti database resi fruibili online dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV):

CPTI15 – Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani 2015

Contiene i dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o con magnitudo (M_w) ≥ 4 relativi a tutto il territorio italiano.

DBMI15 – Database macrosismico dei terremoti italiani 2015.

Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nel periodo 1000-2020.

L'archivio non indica alcun evento con epicentro nei comuni ove ricadrà il parco eolico.

Dal database DISS relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo > 5.5 , si evince che il settore di intervento non è direttamente gravato da potenziali faglie sismogenetiche.

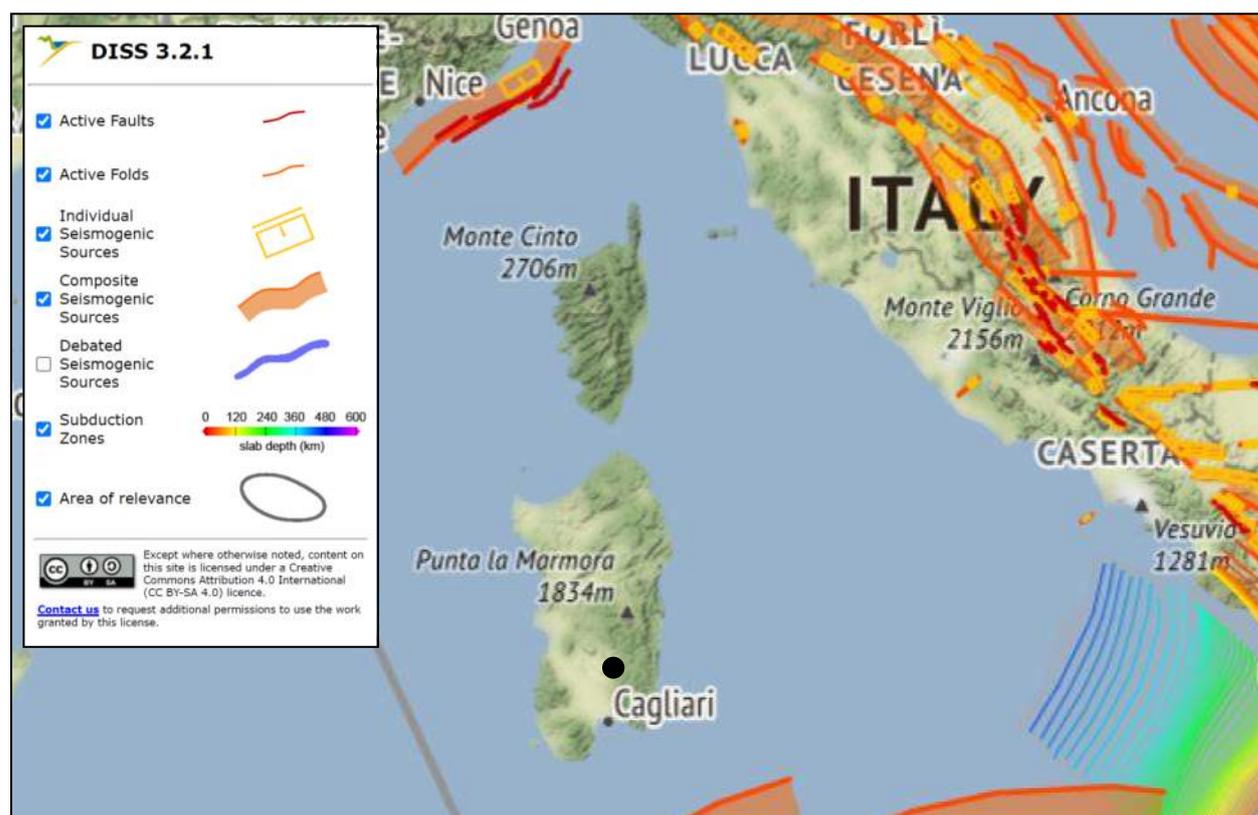


Figura 10.131 – Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5,5$ rispetto all'area di intervento (estratto da DISS Working group 2021, Database of Individual Seismogenic Sources ver. 3.3.0., <https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html>)

Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali, ovvero dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica», entrata in vigore dal 25.10.2005 in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle «Norme Tecniche per le Costruzioni» e dalla successiva O.P.C.M. n. 3519/2006 che ha lasciato facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica in zona 4.

In relazione alla pericolosità sismica - espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi - il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo (a_{g475}), ossia quella riferita al 50esimo

percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s.

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di a_{g475} , con una tolleranza 0,025g. A ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g), che deve essere considerato in sede di progettazione.

Allo stato attuale delle conoscenze, attraverso l'applicazione WebGIS, è possibile consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica. Il sito di specifico intervento, così come tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa. Al parametro **a_g** è assegnato un valore di accelerazione al suolo da adottare nella progettazione compreso tra **0,025÷0,05 g** (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni). Tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

L'entrata in vigore delle NTC 2008 ha reso obbligatoria, anche per le zone a bassa sismicità come la Sardegna, la stima della pericolosità sismica basata su una griglia, estesa per tutto il territorio nazionale, di 10751 punti, in cui vengono forniti per ogni nodo situato ai vertici di ciascuna maglia elementare, i valori di:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno,
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
- T_{c^*} periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per nove periodi di ritorno T_r , in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (di categoria A nelle NTC) con superficie topografica orizzontale.

Solo per alcune aree insulari con bassa sismicità (tra cui la Sardegna), tali valori sono unici e sono quelli indicati nella Tabella 2 dell'Allegato B alle N.T.C. 2008, ancora valide per le N.T.C. del 2018.

Per un periodo di ritorno $T_r = 475$ anni, detti parametri valgono:

- a_g = 0,500
- F_0 = 2,88
- T_{c^*} = 0,34

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica I_{max} (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente) si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità (**$I_{max/pon}$**), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione.

Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

Il *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from CAPable faults*) ha consentito di escludere la presenza di "faglie capaci", ovvero di lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche.

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, ai sensi del D.M. del 1701.2018, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il "bedrock" attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio (V_s).

Con l'approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alla configurazione stratigrafica ed i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

essendo:

h_i = spessore dello strato i -esimo,

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato,

N = numero di strati,

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali. Per depositi con profondità del substrato > 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le «*Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni*», un sito può essere classificato attraverso il valore delle $V_{s,eq}$ con l'appartenenza alle differenti categorie sismiche; ovvero:

- A]** ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B]** rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C]** depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;
- D]** depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;
- E]** terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

La bassa sismicità dell'Isola fa escludere elementi di pericolosità sismica che possano compromettere l'integrità e la fruibilità dell'opera in progetto. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'Elaborato WGG-G2 *Report MSAW*.

10.3.4.6 *Assetto morfologico e idrografico*

Il settore in studio ricade in un ambito 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 ms.l.m. come nel caso di Monte Atzili e Ruina Puliga.

Il corso d'acqua principale è il Riu Murera che ha andamento ansiforme tendenzialmente da est verso ovest tale tagliare trasversalmente il parco eolico. La quota media di scorrimento è di circa 230 ms.l.m. fino a riversarsi a 170 ms.l.m., in località Culumbraxiu, nel Flumini Mannu: quest'ultimo scorre da nord verso sud a una quota di circa 150 m s.l.m. e delimita l'area del parco ad ovest.



Figura 10.132 – Immagine rappresentativa del contesto morfologico collinare del parco (zona centrale verso nord). Sullo sfondo la Giara di Gesturi.



Figura 10.133 – Immagine panoramica dell'area del parco, vista da est verso ovest.



Figura 10.134 – Letto del Rio Murera.

I terreni che costituiscono il substrato geologico della zona sono rappresentati essenzialmente da marne stratificate mediamente coerenti coperte parzialmente da spessori decimetrici o metrici di detriti fini eluvio-colluviali provenienti dal disfacimento delle formazioni marnose mioceniche. Lungo il letto dei rii minori che attraversano l'area interessata dal progetto affiorano depositi alluvionali terrazzati costituiti principalmente da arenarie poco coerenti il cui spessore è valutabile nell'ordine di alcuni metri.

Nello specifico dei comparti che ospiteranno il parco, il ridotto gradiente altimetrico favorisce l'abbattimento dell'energia di deflusso delle acque meteoriche, limitando gli effetti morfodinamici sulla topografia ad un debole ruscellamento areale e all'azione dei rii minori sopracitati.

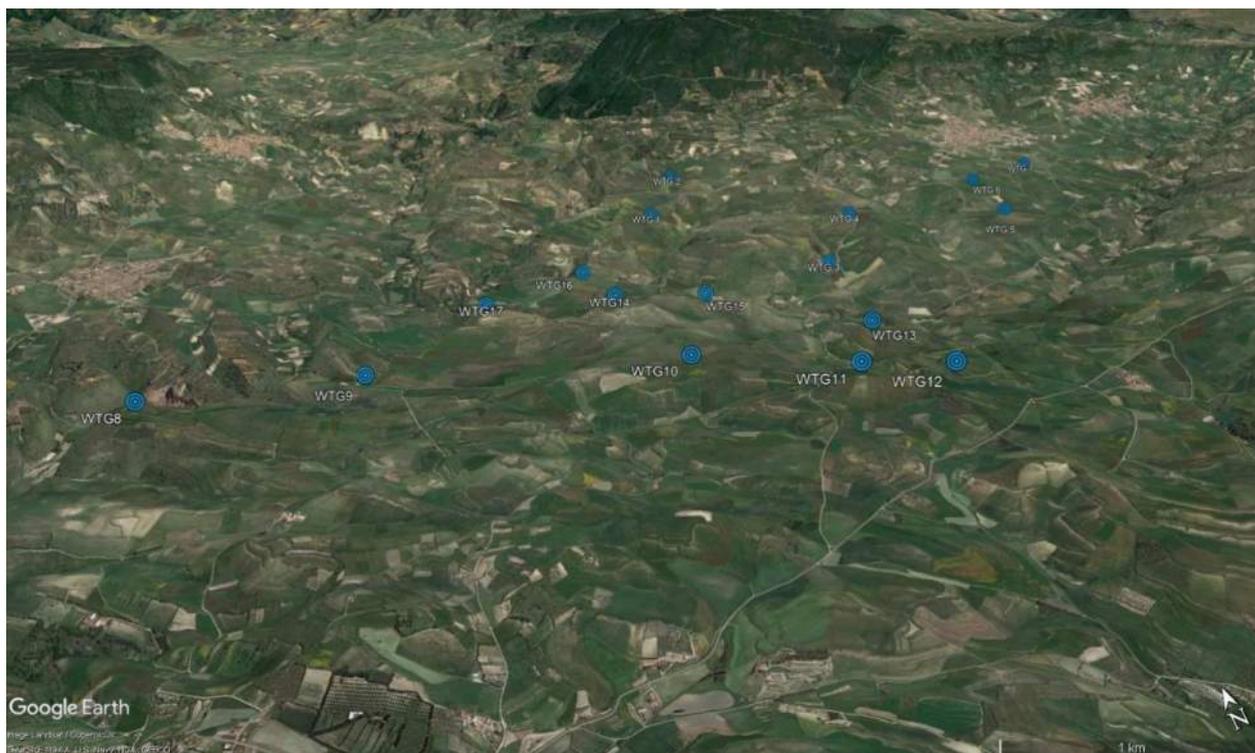


Figura 10.135 – Contesto morfologico da immagine satellitare del rilievo con esagerazione verticale 3x.

10.3.5 Atmosfera

In coerenza con quanto richiesto dalla vigente normativa in materia di VIA, l’analisi della componente ambientale “atmosfera” è affrontata di seguito operando una distinzione tra le sotto-componenti di livello locale, riferibili ai caratteri meteo-climatici ed alla qualità dell’aria, e quelle di carattere globale, certamente di maggiore interesse specifico per una valutazione compiuta degli effetti ambientali del proposto progetto.

Come noto ed ampiamente condiviso, infatti, le centrali eoliche non sono all’origine di effetti significativi sul microclima delle aree di installazione degli impianti né, allo stesso modo, a queste possono attribuirsi effetti di alterazione della qualità dell’aria, trattandosi di centrali energetiche totalmente prive di emissioni atmosferiche. Sulla base di quanto precede, ancorché gli effetti del proposto progetto sulla qualità dell’aria a livello locale risultino, palesemente, alquanto contenuti e di carattere temporaneo, l’analisi della sotto-componente è comunque riportata per completezza di trattazione.

Per altro verso, al pari delle altre categorie di centrali elettriche da FER, la diffusione degli impianti eolici concorre positivamente al processo di conversione dei sistemi di generazione elettrica nella direzione di un crescente ricorso alle fonti rinnovabili e progressiva contrazione della quota di produzione da combustibili fossili, con positivi effetti in termini di contrasto ai cambiamenti climatici e riduzione generale dell’inquinamento atmosferico.

10.3.5.1 Caratteristiche meteo-climatiche

10.3.5.1.1 Caratteri climatologici generali e precipitazioni

Il clima della Sardegna è generalmente classificato come “Mediterraneo Interno”, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Da un punto di vista più generale, il Mediterraneo può essere considerato come una fascia di transizione tra le zone tropicali, dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le zone temperate, dove le stagioni

sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura. Di conseguenza si presentano con grandi variazioni interstagionali di precipitazione accompagnate da variazioni di temperatura, senza che però le une le altre raggiungano i valori estremi tipici delle due aree climatiche.

La principale causa delle notevoli differenze climatiche fra le stagioni è la migrazione del limite settentrionale delle celle di alta pressione che caratterizzano le fasce subtropicali del Pianeta. D'estate, infatti, tali celle arrivano ad interessare tutto il bacino del Mediterraneo, dando vita ad una zona di forte stabilità atmosferica (che nei mesi di giugno, luglio e agosto può dare origine ad un regime tipicamente subtropicale arido), favorendo situazioni di cielo sereno con temperature massime elevate, anche se accompagnate da escursioni termiche di discreta entità. D'inverno invece le medesime celle restano confinate al Nord-Africa e lasciano il Mediterraneo esposto a flussi di aria umida di provenienza atlantica o di aria fredda di provenienza polare. In realtà una gran parte delle strutture cicloniche che interessano l'area in esame si genera nel golfo di Genova (seppure a seguito di una perturbazione atlantica), probabilmente a causa della disposizione delle Alpi e del forte gradiente di temperatura tra Nord e Centro Europa ed il Mediterraneo. È interessante notare, poi, che la regione mediterranea presenta la più alta frequenza e concentrazione di ciclogenesi del mondo.

L'area in esame, posta a nord della Città metropolitana di Cagliari è caratterizzata da temperature invernali basse e temperature estive più miti. Le piogge sono più frequenti nei mesi invernali. Le piogge sono frequenti nei mesi autunnali-invernali e quasi assenti in estate.

In Tabella 10.19 si riportano le precipitazioni medie stagionali ed annuali misurate in circa 30 anni di osservazioni nella stazione di Gergei tratte dalla "Relazione Tecnica. Climatologia della Sardegna per il triennio 1981-2010" (Regione Autonoma della Sardegna, 2020). Dall'analisi dei dati della suddetta stazione, si è rilevato che il mese più piovoso è dicembre, con valori medi pari a 80,9 mm mentre il mese meno piovoso risulta quello di luglio, con valori medi pari a 8,8 mm.

Dall'analisi dei dati si evince inoltre che la stagione più piovosa è quella autunnale (ottobre, novembre e dicembre) mentre quella più secca è l'estate (giugno, luglio, agosto).

Tabella 10.19 – Precipitazioni medie mensili (mm) registrate nella stazione di Gergei - Anni 1981-2010

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Gergei	63,2	51,7	47,9	64,4	41,8	27,3	8,8	12,2	48,6	59,4	88,9	80,9

Nell' "Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 – settembre 2021", dell'ARPAS, si rivengono alcuni dati di recente elaborazione.

Per la stazione di Sadali, a nord ovest dell'impianto, lo scenario delle precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa, evidenzia che i massimi cumulati giornalieri assoluti sono stati registrati per il periodo da novembre a dicembre 2020. Nel territorio di interesse i valori cumulati si trovano tra il 25° e il 75° percentile e comunque piuttosto in linea con il valore mediano. La situazione della stazione di Sadali per l'anno 2020-2021 è rappresentato nella figura seguente:

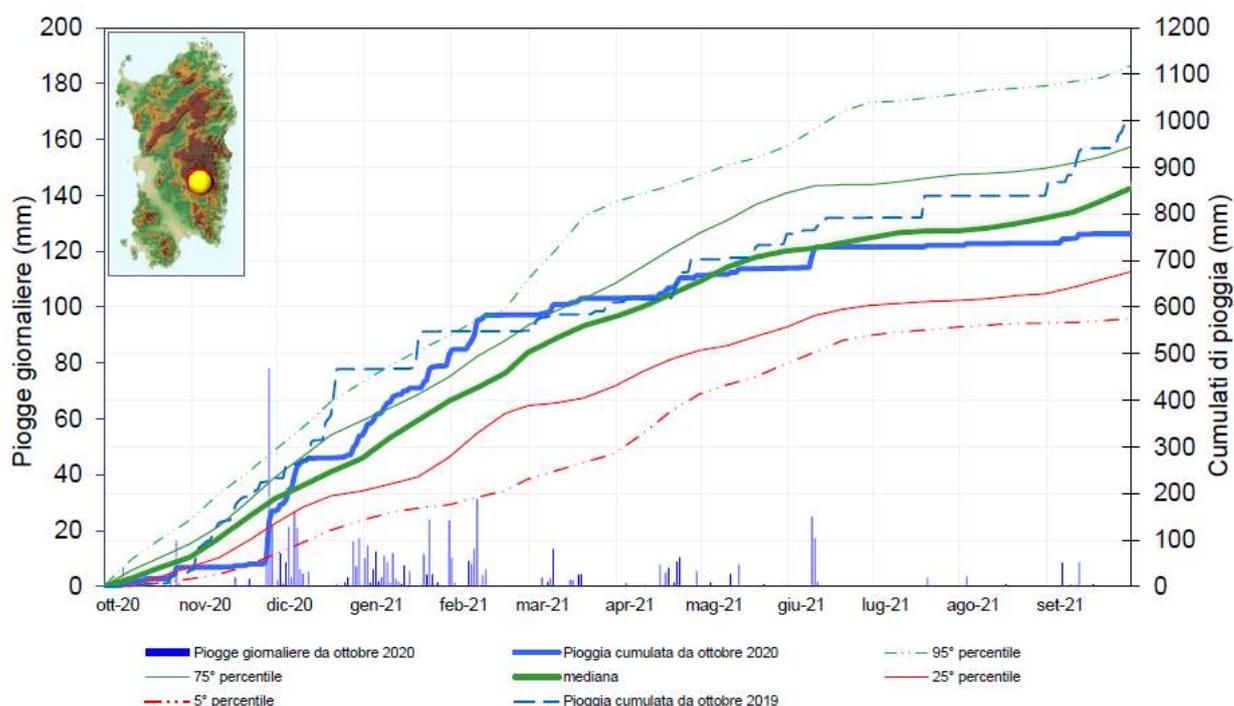


Figura 10.136 - Precipitazioni giornaliere e cumulate nella stagione piovosa – Stazione di Sadali (Fonte: Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 – settembre 2021 – ARPAS)

10.3.5.1.2 Temperature

Dall’analisi dei dati termometrici di riferimento per il territorio in esame - tratte dalla “Relazione Tecnica. Climatologia della Sardegna per il triennio 1981-2010” (Regione Autonoma della Sardegna, 2020) – e relative alla stazione termometrica di Gergei, più vicina all’area di impianto, emerge come la media annuale delle temperature minime sia attorno agli 11,4°C e pari a 21,9°C per le temperature massime. I mesi più freddi sono in generale gennaio e febbraio mentre i mesi più caldi sono luglio e agosto.

Tabella 10.20 – Temperature medie mensili minime e massime registrate nella stazione di Sadali – Anni 1981-2010

Stazione Gergei	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Tmin	5.4	5.1	6.6	8.1	12.1	15.6	18.8	19.5	16.4	13.5	9.2	6.5	11.4
Tmax	12.5	13.2	16.3	18.6	24.4	29.8	33.4	33.5	28.0	23.3	16.7	13.2	21.9

10.3.5.1.3 Caratteristiche anemologiche

Rimandando all’esame del Quadro di riferimento progettuale per l’illustrazione dei dati anemologici specifici del sito di intervento, si delineano nel seguito le caratteristiche generali di ventosità dell’area in esame tratti dalla Nota tecnica “Il Clima della Sardegna” pubblicata dal Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna con riferimento alla stazione in loc. “Perdasdefogu”, ubicata ad est del parco eolico in progetto.

Come è noto, il vento è generato dal movimento di masse d'aria rispetto alla superficie terrestre all'interno dell'atmosfera. I dati di intensità del vento sono generalmente espressi in termini di velocità dell'aria; quest'ultima è una grandezza vettoriale bidimensionale in quanto se ne considera solo la componente misurata su una superficie parallela a quella terrestre (generalmente l'anemometro si trova a circa 10 m di altezza dalla superficie del terreno), non considerando la componente verticale in quanto di intensità trascurabile. Di conseguenza, la grandezza in esame si compone di due variabili: una direzione, espressa in gradi sessagesimali calcolati in senso orario a partire da nord, e la velocità dell'aria, espressa in m/s.

È opportuno far rilevare come il vento in superficie sia determinato, oltre che dalla situazione sinottica generale, e cioè dalla situazione dinamica e termodinamica di una notevole porzione del nostro emisfero, anche dalle caratteristiche morfologiche del luogo dove viene eseguita la misura, tanto più in una regione dall'orografia complessa quale la Sardegna. Un ulteriore problema è rappresentato dalle brezze che, essendo causate dalla differenza di temperatura fra terra e mare, sono di natura squisitamente locale. Infine, la collocazione della stazione gioca un ruolo importante in quanto l'eventuale presenza di vegetazione, edifici o collinette nelle vicinanze può introdurre degli errori sistematici anche notevoli, in particolare nel vento di moderata intensità.

Ai fini dell'esposizione dei dati, le direzioni sono state suddivise in ottanti, corrispondenti agli otto venti della Rosa dei Venti classica (Tabella 10.21), e le velocità in quattro Classi (Tabella 10.22). Inoltre, per semplicità, sono stati assimilati alla calma di vento tutti gli eventi con velocità inferiore ai 1,5 m/s (la cosiddetta bava di vento), nonché il vento di direzione variabile in quanto esso è sempre un vento di debole intensità.

Tabella 10.21 - Suddivisione del vento per direzione di provenienza

Nome	Direzione di provenienza geografica	Direzione di provenienza (gradi sessagesimali)
Tramontana	nord	$0^\circ < d \leq 22.5^\circ$
		$337.5^\circ < d \leq 360^\circ$
Grecale	nord-est	$22.5^\circ < d \leq 67.5^\circ$
Levante	est	$67.5^\circ < d \leq 112.5^\circ$
Scirocco	sud-est	$112.5^\circ < d \leq 157.5^\circ$
Ostro	sud	$157.5^\circ < d \leq 202.5^\circ$
Libeccio	sud-ovest	$202.5^\circ < d \leq 247.5^\circ$
Ponente	ovest	$247.5^\circ < d \leq 292.5^\circ$
Maestrale	nord-ovest	$292.5^\circ < d \leq 337.5^\circ$

Tabella 10.22 – Suddivisione del vento per intensità

Fascia	Descrizione	Intensità (m/s)
0	Calma di vento	$v \leq 1.5$
I	Vento di intensità moderata	$1.5 < v \leq 8.0$
II	Vento di intensità intermedia	$8.0 < v \leq 13.5$
III	Vento di forte intensità	$v > 13.5$

Per ogni combinazione di velocità e direzione, si è calcolata la frequenza con cui tale combinazione si è verificata nel periodo studiato (1951÷1993). Vista la mole di dati a disposizione, tali valori corrispondono, a tutti gli effetti, alla probabilità empirica di registrare quel particolare vento nella stazione di riferimento. Per quel che riguarda la Classe zero (calma di vento o vento variabile) non si sono ovviamente fatte distinzioni per direzioni di provenienza.

La Tabella 10.23, relativamente alla stazione di Perdasdefogu, mostra la frequenza di distribuzione del vento nelle varie direzioni, indipendentemente dalla velocità. Si è tenuto conto anche della direzione variabile e della calma di vento, che, come si può constatare, risultano pressoché assenti.

Tabella 10.23 - Direzione di provenienza del vento massimo Stazione di Perdasdefogu - Anni 1951÷1993 - percentuali sul totale dei dati disponibili (Fonte SAR)

nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest	direzione variabile o calma di vento
2.05	6.28	22.53	11.63	1.20	10.13	39.10	6.44	0.63

Nella Tabella 10.24 e nella Tabella 10.25 sono invece riportate, rispettivamente, le distribuzioni annuali assolute (ossia riferite alla totalità di dati disponibili) di frequenza della direzione e velocità del vento divise per fasce di velocità e quelle relative (cioè riferite alla particolare classe di velocità considerata).

Tabella 10.24 – Distribuzione delle frequenze assolute annuali della direzione e velocità del vento massimo rilevate presso la stazione di Perdasdefogu - Anni 1951÷1993 (elaborazione sulla base dei dati S.A.R.)

Velocità vento	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest	totale
Classe I - 1,5-8 m/s	0.68	2.00	11.84	6.98	0.68	3.84	6.06	0.74	32.82
Classe II - 8-13,5 m/s	0.85	2.86	8.65	4.34	0.35	4.21	15.80	2.65	39.72
Classe III - >13,5 m/s	0.44	1.33	1.63	0.25	0.16	1.91	16.01	2.83	24.55

Tabella 10.25 – Distribuzione delle frequenze annuali della direzione e velocità del vento massimo (per classe di velocità) rilevate presso la stazione di Perdasdefogu – Anni 1951÷1993 (elaborazione sulla base dei dati S.A.R.)

Velocità vento	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
Classe I - 1,5-8 m/s	2.07	6.11	36.08	21.26	2.07	11.69	18.47	2.26
Classe II - 8-13,5 m/s	2.15	7.19	21.78	10.93	0.87	10.61	39.79	6.68
Classe III - >13,5 m/s	1.80	5.40	6.62	1.03	0.64	7.78	65.21	11.51

Risulta evidente dai dati a disposizione (Tabella 10.23) che la direzione di provenienza del vento massimo per la stazione di Perdasdefogu (Ponente) rappresenta quasi il 39% del totale.

Inoltre, i venti spirano prevalentemente negli intervalli di velocità compresi tra 8,0 e 13,5 m/s, formando circa il 40% del totale (Tabella 10.24). Considerando invece le frequenze annuali per classe di velocità (Tabella 10.25), si ha che i venti, nella prima classe di velocità, più frequenti sono quelli del quadrante ovest, la stessa tendenza si riscontra aumentando la classe di velocità.

10.3.5.2 Livello qualitativo della componente

10.3.5.2.1 Qualità dell'aria a livello locale

10.3.5.2.1.1 Normativa di riferimento

Il progressivo fenomeno dell'inquinamento atmosferico ha reso indispensabile l'adozione di precise norme volte a tutelare la salute dei cittadini.

In data antecedente all'emanazione di leggi e decreti, a difesa della qualità e salubrità dell'aria, la magistratura penale faceva riferimento alla norma generale contenuta nell'articolo 674 del Codice di Procedura Penale secondo cui *"chiunque, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumi atti ad offendere, imbrattare o molestare persone è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fino a lire 400.000"*.

Il primo vero provvedimento legislativo emanato in Italia sulle fonti di inquinamento atmosferico è la L. 615 del 1966: *"Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico"*. La legge si poneva il compito di regolare l'esercizio degli impianti di riscaldamento, degli impianti industriali e dei mezzi motorizzati; in parte è stata abrogata dalla successiva legislazione ed attualmente il campo di applicazione è limitato ai soli impianti di riscaldamento ad uso civile.

Con il D.P.C.M. del 28 marzo 1983 *"Limiti di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi agli inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno"* sono definiti i limiti di concentrazione degli inquinanti nell'ambiente esterno e, per essi, è previsto un monitoraggio costante. Per la prima volta inoltre sono stati fissati metodi di campionamento, analisi e verifica.

Nel 1988, recependo più direttive Comunitarie fu emanato il D.P.R. 203 *"Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di tutela della qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n. 183"*.

In esso si precisa che: *"è inquinamento atmosferico ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali e pubblici e privati"*.

Con l'emanazione del Decreto Legislativo n. 351 del 4 agosto 1999, che recepisce e dà attuazione alla Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, tutta la normativa italiana vigente in materia subisce un sostanziale aggiornamento. Il Decreto definisce i principi per:

- a) stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) valutare la qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni;
- c) disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento delle soglie d'allarme;
- d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Il D.Lgs 351 rinvia a successivi decreti del Ministro dell'Ambiente, da emanare in recepimento di ulteriori disposti Comunitari (Direttive Figlie), l'assunzione di:

- e) valori limite e delle soglie d'allarme per gli inquinanti elencati nell'allegato I;
- f) margine di tolleranza fissato per ciascun inquinante di cui all'allegato I, le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- g) termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- h) valore obiettivo per l'Ozono e gli specifici requisiti per il monitoraggio, valutazione, gestione ed informazione.

Con le stesse modalità sono stabiliti, per ciascun inquinante per il quale sono previsti un valore limite e una soglia di allarme:

- a) i criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente ed i criteri e le tecniche di misurazione, con particolare riferimento all'ubicazione e al numero minimo dei punti di campionamento e alle metodiche di riferimento per la misura, il campionamento e l'analisi;
- b) i criteri riguardanti l'uso di altre tecniche di valutazione della qualità dell'aria ambiente, in particolare la modellizzazione, con riferimento alla risoluzione spaziale per la modellizzazione, ai metodi di valutazione obiettiva ed alle tecniche di riferimento per la modellizzazione;
- c) le modalità per l'informazione da fornire al pubblico.

Innovativo è l'approccio alla "valutazione della qualità dell'aria ambiente", di competenza delle regioni, che deve essere effettuata sia attraverso la misurazione dei vari inquinanti, sia attraverso tecniche modellistiche.

Particolare riguardo è rivolto all'informazione al pubblico, che deve essere resa regolarmente, in modo chiaro, comprensibile ed accessibile.

In seguito, sotto l'impulso del Legislatore Comunitario, altri tre importanti provvedimenti sono intervenuti a disciplinare la materia, di per sé molto complessa:

- il D.P.C.M. 8 marzo 2002 recante "Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione";
- il D.M. 2 aprile 2002 n. 60, recante "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";

- la Legge 1 giugno 2002 n. 120, recante "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997". Il protocollo mira in particolare alla riduzione entro il 2012 dell'8% dei gas serra rispetto ai livelli del 1990.

Con la pubblicazione del D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", la legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico si è definitivamente allineata alla legislazione europea.

Il nuovo atto normativo interiorizza le previsioni della Direttiva e, nell'abrogare tutti i precedenti testi normativi a partire dal D.P.C.M. 28 marzo 1983 fino al più recente D.Lgs. 152/2007, racchiude in una unica norma le Strategie Generali, i Parametri da monitorare, le Modalità di Rilevazione, i Livelli di Valutazione, i Limiti, Livelli Critici e Valori Obiettivo di alcuni parametri, nonché i Criteri di Qualità dei dati.

Gli aspetti innovativi del D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010 possono essere così riassunti:

- indica la necessità di individuazione dei livelli di responsabilità in ordine alla valutazione della qualità dell'aria, degli organismi di approvazione dei sistemi di misura, di garanzia delle misure, del coordinamento nazionale e con gli organismi comunitari;
- indica come obbligatori il rispetto dei limiti e soglie di allarme per i parametri biossido di zolfo e monossido di carbonio e prevede proroga per il rispetto dei limiti per i parametri biossido di azoto e benzene dal 2010 al 2015 con obbligo di predisposizione di piani che dimostrino il rientro nei limiti alla data del 2015; è altresì prevista proroga per l'applicazione del limite del parametro PM₁₀ al 11 giugno 2011 sempre in presenza di un piano di rientro nei limiti a quella data;
- introduce la determinazione del parametro PM_{2,5} con obiettivi di riduzione alla sua esposizione entro il 2020, obbligo di livello esposizione da rispettare entro il 2015; valore obiettivo da rispettare al 2010 e valori limite da rispettare entro il 2015 ed entro il 2020;
- prevede, inoltre, un regime di sanzioni in caso di violazione delle disposizioni adottate a livello nazionale, indicate come effettive, proporzionate e dissuasive.

10.3.5.2.1.2 Quadro emissivo locale e criticità evidenziate

Il quadro generale della qualità dell'aria nel territorio in esame è stato desunto dai dati contenuti nell'appendice B della Relazione annuale della qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020 redatta dalla RAS.

Le mappe di criticità relative alle emissioni puntuali in atmosfera sono state ottenute a partire dalle misure dell'anno 2020 rilevate con stazioni fisse posizionate sul territorio regionale. Gli inquinanti considerati sono quelli relativi agli standard di qualità dell'aria, definiti dal D.Lgs. 155/2010: SO₂, NO₂, CO, benzene, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5} e O₃.

La stazione di rilevamento della qualità dell'aria più vicina all'impianto è quella ubicata nel Comune di Seulo, denominata CENSEO.

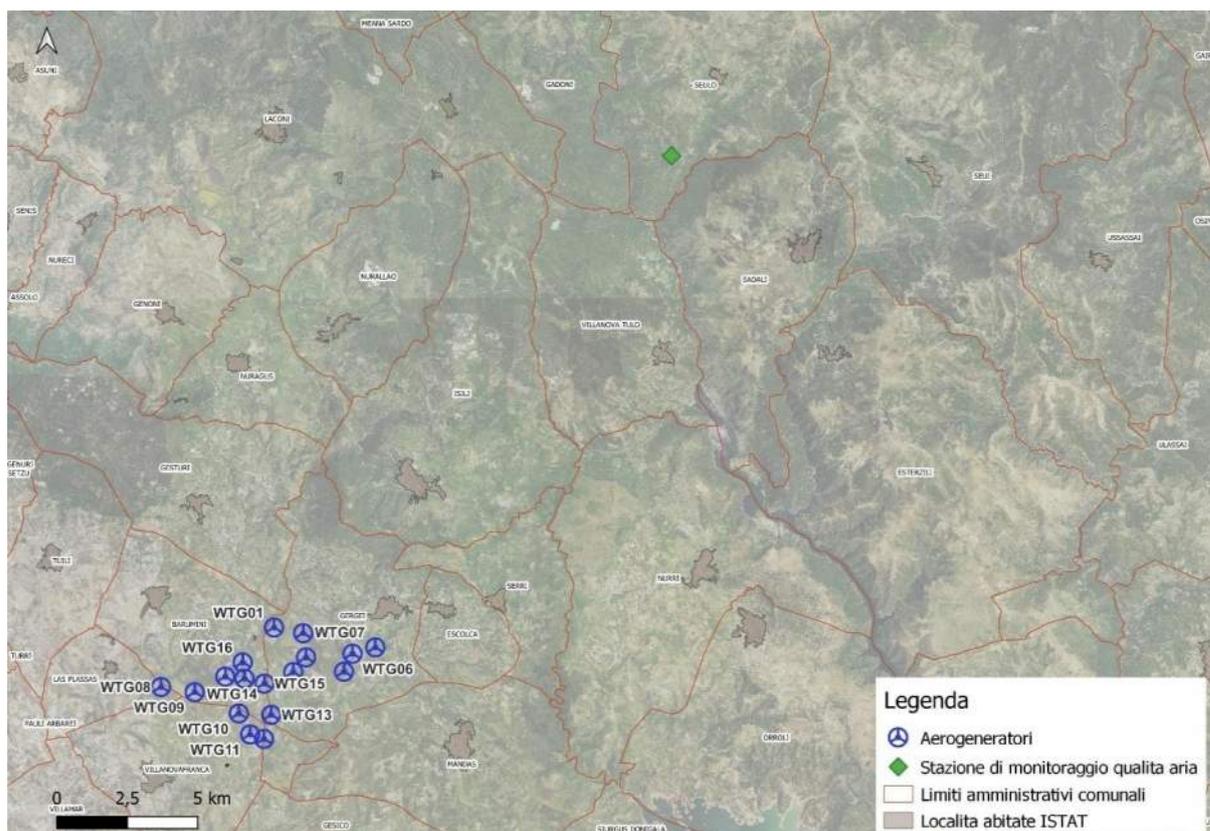


Figura 10.137 – Stazione di monitoraggio dell’aria nel territorio comunale di Seulo e aerogeneratori in progetto

La stazione CENSE0 è ubicata in un contesto non urbano, all’interno del complesso forestale del Sarcidano, nella zona di Seulo. Per la stazione considerata, i superamenti sono riportati in Figura 10.138:

Comune	Stazione	C ₆ H ₆		CO		NO ₂		O ₃			PM ₁₀		SO ₂		PM _{2,5}	
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	OLT	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU
		5	10	200	400	40	180	240	120	120	50	40	350	500	125	25
Seulo	CENSE0			18				19	16	1						

Figura 10.138 – Riepilogo dei superamenti rilevati – Area di Seulo

Le stazioni di misura, nel 2020, hanno registrato il seguente numero di superamenti, senza peraltro superare i limiti consentiti dalla normativa:

- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per l’O₃ (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 19 superamenti triennali;
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per i PM₁₀ (50 µg/m³ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 1 superamento;
- il monossido di carbonio (CO) evidenzia massime medie mobili di otto ore di 0,4 mg/m³, rimanendo quindi ampiamente entro i limiti di legge (10 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore).

Sulla base delle cartografie tematiche elaborate nell'ambito della suddetta relazione, in considerazione dell'assenza di sorgenti di emissione significative, il livello della qualità dell'aria nella zona in esame è da ritenersi buono ed è ragionevolmente da escludere il verificarsi di situazioni di criticità.

10.3.5.3 *Clima e qualità dell'aria a livello globale*

Le intense e protratte anomalie climatiche verificatesi nel corso degli ultimi decenni hanno indotto la comunità scientifica ad ammettere ufficialmente l'esistenza di una modificazione del clima osservato dovuta alle attività umane.

Durante l'ultimo secolo (Figura 10.139), le attività antropiche hanno provocato un profondo mutamento nella composizione dell'atmosfera terrestre per quanto riguarda specie chimiche che, se pur presenti in quantità molto ridotte, contribuiscono in modo sostanziale alla determinazione dell'equilibrio radiativo del pianeta ("gas serra", ozono e aerosol).

Variazioni anche piccole nelle concentrazioni di tali componenti possono modificare la forzatura radiativa del clima e modificare l'equilibrio del sistema sia a livello globale che a livello regionale.

In tempi recenti, è stata proposta una nuova definizione di clima, inteso come il sistema globale costituito dall'unione e interazione reciproca di atmosfera, oceano, litosfera, criosfera e biosfera. La non-linearità della dinamica di ogni singolo sistema componente e delle interazioni reciproche fra i sistemi componenti rende lo studio sull'evoluzione dello stato di equilibrio del clima particolarmente complesso e le previsioni sul suo stato futuro difficili da produrre.

Fin dal 1988 il Programma Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), d'intesa con l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM), ha costituito un gruppo di esperti di livello internazionale, IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* – per definire lo stato delle conoscenze a livello globale circa:

- il clima e i suoi cambiamenti;
- l'impatto ambientale, economico e sociale degli stessi;
- le possibili strategie di risposta.

I risultati presentati dall'IPCC prevedono che l'aumentato effetto serra produrrà una serie di mutamenti climatici che possono implicare, unitamente ad un aumento della temperatura media, anche un innalzamento del livello del mare, e conseguente allagamento delle regioni costiere, lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte, cambiamenti nella distribuzione delle precipitazioni, con conseguenti siccità e allagamenti; cambiamenti nella frequenza di incidenza di estremi climatici, in special modo di picchi di temperature massime di intensità ampiamente al di sopra della norma.

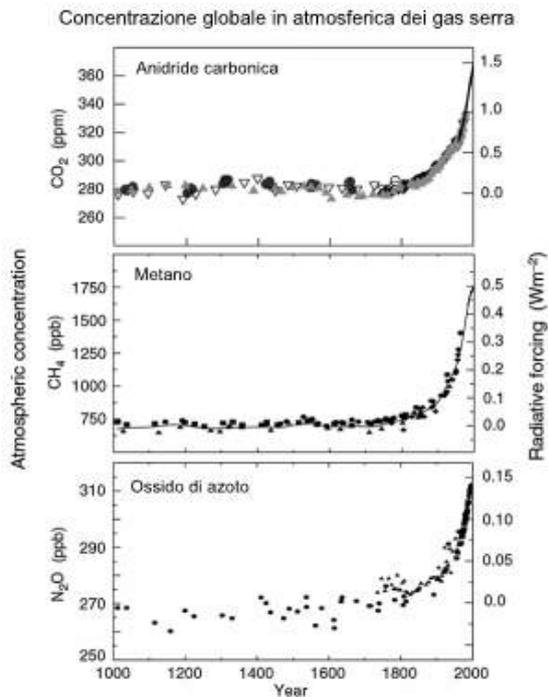
Al pari dell'effetto serra, anche l'inquinamento atmosferico è, al contempo, un problema locale e un problema transfrontaliero causato dall'emissione di alcune sostanze inquinanti che, da sole o per reazione chimica, hanno un impatto negativo sull'ambiente e sulla salute. Per quanto riguarda la salute, l'ozono troposferico e il particolato (le cosiddette "polveri sottili") sono le sostanze che destano maggiori preoccupazioni.

L'esposizione a questi inquinanti può avere ripercussioni molto diverse che possono andare da quelle meno gravi sul sistema respiratorio alla morte prematura. L'ozono non è emesso direttamente in quanto tale, ma si forma dalla reazione tra i composti organici volatili (COV) e gli ossidi di azoto (NO_x) in presenza della luce solare. Il particolato può essere emesso direttamente nell'aria (e in tal caso si parla di particelle primarie) oppure può formarsi nell'atmosfera come "particelle secondarie", che si formano a partire da gas quali il biossido di zolfo (SO_2), gli ossidi di azoto (NO_x) e l'ammoniaca (NH_3).

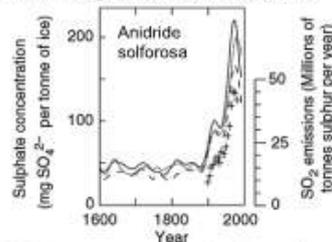
Gli ecosistemi sono inoltre danneggiati da tre fenomeni:

1. la deposizione delle sostanze acidificanti - ossidi di azoto, biossido di zolfo e ammoniaca, che porta alla perdita di flora e di fauna;
2. l'eccesso di azoto nutriente sotto forma di ammoniaca e ossidi di azoto che può perturbare le comunità vegetali, infiltrarsi nelle acque dolci e, nei due casi, provoca la perdita di biodiversità (la cosiddetta "eutrofizzazione");
3. l'ozono troposferico che causa danni fisici e una crescita ridotta delle colture, delle foreste e dei vegetali. L'inquinamento dell'aria provoca, infine, danni ai materiali, con il deterioramento di edifici e monumenti.

Indicatori di influenza umana sul clima durante l'era industriale

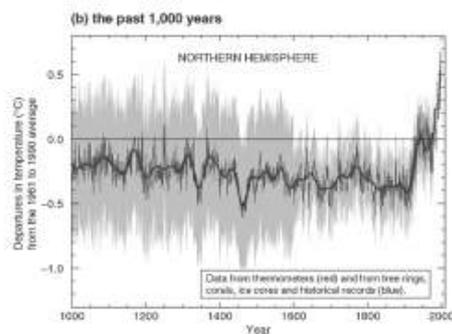


Anidride solforosa depositata nei ghiacci della Groenlandia



Fonte: IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

Aumento della temperature nell'emisfero nord



Fonte: Source: DMI, WMO and UNEP

4.

Figura 10.139 – Tendenza di alcuni indicatori rappresentativi dei cambiamenti climatici (S.Zamberlan, 2012)

10.3.6 Sistema Paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali

10.3.6.1 Premessa e criteri di analisi

Come esplicitato all'interno del quadro di riferimento programmatico dello SIA, gli interventi in progetto (in riferimento alle sole opere accessorie) interessano limitate aree sottoposte a tutela ai sensi degli artt. 142 e 143 del Codice Urbani. In particolare, sono riconoscibili, corsi d'acqua e relative fasce tutelate dal Piano Paesaggistico Regionale e dall'art. 142 del Codice Urbani che saranno localmente interessati dalla viabilità e caviodotti previsti in progetto.

Per quanto sopra, 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.

Il progetto è corredato dalla Relazione paesaggistica (WGG_RA5), redatta sulla base delle indicazioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 Dicembre 2005 nonché dei suggerimenti di cui alle Linee guida per la valutazione paesaggistica degli impianti eolici elaborate dal Ministero per i Beni e le Attività culturali nel 2006.

Al fine di fornire alcuni presupposti interpretativi alle più estese analisi e valutazioni contenute nel suddetto documento, nella presente sezione dello SIA ci si limiterà a delineare schematicamente i principali caratteri paesaggistici del territorio di interesse, incentrando l'attenzione sulle risultanze delle analisi relative al fenomeno percettivo, di preminente interesse ai fini della valutazione di impatto ambientale degli impianti eolici.

10.3.6.2 Sintesi dei parametri di lettura delle caratteristiche paesaggistiche

Nel proseguo si procederà ad illustrare i principali caratteri paesaggistici del territorio, avuto riguardo dei parametri di lettura espressamente indicati dal D.M. 12/05/2005, più dettagliatamente analizzati nell'ambito della Relazione paesaggistica.

10.3.6.2.1 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.

10.3.6.2.2 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 altipiani 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 *Linis* 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 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.

10.3.6.2.3 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 10.140 - 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 Bicitalia 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 Bicitalia, 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.

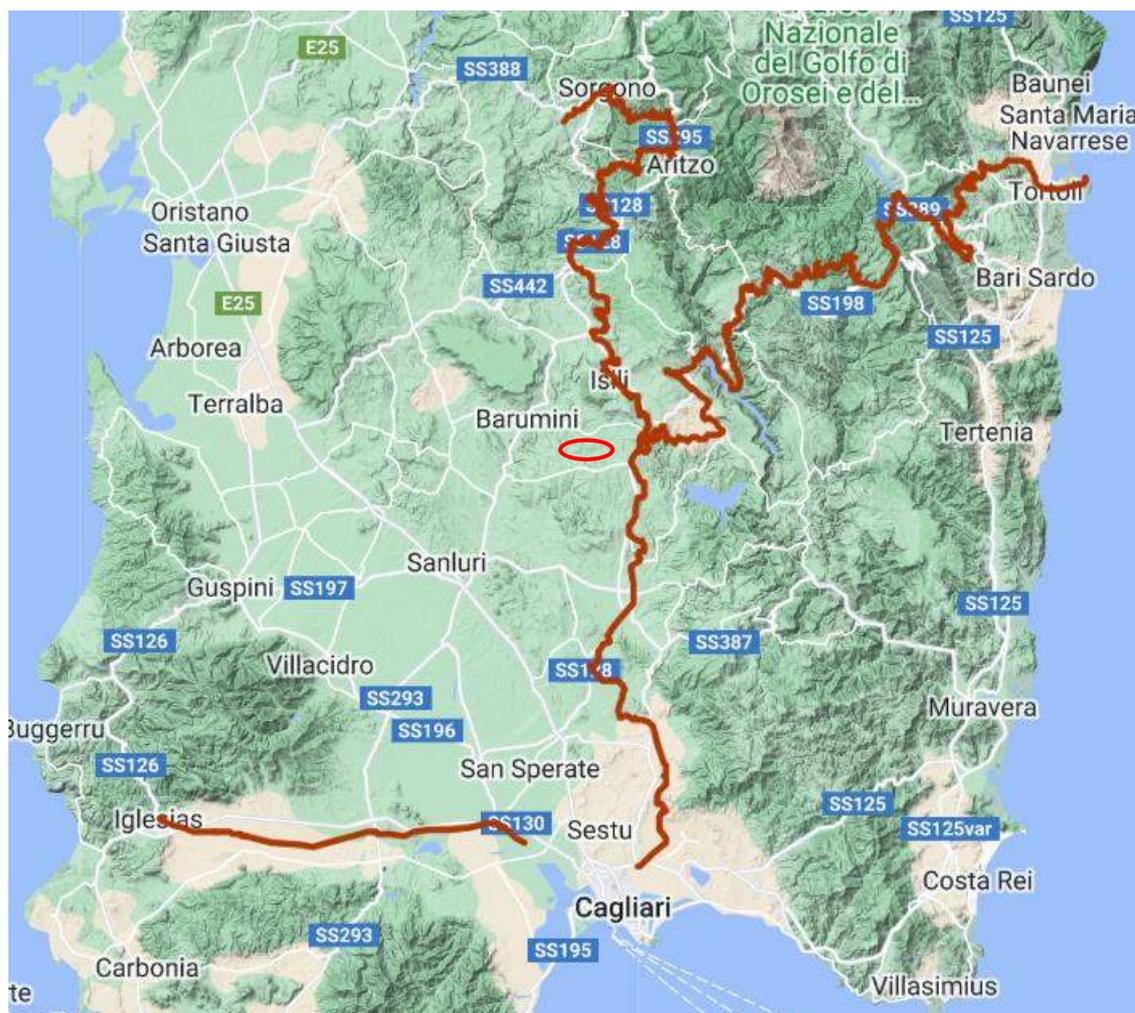


Figura 10.141 - Percorsi bici-treno "F1 Isili-Arbatax", "F2 Cagliari-Isili" e "F6 Isili-Sorgono" (Fonte: Sardegna Ciclabile). L'ellisse rossa indica la localizzazione dell'impianto in progetto

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, Senorbì, 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 *Giarra*

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.

10.3.7 Agenti fisici

10.3.7.1 Aspetti generali

Per quanto espresso in precedenza, in rapporto alle più volte richiamate modificazioni climatiche conseguenti a cause antropogeniche, l'analisi della componente investe questioni legate alla tutela della Salute pubblica, al cui concetto si associano i temi della sicurezza e qualità della vita sia sulla scala locale che planetaria. Se da un lato, infatti, devono prendersi in considerazione alcuni effetti potenziali del progetto sulla componente salute pubblica a livello locale (p.e. rumore e campi elettromagnetici), la realizzazione dell'intervento concorre positivamente all'azione di contrasto sui cambiamenti climatici auspicata dai protocolli e strategie internazionali.

Proprio gli effetti dei cambiamenti climatici sulla specie umana sono già visibili, anche se non ancora percepiti in tutta la loro gravità: distruzione irreversibile di biodiversità e risorse naturali finite o rigenerabili, crescente sperequazione nell'uso delle risorse, movimenti migratori, aumento delle morti a causa di malattie e catastrofi "naturali" legate all'inquinamento e alle modifiche del clima.

Secondo il rapporto *Climate Change and Human health. Risks and Responses*, elaborato dalla WHO - World Health Organization, l'UNEP-United Nations Environment Program e il WMO-World Meteorological Organization, in Europa ogni anno più di 350.000 persone muoiono prematuramente a causa dell'inquinamento, in Italia si oscilla dal 15 al 20% delle morti annue.

I fattori di rischio considerati nello studio sono: l'inquinamento atmosferico, la sicurezza delle acque, il livello di igiene, l'inquinamento domestico dovuto all'utilizzo di combustibili usati per cucinare, le condizioni ambientali legate alle professioni, le radiazioni di raggi ultravioletti, il cambiamento climatico dell'ecosistema e i comportamenti umani, tra cui il fumo attivo e il fumo passivo a cui sono sottoposti i bambini.

Già nel 2000 circa 150.000 morti furono causate da malattie dovute ai cambiamenti climatici, mentre uno studio della WHO prevede che, se non saranno poste in atto misure adeguate, il numero delle vittime potrebbe raddoppiare entro il 2030. L'Italia è uno tra gli Stati con il maggior numero di decessi legati all'inquinamento ambientale: più di 90.000 ogni anno. Tra questi sono 8.400 le morti causate dalle polveri sottili.

Per le finalità di valutazione degli impatti secondo la metodologia prospettata nel presente SIA, il tema della Salute pubblica sarà analizzato esclusivamente in rapporto ai potenziali effetti del progetto alla scala locale, potendosi considerare che gli effetti su scala planetaria siano interiorizzati dalla sotto-componente dell'Atmosfera "Clima e qualità dell'aria a livello globale".

In tal senso, a livello locale, i potenziali riflessi del progetto sulla componente in esame devono correlarsi principalmente ai seguenti aspetti ambientali, analizzati in dettaglio negli elaborati specialistici allegati allo SIA:

- emissione di rumore determinata dal funzionamento degli aerogeneratori (WGG-RA10 – Studio previsionale di impatto acustico);
- introduzione di modifiche percettive al paesaggio e sulla fruibilità dei luoghi, le prime aventi carattere estremamente soggettivo e, astrattamente, rilevanza ai fini della qualità della vita delle popolazioni interessate (Elaborato WGG-RA5 – Analisi di inserimento paesaggistico);

- fenomeni di ombreggiamento intermittente ad opera dei rotori in movimento, all'origine di potenziali disturbi all'interno degli ambienti di vita occupati da persone, compiutamente analizzati all'interno dell'Elaborato WGG-RA9 - Analisi degli effetti di shadow – flickering.

Nel successivo paragrafo si focalizzerà l'attenzione sulle sotto-componenti più direttamente riferibili al concetto di Salute pubblica per il caso di studio. Sotto questo aspetto, in particolare, si ribadisce come la scala (locale o globale) ed il segno (negativo o positivo) dei possibili impatti sulla componente associati alla realizzazione ed esercizio degli impianti energetici da fonte rinnovabile sia variabile in funzione della sotto-componente considerata.

Corre l'obbligo di evidenziare, inoltre, che, sebbene il tema della qualità della vita di una popolazione sia strettamente legato all'equilibrio psico-fisico delle persone, lo stesso non può essere disgiunto dal livello di sviluppo economico di un territorio. In tal senso, gli effetti sul benessere economico delle persone riverberano effetti indiretti sulla stessa salute pubblica di una popolazione. Per l'analisi di questi ultimi aspetti si rimanda alle considerazioni esposte a proposito della componente "Ambiente socio-economico" (cfr. par.10.3.1.1).

10.3.7.2 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

10.3.7.2.1 Clima acustico

Come evidenziato nell'allegato Studio previsionale di impatto acustico (Elaborato WGG-RA10), nell'area direttamente interessata dall'impianto in progetto non sono presenti sorgenti sonore significative; il territorio in cui sono ubicati gli aerogeneratori risulta essere ubicato tra le Strade Provinciali 44 e 9, a nord e la Strada Provinciale n. 36 a sud, nonché da strade rurali a bassissimo traffico veicolare nel periodo di riferimento notturno.

10.3.7.2.2 Sicurezza e qualità degli ambienti di vita a livello locale

La sotto-componente concerne gli aspetti della salute pubblica legati alla qualità degli ambienti di vita e di lavoro che caratterizzano il settore di intervento in rapporto all'introduzione di potenziali disturbi e/o emissioni (rumore, campi elettromagnetici e *shadow-flickering*) per effetto della realizzazione ed esercizio dell'impianto.

Come espresso in precedenza, poiché l'area di intervento risulta contraddistinta da una bassissima densità insediativa e demografica, l'attuale livello qualitativo della componente può ritenersi elevato.

10.3.7.3 Risorse naturali

10.3.7.4 Premessa

Il concetto di risorse naturali racchiude oggi al suo interno le materie prime (minerali, biomassa e risorse biologiche), i comparti ambientali (aria, acqua, suolo), le risorse di flusso (energia eolica, geotermica, mareomotrice e solare), nonché lo spazio fisico, ovvero la superficie terrestre. Un'ulteriore definizione le distingue in "rinnovabili", ovvero in linea teorica non esauribili con lo sfruttamento, e "non rinnovabili" (ad esempio il carbone, il petrolio, il gas naturale, i prodotti per l'edilizia etc.).

Nel corso della sua storia, il pianeta ha incrementato la varietà e la disponibilità delle risorse, manifestatasi attraverso una sempre maggiore complessità di organizzazione, accumulo e distribuzione delle stesse, dal cui delicato equilibrio dipende il sostentamento di tutte le forme di vita animale e vegetale. In origine, le uniche risorse naturali disponibili erano i minerali e l'energia solare; in seguito, attraverso la formazione di risorse come l'aria e l'acqua, si è assistito allo sviluppo di nuove forme di vita vegetali e animali, da cui ha preso avvio la formazione di suolo, fondamentale per lo sviluppo delle specie e l'accrescimento di nuove ulteriori risorse, quali idrocarburi e combustibili fossili.

Peraltro, negli ultimi cinquant'anni, lo sconosciuto utilizzo, seppur determinante ai fini dello sviluppo economico a cui si è assistito, nonché la velocità d'impiego su scala globale, ha comportato un progressivo depauperamento delle risorse del pianeta, manifestatosi attraverso una sempre minore disponibilità di materie prime e un persistente degrado dei vari comparti ambientali.

In tal senso i Paesi più evoluti, ed in particolare l'Unione Europea, quest'ultima fortemente dipendente dalle risorse provenienti da altri continenti, hanno impostato una politica finalizzata alla riduzione degli impatti ambientali negativi e nel contempo mirata allo sviluppo economico derivante da un migliore utilizzo delle risorse, in particolare quelle rinnovabili, la cui accezione è mantenuta finché il loro utilizzo si mantiene al di sotto della soglia del sovrasfruttamento.

La suddetta strategia prevede una serie di iniziative finalizzate al:

- miglioramento della conoscenza dell'utilizzo delle risorse e dell'impatto negativo causato su scala globale;
- impostazione degli strumenti idonei per il monitoraggio e successivo rapporto dei progressi compiuti;
- promozione dell'applicazione di indirizzi e processi strategici in merito;
- sensibilizzazione di tutti i soggetti interessati in merito agli eventuali impatti negativi conseguenti all'uso avventato delle risorse.
- Con tali presupposti, l'impiego delle fonti di energia rinnovabile rappresenta indubbiamente un fattore chiave nella strategia per l'uso sostenibile delle risorse naturali.

10.3.7.5 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

Consistenza delle risorse naturali a livello locale

Per le finalità del presente SIA, a livello locale e, più specificatamente, su scala provinciale, il sistema delle risorse naturali può ragionevolmente identificarsi con la risorsa suolo, da cui discende lo sviluppo economico del territorio legato prevalentemente ai settori produttivi agricoli e dell'agroindustria, nonché delle attività zootecniche. In particolare, in corrispondenza dell'area d'impianto, si riconosce la presenza di pascoli che costituiscono un'importante risorsa per il sistema delle economie locali.

Consistenza delle risorse naturali a livello globale

Come già evidenziato, le risorse naturali, a livello globale, sono state esposte a perduranti fenomeni di sfruttamento nonché a processi di degrado che hanno comportato un progressivo depauperamento delle stesse. Peraltro, al concetto stesso di risorsa, in virtù dei numerosi significati che racchiude, può essere ancora oggi associato lo sviluppo socio-economico globale, se legato a processi sostenibili. In tal senso, l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile, in sostituzione ai combustibili fossili, rappresenta un elemento cardine nella politica di utilizzo strategico della risorsa, così come prospettata dai Paesi più evoluti.

A livello globale, lo stato qualitativo della componente può essere considerato pessimo, a causa dello sregolato sfruttamento delle risorse naturali tuttora in atto, in particolare nei paesi in via di sviluppo (Cina, India, Brasile).

11 ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI

11.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

11.1.1 Ambiente socio-economico

11.1.1.1 Premessa

A livello sovralocale e globale, il proposto progetto di realizzazione del parco eolico in esame, 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.

Il progetto prefigura, inoltre, la creazione di posti di lavoro (occupazione diretta) dovendosi prevedere l'assunzione di personale per le ordinarie attività di gestione dell'impianto. Le ricadute a livello locale sono misurabili anche in termini di indotto generato dalle attività di realizzazione ed ordinaria gestione dell'impianto, che favoriranno il consolidamento degli operatori economici della zona, stimolando la creazione di ulteriori posti di lavoro (occupazione indiretta).

In particolare, la GRV Sardegna 6 S.r.l., in continuità con l'approccio seguito in occasione della realizzazione dei propri parchi eolici, si impegna a privilegiare, nel rispetto della normativa vigente, per quanto possibile, l'utilizzo di forza lavoro e di imprenditoria locale purché siano soddisfatti i necessari requisiti tecnico-qualitativi ed economici.

La realizzazione del progetto, infine, configura benefici economici diretti a favore delle Amministrazioni coinvolte, potenzialmente destinabili al potenziamento dei servizi per i cittadini, allo sviluppo locale e, più in generale, al miglioramento della gestione ambientale del territorio.

Le significative ricadute economiche del progetto, più sopra richiamate, saranno nel seguito sommariamente quantificate, sulla base dei dati tecnico-progettuali e finanziari attualmente disponibili (vedasi Elaborato WGG_RA14 Analisi costi-benefici).

11.1.1.2 Sviluppo progettuale

Una quota significativa dei costi sostenuti dal proponente per lo sviluppo delle attività tecnico-progettuali autorizzative ed esecutive sarà affidata a professionisti e/o ditte locali, con conseguenti ricadute positive sul tessuto socio-economico regionale.

Il beneficio diretto per servizi di ingegneria a livello locale (rilievi, indagini, progettazione, DL) è stimabile, indicativamente, nel 70% nei costi di progettazione complessivi, valutabile in 420.000,00 euro, pari a circa 15 anni×uomo di lavori e con un impegno di risorse professionali stimato in circa 15 unità.

11.1.1.3 Processo costruttivo

Realisticamente si stima che possano essere affidate a ditte locali le seguenti opere;

Costruzioni stradali - Piazzole	€ 8.894.862,34
Fondazioni	€ 4.945.007,60
Ripristini strade-piazzole	€ 1.166.003,40
Recupero ambientale	€ 503.090,52
S.E. utente e collegamento alla RTN	€ 3.030.000,00
Realizzazione cavidotti	€ 6.439.916,50
Costruzioni stradali - Piazzole	€ 8.894.862,34
TOTALE	€ 24.978.880,36

L'ammontare complessivo dei lavori appaltati a ditte locali è stimabile, pertanto, in circa € 24.978.880,36. Ipotizzata una incidenza media della manodopera del 25% sulle lavorazioni (**6.244.720,09 €**) ed una durata dei lavori di circa 24 mesi, può stimarsi un numero complessivo di addetti coinvolti in fase di cantiere pari a circa 113⁵.

11.1.1.4 Fase gestionale

11.1.1.4.1 Manutenzione ordinaria e straordinaria aerogeneratori

Valutata la prospettiva di instaurare un contratto di O&M con il costruttore per ogni aerogeneratore ed assumendo un costo medio di €/anno×WTG pari a 30.000,00, si stima un costo complessivo indicativo di **510.000,00 €/anno per 17 aerogeneratori**.

L'incidenza della manodopera sull'ammontare stimato dei costi di manutenzione WTG si stima almeno pari al 50%.

Valutando che le suddette attività manutentive sono di norma svolte da personale residente in Sardegna, la ricaduta sul territorio per attività di O&M è stimata mediamente in **255.000,00 €/anno**, valutabile nel contributo di circa 6 addetti locali/anno.

Tali costi non includono quelli destinati alle manutenzioni ordinarie e straordinarie sulla stazione elettrica 30 kV/150 kV.

11.1.1.4.2 Misure compensative a favore dei comuni interessati

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.

⁵ Il numero di unità impiegate è stimato sulla base di un costo della manodopera di circa 6.244.720,09 €, una durata del cantiere di 480 giorni lavorativi ed una retribuzione annua media di 30.000,00 €/addetto (~115 €/giorno x addetto)

Le eventuali misure di compensazione ambientale e territoriale non possono, in ogni caso, essere superiori al 3 per cento dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto.

Come indicazione di massima degli interventi di compensazione ambientale che, previo accordo con le Amministrazioni comunali coinvolte, potranno essere attuati da GRV Wind Sardegna 6, possono individuarsi, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

Interventi sul territorio

- 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);
- interventi di regimazione idraulica o riduzione del rischio idraulico;
- interventi di mitigazione dei rischi di instabilità geologica e geotecnica;
- sostegno alla lotta agli incendi boschivi in coordinamento con il Corpo Forestale e la Protezione Civile;
- 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.

La società proponente, inoltre, è disponibile a sostenere altri interventi compensativi comunque orientati alle finalità di compensazione ambientale e territoriale eventualmente individuati dal comune interessato e preventivamente approvati da GRV Wind Sardegna 6.

In riferimento alla stima dei proventi della vendita dell'energia, valutate le attuali estreme incertezze circa le fluttuazioni dei prezzi del mercato energetico, può assumersi come riferimento prudenziale un prezzo indicativo medio nell'arco temporale di riferimento (25 anni) pari a 80,00 €/MWh.

Sulla base di una producibilità annua di 293.800,00 kWh/anno e di una aliquota delle compensazioni valutata in misura del 2% dei proventi della vendita dell'energia, si ottiene un importo delle risorse da destinare a misure compensative territoriali pari a 470.080,00 €/anno.

Si precisa che le suddette cifre sono puramente indicative e che quelle reali saranno dettate dalle effettive tariffe di riferimento in fase operativa dell'impianto.

Per quanto precede i corrispettivi da destinare a misure compensative territoriali a favore dei comuni interessati sono indicativamente valutabili in **470.080,00 €/anno (11.752.000,00 € in 25 anni)**.

11.1.1.4.3 *Sottrazione di aree alle comunità locali e potenziali conflitti d'uso delle risorse*

Ai fini dell'accettabilità sociale di un ogni nuovo intervento infrastrutturale, il tema legato alle possibili interferenze delle opere con le pratiche in uso di utilizzo del territorio assume una importanza centrale. Tali aspetti si rivelano particolarmente sentiti nei contesti agricoli, laddove l'esigenza di assicurare la regolare prosecuzione delle pratiche di coltivazione o allevamento del bestiame assume rilevanza sia in termini strettamente socio-economici che di salvaguardia dei valori tradizionali identitari.

In questo senso, è noto che i progetti di impianti eolici, quando concepiti nel rispetto delle condizioni d'uso preesistenti dei territori, assicurano una profonda integrazione con i sistemi agricoli che li ospitano.

Come diffusamente argomentato nel presente SIA, considerata la modesta occupazione di superfici e la razionale progettazione delle opere, possono ragionevolmente escludersi significative interferenze degli interventi con le preesistenti attività agricole e di pascolo. L'assenza di recinzioni assicurerà, inoltre, la libera prosecuzione delle pratiche agro-zootecniche esercitate nelle aree interessate dal progetto.

11.1.2 *Interferenze con l'ordinaria circolazione automobilistica*

11.1.2.1 *Inquadramento della problematica*

Gli effetti sul sistema dei trasporti rappresentano generalmente un aspetto ambientale non trascurabile nell'ambito della fase di realizzazione di un parco eolico, soprattutto, in relazione alla tipologia dei mezzi coinvolti (mezzi eccezionali).

Il principale impatto potenziale si riferisce agli effetti indotti dal movimento di autoarticolati e automezzi di cantiere sul traffico veicolare transitante sulle strade ordinarie (strade statali, provinciali, e comunali). Tale impatto può essere definito come il grado di disagio percepito dagli automobilisti fruitori nella viabilità ordinaria per effetto della quota dei veicoli pesanti transitanti durante le fasi di cantiere.

Peraltro, relativamente al caso specifico, tali impatti potranno essere verosimilmente contenuti in relazione alle caratteristiche del percorso individuato per il trasporto della componentistica delle macchine eoliche presso il sito di intervento dal porto industriale di Oristano, presso il quale è verosimile che avverrà lo sbarco della componentistica degli aerogeneratori.

L'itinerario seguito dai mezzi speciali di trasporto della componentistica degli aerogeneratori (cfr. Elaborato WGG_RC12 - *Descrizione della viabilità principale di accesso al parco eolico ai fini del trasporto degli aerogeneratori*) si svilupperà come di seguito indicato.

All'arrivo delle navi con la componentistica degli aerogeneratori al porto di Oristano, una volta completate le operazioni di scarico, i convogli proseguiranno per circa 1 km lungo la via G. Marongiu per poi imboccare la SP97; successivamente avanzeranno in direzione sud per circa 3 km sino allo svincolo per la SP49. Procedendo verso nord sulla suddetta SP per circa 3km i trasporti speciali si immetteranno nella SS131 "Carlo Felice" in direzione Cagliari e la percorreranno per circa 66 km fino al bivio per Monastir (CA). Effettuata una manovra in corrispondenza della rotonda sulla SP7 il percorso proseguirà lungo la SS128 "Centrale Sarda" per circa 26 km per poi proseguire lungo la SP33 nei pressi di Gesico per circa 12 km ed immettersi sulla SP35.

L'accesso all'area del parco eolico avverrà procedendo dapprima lungo la SP35, in direzione nord, sino alla periferia sud del centro abitato di Villanovafranca; qui si prevede, a circa 250 m a sud dell'abitato, la realizzazione di un'area di manovra atta a consentire l'inversione di marcia dei mezzi di trasporto della componentistica degli aerogeneratori. Da questo punto, procedendo in direzione opposta (verso sud), i convogli speciali si immetteranno in un tratto di strada rurale

da adeguare che collegherà il percorso alla SP36, in località *Baccu Ziolias*, senza attraversare il predetto centro urbano.

Dalla SP36, a circa 3,0 km ad est dell'abitato di Villanovafranca in località *Pranu Cristo*, si dirama la viabilità rurale che consentirà l'accesso al sito del parco eolico.

In territorio di Villanovafranca (CA), in corrispondenza dell'accesso alla viabilità di impianto che conduce alle postazioni eoliche WTG10 e WTG11, entro i terreni ad uso agricolo, poco più a nord della strada provinciale SP36, in località *Pranu Cristo*, è prevista la realizzazione di un'area temporanea per lo stoccaggio ed il trasbordo dei tronchi di torre e, a seconda del caso, delle pale da mezzi di trasporto eccezionali standard a mezzi di trasporto eccezionali speciali provvisti di "blade lifter".

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

- la distanza del Porto Industriale di Oristano 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.

11.1.2.2 *Misure di mitigazione previste*

Come espresso in precedenza, gli impatti sulla viabilità associati al traffico indotto dal progetto proposto possono riferirsi, principalmente, al transito di veicoli eccezionali, in relazione alle conseguenti limitazioni e disagi al normale transito veicolare. 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.

11.1.3 *Sintesi valutativa degli impatti attesi*

L'iniziativa sottende significativi impatti positivi a livello globale, ben rappresentati dai costi esterni negativi evitati associati alla produzione energetica da fonti convenzionali (cfr. allegata Analisi costi-benefici).

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.

Per tutto quanto precede, durante la fase costruttiva, a fronte di effetti ambientali potenzialmente lievi di segno negativo a carico dell'operatività delle imprese agricole della zona, in particolar modo associate ai disagi originati dalla presenza del cantiere - del tutto transitori e reversibili nel breve termine - sono attesi effetti positivi a medio lungo termine sulla

componente socio-economica locale per tutta la durata di esercizio dell'impianto, come illustrato schematicamente in Figura 11.1 e Figura 11.2, in riferimento ai fattori di impatto principali precedentemente segnalati.

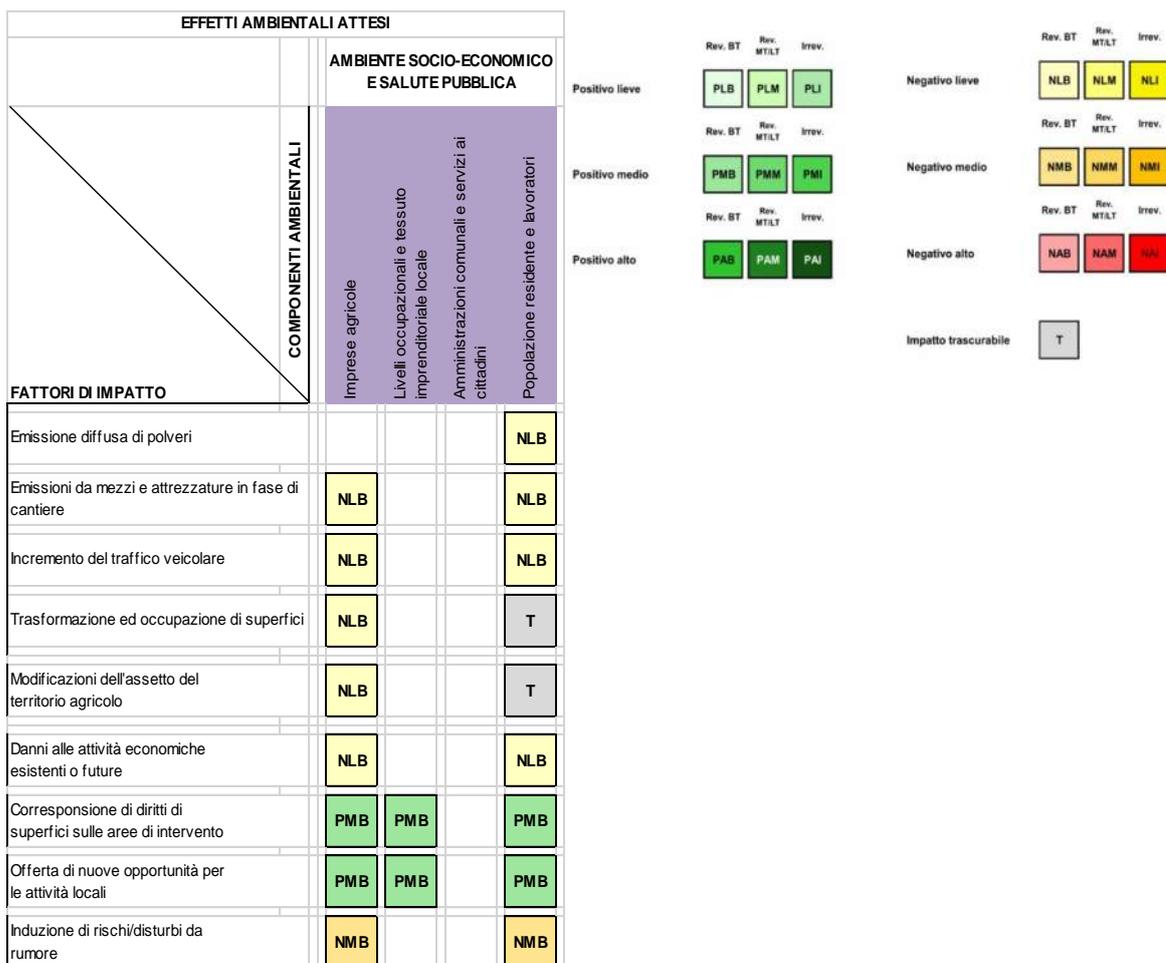


Figura 11.1: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Popolazione e salute umana" in fase di cantiere

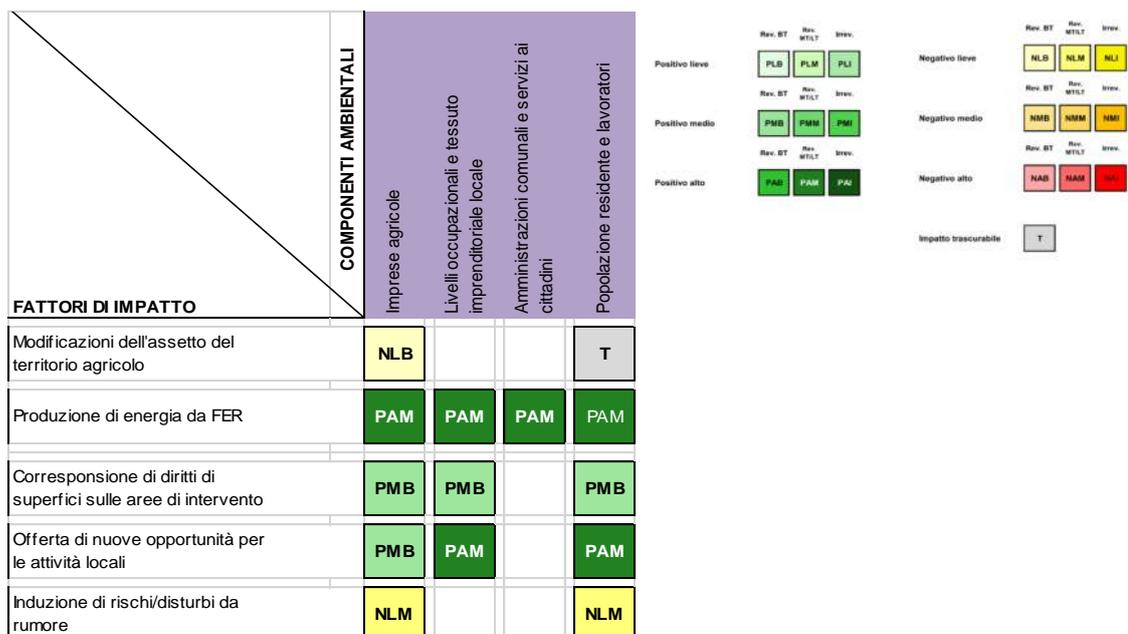


Figura 11.2: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Popolazione e salute umana" in fase di esercizio

11.2 BIODIVERSITÀ

11.2.1 Vegetazione, flora ed ecosistemi

11.2.1.1 Premessa generale

Si individuano e si descrivono di seguito i principali effetti delle opere in progetto sulla componente floristica e le comunità vegetali. Si farà riferimento, in particolare, ai 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. Come più volte evidenziato, 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 prenderà 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.

11.2.1.2 Fase di cantiere

11.2.1.2.1 Effetti diretti

Perdita della vegetazione interferente con la realizzazione opere

- **Coperture erbacee.** 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 geofita, nitrofila/sub-nitrofila della classe vegetazionale *Stellarietea mediae*. Si tratta di formazioni di alcun interesse conservazionistico. Tali consumi sono stimati in 178.000 m². 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, per un totale di circa 36.750 m². Eccezionalmente quest'ultima unità vegetazionale si esprime in formazioni più stabili e talvolta in fase di evoluzione verso stadi più maturi (arricchiti di pochi elementi arbustivi e raramente singoli individui arborei) in contesto interpoderale di versante, per le quali si stima un consumo di 3.650 m². Si prevede inoltre il consumo di ristretti nuclei di vegetazione igrofila sviluppata lungo una linea di debole impluvio ai margini del tratto di viabilità in adeguamento WTG13-WTG03, per una superficie complessiva di 1500 m². L'impatto è da considerarsi a lungo termine, di durata minima pari alla fase di esercizio dell'impianto.
- **Coperture arbustive ed arboree spontanee.** 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.

- **Coperture arboree artificiali.** L'impatto a carico di coperture arboree artificiali si riferisce al consumo di una porzione di impianto della mirtacea alloctona *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., per una superficie di 2.000 m², 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.

		mq	Vegetazione erbacea infestante i seminativi	Vegetazione semi-naturale degli incolti pascolati e fasce interpoderali	Vegetazione arbustiva/arborea autoctona	Vegetazione igrofila ripariale	Silvicoltura	Colture arboree (olivo, mandorlo)
Piazzole	WTG01		0	5415	0	0	0	0
	WTG02		4815	264	0	0	0	0
	WTG03		4626	411	0	0	0	0
	WTG04		4565	1154	0	0	0	0
	WTG05		4719	0	0	0	0	0
	WTG06		4722	0	127	0	0	0
	WTG07		4769	142	0	0	0	0
	WTG08		4562	121	0	0	0	0
	WTG09		4514	244	0	0	0	0
	WTG10		4527	171,2	0	0	0	0
	WTG11		3638	0	0	0	0	1767
	WTG12		4392	431	0	0	0	0
	WTG13		4640,5	448	0	0	0	0
	WTG14		5492	299	0	0	0	0
	WTG15		157	4698	0	0	0	0
	WTG16		4790	791	0	0	0	0
	WTG17		3844	994	0	0	0	0
	TOT Piazzole		68772,5	15583,2	127	0	0	1767
Viabilità	Cabina collettore		1254	0	0	0	0	0
	SE connessione		47450	2792	0	0	0	0
	Nuova realizzazione		25000	11266	330	0	42	0
	Adeguamento		35500	7100	490	1122	378	1233
	TOT viabilità		60500	18366	820	1122	420	1233
	TOT		177976,5	36741,2	947	1122	420	3000

Figura 11.3 Prospetto della perdita stimata (m²) delle coperture vegetali presso le superfici occupate in fase di cantiere.

- **Perdita di elementi floristici**

Alla luce del mancato riscontro di criticità floristiche quali endemismi di rilievo o specie ad alta vulnerabilità secondo le più recenti liste rosse nazionali, europee ed internazionali, non si prevedono effetti a carico della componente floristica endemica e di interesse conservazionistico e/o biogeografico.

Il coinvolgimento di nuclei appartenenti al taxon endemico *Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm., entità molto comune in Sardegna e frequentemente diffusa anche in contesto agro-ecosistemico e ruderale, non risulta di entità tale da poter incidere sul relativo stato di conservazione a scala locale, tantomeno regionale.

Si rammenta che in virtù del contesto geografico, orografico e geo-pedologico nonché biogeografico dell'area interessata dagli interventi in progetto, si ipotizza l'eventuale presenza di altre entità di interesse conservazionistico e/o biogeografico, non rilevabili al momento delle indagini effettuate, essenzialmente per questioni fenologiche. Tra queste, è da annoverare l'intera componente orchidologica (Orchidaceae), potenzialmente rappresentata, almeno dai taxa più comuni, presso le formazioni erbacee semi-naturali residuali localizzati in posizione inter-poderale e di versante, nonché

lungo i margini della viabilità esistente. Tale componente non è stata rilevabile in occasione delle presenti indagini per ovvie ragioni legate alla fenologia dei taxa. L'intera famiglia delle Orchidaceae, a causa del livello di rarità ed endemismo (ROSSI, 2002) e all'interesse economico nel commercio internazionale, è inclusa in liste di protezione a livello mondiale (CITES, Convenzione di Berna), nelle liste rosse nazionali (CONTI et al. 1992, 1997, 2006; ROSSI et al., 2013) e internazionali (CEE 1997; IUCN 1994). Eventuali nuclei/popolamenti di specie della famiglia delle Orchidaceae potrebbero essere presenti in corrispondenza delle formazioni semi-naturali meglio conservate in contesto di versante, coinvolte dalle opere in progetto per 3650 m².

- **Patrimonio arboreo**

In virtù del mancato rilevamento di coperture arboree, ed essendo l'elemento fanerofitico nativo rappresentato in gran parte da individui dal portamento arbustivo/alto-arbustivo, non si prevedono impatti di rilievo a carico del patrimonio arboreo, con l'eccezione di singoli individui di *Anagyris foetida*, *Crataegus monogyna*, *Olea europaea* s.l., *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Prunus spinosa*, *Pyrus spinosa*, *Tamarix africana*, localizzati in contesto inter-poderale e lungo i margini della viabilità in adeguamento.

11.2.1.2.2 *Effetti indiretti*

Frammentazione degli habitat ed alterazione della connettività ecologica

Gli effetti sulla frammentazione ecologica del sito si individuano nell'eventuale rimozione e/o riduzione/frammentazione delle superfici occupate da vegetazione erbacea semi-naturale. Gli esiti meritevoli di menzione si identificano nella riduzione e frammentazione dei *patch* di vegetazione dell'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae* sviluppati in contesto interpoderale di versante ed ai margini dei percorsi di viabilità già esistenti e da adeguare, nonché dei lembi a sviluppo lineare di comunità igrofile (nuclei di *Carex hispida* Willd. ex Schkuhr e singoli individui di *Tamarix africana* Poir.) sviluppati lungo il tratto viabilità WTG13-WTG03. In virtù del ruolo dei succitati elementi relittuali del paesaggio vegetale naturale come corridoi ecologici e rifugio per entità della flora e della fauna selvatica, i medesimi impatti sono da interpretarsi a carico anche della relativa connettività ecologica. La ridotta estensione e qualità ambientale delle predette unità vegetazionali coinvolte implica che i relativi impatti non presentino incidenze significative su scala locale e regionale, a fronte delle quali peraltro il progetto prevede adeguate misure di compensazione.

Sollevamento di polveri terrigene

Il sollevamento di polveri terrigene causato dalle operazioni di movimento terra e dal transito dei mezzi di cantiere potrebbe avere modo di provocare un impatto temporaneo sulla vegetazione limitrofa a causa della deposizione del materiale sulle superfici vegetative fotosintetizzanti, che potrebbe alterarne le funzioni metaboliche e riproduttive. Nell'ambito della realizzazione dell'opera in esame, le polveri avrebbero modo di depositarsi su coperture erbacee, e laddove presenti su ridotti nuclei/singoli individui delle sopracitate specie bassarbostrive, arbustive ed arboree. Si tratta, in ogni caso, di effetti di carattere transitorio e del tutto reversibili.

Perdita o danneggiamento di elementi arborei interferenti con il trasporto dei componenti

Per il raggiungimento delle piazzole si prevede il transito lungo alcuni tratti sterrati con presenza di un numero ridotto di individui arborei. Si ritiene di conseguenza prevedibile la necessità del taglio o del ridimensionamento delle chiome di un numero imprecisato di individui arborei.

Potenziale introduzione di specie aliene invasive

L'accesso dei mezzi di cantiere, l'introduzione di materiale inerte (terre, ghiaie e rocce da scavo) di provenienza esterna al sito, contestualmente alla movimentazione dei substrati e ad un conseguente aumento dei fattori di disturbo antropico, possono contribuire all'introduzione di propaguli di taxa alloctoni e loro potenziale proliferazione all'interno delle aree di cantiere. Tale potenziale impatto assume significatività meritevole di considerazione soprattutto se riguardante l'introduzione di entità alloctone considerate invasive in Sardegna (v. es. PODDA et al., 2012) e che possono arrecare impatti sugli ecosistemi naturali, ma anche antropici (es. taxa infestanti le colture dei seminativi). In riferimento a tali circostanze si suggeriscono di seguito mirate misure di controllo e mitigazione.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Vegetazione, flora ed ecosistemi" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Tabella 11.4.

FATTORI DI IMPATTO	COMPONENTI AMBIENTALI			Legend		
	Biodiversità a livello globale	Specie arbustive ed arboree	Specie erbacee	Rev. BT	Rev. MT/LT	Irrev.
Trasformazione ed occupazione di superfici		NLM	NLM	NLB	NLM	NLI
Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni		NLB	NLB	NMB	NMM	NMI
Asportazione di vegetazione		NLB	NLB	NAB	NAM	NAI
				Impatto trascurabile: T		

Figura 11.4: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Vegetazione, flora ed ecosistemi" in fase di cantiere

11.2.1.3 Fase di esercizio

Occupazione fisica delle superfici

L'occupazione fisica delle superfici da parte delle opere di nuova realizzazione in fase di esercizio, nonché le attività di manutenzione delle aree di servizio e della viabilità interna all'impianto, possono incidere indirettamente sulla componente floro-vegetazionale attraverso la mancata possibilità di colonizzazione da parte delle comunità vegetali spontanee e di singoli taxa floristici.

Le opere in progetto andranno a consumare superfici occupate prevalentemente da vegetazione erbacea artificiale o semi-naturale, ovvero da seminativi avvicendati con pascoli annuali o pluriennali, presso i quali la colonizzazione da parte della flora e della vegetazione spontanea di interesse risulta resa impossibile. In tale contesto, anche in virtù degli attuali usi del suolo, la significatività dell'impatto da occupazione fisica di superfici in fase di esercizio è trascurabile. Relativamente alle superfici occupate da vegetazione erbacea sub-nitrofila dell'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae* sviluppati in contesto interpodereale di versante, trattasi di formazioni residuali ed altamente minacciate dalle pressioni derivate dalle attività antropiche a fini agro-zootecnici e dall'abituale uso del fuoco. La potenziale evoluzione verso formazioni erbacee di maggiore interesse (es. praterie perenni dell'alleanza *Thero-Brachypodion ramosi* e formazioni savanoidi ad *Ampelodesmos mauritanicus*, arbusteti) risulta pertanto influenzata primariamente dalle pratiche gestionali adottate dagli *stakeholders* locali. In virtù di questo, la significatività dell'impatto da occupazione fisica in fase di esercizio di superfici occupate da queste ultime formazioni vegetali è da ritenersi di modesta rilevanza, e sarà in ogni caso oggetto di adeguate misure di compensazione.

11.2.1.4 Fase di dismissione

In fase di dismissione dell'impianto, a fronte delle necessarie lavorazioni di cantiere, non si prevedono impatti significativi, in virtù del fatto che per tali attività saranno utilizzate esclusivamente le superfici di servizio e la viabilità interna all'impianto, prive di vegetazione. Relativamente al sollevamento delle polveri, in virtù della breve durata delle operazioni non è prevista una deposizione di polveri tale da poter incidere significativamente sullo stato fitosanitario degli individui vegetali interessati. La fase di dismissione prevede inoltre il completo recupero ambientale dei luoghi precedentemente occupati dall'impianto in esercizio, con il ripristino delle morfologie originarie e la ricostruzione di una copertura vegetale quanto più coerente con quella preesistente. Gli effetti delle attività di dismissione sulla componente in esame saranno, pertanto, mediamente positivi ed a lungo termine.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di dismissione, attesi sulla componente "Vegetazione, flora ed ecosistemi" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Tabella 11.5.

FATTORI DI IMPATTO	COMPONENTI AMBIENTALI	Impatto		
		Rev. BT	Rev. MT/LT	Irrev.
	Biodiversità a livello globale			
	Specie arbustive ed arboree			
	Specie erbacee			
Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni		PLI	PLI	
Modificazioni dell'assetto del territorio agricolo		PLI	PLI	

	Rev. BT	Rev. MT/LT	Irrev.
Positivo lieve	PLB	PLM	PLI
Positivo medio	PMB	PMM	PMI
Positivo alto	PAB	PAM	PAI

Figura 11.5: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Vegetazione, flora ed ecosistemi" in fase di dismissione

11.2.1.5 Misure di mitigazione e compensazione

11.2.1.5.1 Misure di mitigazione

- In riferimento ai siti ed ai tratti di viabilità che andranno ad intercettare superfici occupate da vegetazione erbacea semi-naturale, ed in particolare le formazioni dell'ordine Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae sviluppati in contesto interpodereale di versante, nonché i ridotti lembi di formazioni igrofile (nuclei di Carex hispida Willd. ex Schkuhr e singoli individui di Tamarix africana Poir. lungo il tratto viabilità WTG13-WTG03), nell'ambito del progetto esecutivo ed in fase realizzativa saranno studiate in dettaglio le possibili soluzioni costruttive intese a limitare, per quanto tecnicamente possibile, il coinvolgimento di tali unità vegetazionali.
- In particolare, per i lembi di vegetazione igrofila, i relativi consumi potranno facilmente essere evitati adottando soluzioni costruttive che prevedano l'adeguamento (allargamento) della viabilità in direzione del solo lato a valle del tracciato, a coinvolgere superfici occupate da seminativi.
- In tutte le superfici interessate da opere di nuova realizzazione ed in corrispondenza dei tratti di viabilità già esistente e soggetta ad adeguamento, tutti gli individui vegetali arbustivi e arborei appartenenti ad entità autoctone, presenti all'interno del perimetro e non interferenti con la realizzazione delle opere, saranno preservati in fase di cantiere e mantenuti in fase di esercizio. Tale misura si riferisce prioritariamente a tutti gli individui di >300 cm di altezza (arborei).
- Ove non sia tecnicamente possibile il mantenimento in situ e la tutela durante tutte le fasi di intervento ed attività, gli individui vegetali arbustivi ed arborei eventualmente interferenti, appartenenti a entità autoctone (principalmente Anagyris foetida L., Olea europaea L. s.l., Pistacia lentiscus L., Quercus ilex L., Pyrus spinosa Forssk.), opportunamente censiti ed identificati, dovranno essere espantati con adeguato pane di terra e reimpiantati in aree limitrofe, nei periodi dell'anno più idonei alla realizzazione di tali pratiche. Tutti gli eventuali individui arborei persi per impossibilità tecnica di espanto o per deperimento post-reimpianto saranno sostituiti con individui della stessa specie di età non inferiore a 2 anni e nella misura di almeno 5:1 individui, da inserire

all'interno alle aree verdi di neo-realizzazione previste in progetto (cfr. 11.2.1.5.2). Gli individui reimpiantati e di nuova piantumazione saranno seguiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni e sfalcio del manto erboso, protezione dell'impianto dall'ingresso del bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio, per i successivi 3 anni al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni.

- Nell'ambito dell'adeguamento dei tratti di viabilità esistenti sarà data priorità al mantenimento delle siepi alto-arbustive e dei nuclei/filari di individui arborei ricadenti al margine dei percorsi.
- In fase di realizzazione delle operazioni di scotico/scavo dei substrati, si provvederà a separare lo strato di suolo più superficiale, da reimpiantare nei successivi interventi di ripristino. Lo strato sottostante verrà temporaneamente accantonato e successivamente riutilizzato per riempimenti e per la ricostituzione delle superfici temporaneamente occupate in fase di cantiere. Il materiale litico superficiale sarà separato, conservato e riposizionato al termine dei lavori in progetto.
- Saranno adottate opportune misure finalizzate all'abbattimento delle polveri, quali la bagnatura delle superfici e degli pneumatici dei mezzi ed il ricoprimento dei cumuli di terreno, l'imposizione di un limite di velocità per i mezzi di cantiere, al fine di contenere fenomeni di sollevamento e deposizione di portata tale da poter incidere significativamente sullo stato fitosanitario degli individui vegetali arbustivi ed arborei eventualmente interessati dall'impatto.
- La perdita o danneggiamento di elementi arborei interferenti con il trasporto dei componenti potrà essere mitigato mediante l'utilizzo di mezzi di trasporto dotati di dispositivo "alzapala".
- Durante la fase di corso d'opera ed in fase post-operam sino a 12 mesi dalla chiusura del cantiere, l'intera superficie interessata dai lavori sarà adeguatamente ispezionata da un esperto botanico al fine di verificare l'eventuale presenza di entità alloctone, con particolare riguardo alle invasive, accidentalmente introdotte durante i lavori e/o la cui proliferazione possa essere incoraggiata dagli stessi. Se presenti, esse saranno tempestivamente oggetto di iniziative di eradicazione e correttamente smaltite.
- Durante tutte le fasi di intervento sarà rigorosamente interdetto l'impiego di diserbanti e disseccanti.

11.2.1.5.2 Misure di compensazione

- Il consumo di ridotte fasce di vegetazione semi-naturale localizzate in contesto inter-poderale e lungo i margini della viabilità, nonché di individui a portamento arbustivo e arboreo interferenti, potrà essere compensato attraverso la costituzione di fasce di vegetazione arbustiva e arborea a sviluppo lineare, di larghezza minima di 4 metri, ai margini dei percorsi di viabilità di nuova realizzazione, nonché lungo il perimetro delle piazzole. La messa a dimora di tali impianti presso le suddette aree designate sarà realizzata al termine della fase di cantiere e nella stagione più idonea, con l'obiettivo di minimizzare lo stress da trapianto ed ottenere il maggior successo di attecchimento. In accordo con le modalità di realizzazione delle opere compensative indicate dalla D.G.R. 11/21 del 11/03/2020, verranno utilizzate esclusivamente specie autoctone, in numero non inferiore alle 1.000 piante per ettaro, di età non superiore ai due anni, locali e certificate ai sensi del Decreto legislativo n. 386/2003 e della determinazione della Direzione generale dell'Ambiente (n. 154 del 18.3.2016). Tali impianti saranno pluri-specifici, costituiti da taxa arbustivi ed arborei coerenti con il contesto bioclimatico,

geopedologico e vegetazionale del sito, con massima priorità alle entità già presenti nello stesso e nell'area circostante (prioritariamente *Pyrus spinosa*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Anagyris foetida* per i siti ad esposizione schiettamente meridionale, e *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Quercus ilex* per i siti ad esposizione schiettamente settentrionale). Gli stessi avranno inoltre aspetto naturaliforme e offriranno marginalmente spazi aperti destinati alla rinaturalizzazione spontanea, con la finalità di favorire l'insediamento di entità camefitiche e nanofanerofitiche (es. *Artemisia arborescens*, *Thymelea hirsuta*) e comunità erbacee native dell'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae*. Tali nuovi impianti saranno assistiti con interventi di ordinarie cure agronomiche (es. supporto con tutori, irrigazioni e sfalcio del manto erboso, protezione da eventuali danni da bestiame brado) e soggetti a relativo, adeguato piano di monitoraggio, per i successivi 3 anni, al fine di verificarne lo stato fitosanitario e poter intervenire, se necessario, con opportuni interventi di soccorso o sostituzioni. Tali nuovi impianti andranno pertanto a costituire un nuovo sistema di corridoi ecologici di cui l'intera area vasta è particolarmente carente. A tale azione si associano effetti positivi in termini di ricchezza e diversità biologica, nonché connettività ecologica, con evidente miglioramento della qualità ambientale dei siti. Inoltre, con la finalità di compensare il consumo di superfici occupate da vegetazione erbacea semi-naturale dell'ordine *Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae*, nuove fasce/aree di rispetto (rapporto 4:1 rispetto alle superfici occupate) saranno identificate in corrispondenza di versanti con importanti inclinazioni, affioramenti rocciosi e porzioni di muri a secco limitrofe agli aerogeneratori WTG01-04-08-13, e destinate a tutela (sarà interdotta la lavorazione dei suoli a fini agricoli) ed alla rinaturalizzazione spontanea, anche attraverso il riutilizzo del materiale di scotico prelevato in loco e la piantumazione o semina di taxa erbacei, tra cui *Ampelodesmos mauritanicus*. Vista la pratica del debbio ancora in uso in tutta l'area vasta e che diffusamente coinvolge anche la vegetazione spontanea sviluppata in contesto inter-poderale, tutte le superfici interessate da opere di riqualificazione ambientale saranno oggetto di adeguate misure di prevenzione e tutela dagli incendi.

- Al termine della fase di cantiere, le scarpate di qualsiasi altezza e pendenza derivanti dalla realizzazione delle piazzole saranno interessate da interventi di stabilizzazione e semina di taxa erbacei emicriptofitici appartenenti agli aspetti di maggior pregio rilevati sul campo (es. *Brachypodium retusum*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*) e piantumazione di *Ampelodesmos mauritanicus* (principalmente presso i siti ad esposizione settentrionale).
- In fase di dismissione, tutte le superfici precedentemente occupate dall'impianto in esercizio (piazzole di esercizio e viabilità di nuova realizzazione) saranno oggetto di opere di riqualificazione ambientale volte al recupero della morfologia originaria dei luoghi ed alla ricostituzione di coperture vegetali il più coerenti con quelle presenti in origine nei siti di intervento.

11.2.2 Fauna

11.2.2.1 Premessa

Sulla base di quanto esposto in precedenza in rapporto al profilo faunistico che caratterizza il sito di intervento, nel seguito saranno individuate e valutate le possibili tipologie di impatto e suggerite le eventuali misure di mitigazione, in funzione delle specie faunistiche riscontrate e di quelle potenziali. Le valutazioni di seguito riportate hanno preso in esame le attività previste sia nella fase di cantiere sia in quella di esercizio. Lo schema seguente riporta in sintesi gli aspetti legati ai fattori d'impatto ed ai principali effetti negativi che generalmente sono presi in considerazione quando è proposta una determinata opera in un contesto ambientale.

Tra i possibili impatti negativi riferibili alla tipologia di intervento proposto si devono considerare:

TIPOLOGIA IMPATTO	EFFETTO IMPATTO
Abbattimenti (mortalità) di individui	Le fasi di cantierizzazione e di esercizio, per modalità operative, potrebbero determinare la mortalità di individui con eventi sulle densità e distribuzione di una data specie a livello locale.
Allontanamento della fauna	Gli stimoli acustici ed ottici di vario genere determinati dalle fasi di cantiere ed esercizio potrebbero determinare l'abbandono temporaneo o permanente degli <i>home range</i> di una data specie.
Perdita di habitat riproduttivi e/o di alimentazione	Durante le fasi di cantiere e di esercizio l'opera può comportare una sottrazione temporanea e/o permanente che a seconda dell'estensione potrebbe essere più o meno critica sotto il profilo delle esigenze riproduttive e/o trofiche di una data specie.
Frammentazione degli habitat	L'intervento progettuale, per sue caratteristiche, potrebbe determinare un effetto di frammentazione di un dato habitat con conseguente riduzione delle funzioni ecologiche dello stesso ed una diminuzione delle specie legate a quell'habitat specifico a favore di specie più ecotonali.
Insularizzazione degli habitat	L'opera potrebbe comportare l'isolamento di un habitat limitando scambi genetici, spostamenti, dispersioni, raggiungibilità di siti di alimentazione/riproduzione.
Effetti barriera	L'opera potrebbe configurarsi come una barriera più o meno invalicabile a seconda della specie che tenta un suo attraversamento; in tal caso sarebbero impediti parzialmente o totalmente gli spostamenti (pendolarismi quotidiani, migrazioni, dispersioni) tra ambiti di uno stesso ambiente o tra habitat diversi.

Come espresso in precedenza, l'analisi di seguito riportata è focalizzata sulle specie faunistiche maggiormente interagenti con le fasi costruttive ed il funzionamento dell'impianto eolico (ossia la classe dei "mammiferi" - con particolare riferimento ai chiroterti - e quella degli "uccelli"); ciò in coerenza con quanto suggerito dal DM Settembre 2010 Allegato IV punto 4.2 che sottolinea la necessità di procedere all'analisi degli impatti sulla fauna "sulle specie più sensibili e su quelle di pregio (in particolare sull'avifauna e sui chiroterti)". Per ogni approfondimento in relazione agli effetti del progetto sulle ulteriori classi e specie faunistiche riconosciute nell'area di intervento si rimanda all'esame dell'allegato elaborato specialistico WGG_RA15_ Relazione faunistica.

11.2.2.2 Fase di cantiere

Con riferimento al processo costruttivo, si riportano di seguito i principali effetti a carico delle classi dei "mammiferi" e degli "uccelli". Le medesime considerazioni e valutazioni possono ritenersi valide anche in riferimento alla dismissione, trattandosi di una fase di vita dell'opera contrassegnata da azioni di progetto analoghe a quelle individuabili durante la fase realizzativa.

11.2.2.2.1 Abbattimenti/mortalità di individui

11.2.2.2.1.1 Mammiferi

Non si prevedono abbattimenti/mortalità per le specie di mammiferi riscontrate o potenzialmente presenti; le aree potrebbero essere frequentate da tutte le specie di mammiferi riportate in Tabella 10.17, tuttavia la rapida mobilità, unitamente ai ritmi di attività prevalentemente notturni delle stesse, consentono di ritenere che il rischio di mortalità sia pressoché nullo o, in ogni caso, molto basso. I siti d'intervento progettuale nella fase di cantiere, sotto il profilo dell'utilizzo da parte delle specie di mammiferi indicate, corrispondono ad habitat trofici, soprattutto nel caso delle aree costituite da spazi aperti corrispondenti a pascolo naturale e foraggere, mentre quelli di rifugio e/o riproduttivi, in cui non sono previste attività d'intervento, sono diffusi nelle aree rappresentate dalle rare siepi di tipo erbaceo, costituite prevalentemente da *finocchio selvatico* e *biancospino*, *artemisia* e rovo saltuariamente *lentisco*.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative

11.2.2.2.1.2 Uccelli

Durante la fase di cantiere non si prevedono apprezzabili abbattimenti/mortalità per le specie di uccelli riscontrate o potenzialmente presenti qualora l'avvio dei lavori non coincida con il periodo riproduttivo. Escluso quest'ultimo, ancorché le aree di intervento possano essere frequentate da alcune delle specie di avifauna riportate nella Tabella 10.16, come osservato per i mammiferi, la rapida mobilità delle stesse consentono di ritenere che il rischio di mortalità sia pressoché nullo o, in ogni caso, molto basso.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto si ritiene opportuna, quale misura mitigativa, evitare l'avvio della fase di cantiere durante il periodo compreso tra il mese di aprile e la prima metà di giugno nelle superfici destinate ad ospitare le piazzole di cantiere e lungo i tracciati della rete viaria di nuova realizzazione. Tale misura mitigativa è volta ad escludere del tutto le possibili cause di mortalità diretta soprattutto per quelle specie che svolgono l'attività riproduttiva direttamente al suolo, ma anche per evitare il disturbo e successivo abbandono dei siti riproduttivi con conseguente mortalità dei pulli.

In particolare, le attività che comportano le maggiori emissioni acustiche, stimoli visivi, impiego di personale e automezzi speciali, andrebbero collocate al di fuori del periodo di cui sopra (allestimento dell'area d'intervento, scavi per fondazioni, realizzazione strade nuove o adeguamento di quelle esistenti), mentre tutte le altre attività non sono ritenute incompatibili in qualsiasi periodo dell'anno.

L'efficienza della misura mitigativa proposta è da ritenersi "alta".

11.2.2.2.2 Allontanamento della specie

11.2.2.2.2.1 Mammiferi

Le aree occupate dalle fasi di cantiere interessano superfici a potenziale idoneità per tutte le specie riportate in Tabella 10.17 le azioni previste nella fase di cantiere potranno causare certamente l'allontanamento di individui soprattutto per quanto riguarda la volpe e la donnola. Tale impatto lo si ritiene comunque momentaneo e reversibile a seguito della temporaneità degli interventi e della carenza di aree rifugio rilevata nell'area in esame. Anche in questo caso va rilevato, inoltre, come si tratti di specie che dimostrano tolleranza alla presenza dell'uomo, come spesso testimonia la loro diffusione soprattutto in ambiti agricoli e/o pastorali a cui tali specie, così come le restanti riportate in Tabella 10.17, sono spesso associate.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.2.2.2 Uccelli

Le aree occupate dal processo costruttivo interessano superfici a potenziale idoneità per alcune delle specie riportate precedentemente, conseguentemente le azioni previste nella fase

Le aree occupate dal processo costruttivo interessano superfici a potenziale idoneità per alcune delle specie riportate in Tabella 10.16. Conseguentemente le azioni previste nella fase di cantiere possono certamente causare l'allontanamento di specie avifaunistiche presenti negli habitat precedentemente descritti. Anche in questo caso, tale impatto lo si ritiene comunque momentaneo e reversibile a seguito della temporaneità degli interventi; alcune delle specie indicate, inoltre, mostrano una discreta tolleranza alla presenza dell'uomo, attestata dalla loro diffusione soprattutto in ambiti agricoli e/o pastorali a cui tali specie sono spesso associate.

Azioni di mitigazione proposte

Come già indicato nel precedente paragrafo, la calendarizzazione degli interventi dovrà prevedere l'avvio della fase di cantiere al di fuori del periodo compresa tra la seconda metà del mese di aprile fino alla prima metà giugno; tale misura è finalizzata ad escludere la possibilità che si verifichi un allontanamento delle specie (pertanto un disturbo diretto) durante il periodo di maggiore attività riproduttiva dell'avifauna soprattutto per quegli ambiti d'intervento coincidenti con le foraggere/pascoli e limitrofe a gariga/aree e a pascolo naturale. Si puntualizza pertanto che è da evitare l'avvio di attività, nel periodo di cui sopra, ritenute a maggiore emissione acustica e coinvolgimento di attrezzature e personale come ad esempio la fase di realizzazione delle fondazioni, la predisposizione delle piazzole di servizio, gli scavi per la realizzazione del tracciato interrato del cavidotto e le prime fasi di adeguamento della rete viaria di servizio, mentre non sono incompatibili le restanti attività anche se previste nel periodo suddetto.

L'efficienza delle misure mitigative proposte è da ritenersi **"alta"**.

11.2.2.2.3 Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento

11.2.2.2.3.1 Mammiferi

Le superfici interessate dagli interventi in fase di cantiere interessano habitat d'interesse trofico per le specie di mammiferi indicate in Tabella 10.17.

Si evidenzia, anche in questo caso, come il totale complessivo delle superfici sottratte temporaneamente, rappresenti una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica; la temporaneità degli

interventi previsti nella fase di cantiere e l'entità delle superfici oggetto di intervento (in buona parte ripristinate al termine dei lavori e recuperate appieno a valle della fase di dismissione), in definitiva, non prefigurano criticità in termini di perdita dell'habitat per specie che godono di uno stato di conservazione ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo. Ciò ad eccezione della *lepre sarda* che, a livello regionale, è una specie, che pur essendo di interesse venatorio, negli ultimi anni ha mostrato una discontinuità in termini di diffusione e di successo riproduttivo così come anche il *coniglio selvatico*; tuttavia anche in questo caso, in relazione alle dimensioni delle superfici sottratte provvisoriamente e alla probabile assenza o scarsa densità di entrambe le specie di lagomorfi, non si ritiene che la perdita di habitat possa determinare criticità conservazionistiche significative nei confronti della popolazione al livello locale.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.2.3.2 Uccelli

Le superfici d'intervento interessano habitat riproduttivi e/o di foraggiamento per specie quali, ad esempio, la *quaglia*, il *saltimpalo*, la *poiana*, il *beccamoschino*, la *tottavilla*, il *gheppio*, la *civetta*, il *verdone*, *strillozzo*, il *cardellino* e la *calandra*. Anche in questo caso corre l'obbligo di evidenziare, peraltro, come il totale delle superfici sottratte temporaneamente (circa 5,4 ettari) rappresentino una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica. In definitiva, la temporaneità degli interventi previsti nella fase di cantiere e l'entità delle superfici oggetto di intervento, non sono tali da prefigurare criticità sotto il profilo conservazionistico delle popolazioni locali dell'avifauna indicata. A ciò si aggiunga che tra le specie riportate in Tabella 10.16, la quasi totalità godono di uno stato di conservazione ritenuto non minacciato sia a livello nazionale che europeo.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.2.4 Frammentazione di habitat

11.2.2.2.4.1 Mammiferi

In relazione alla specie in esame, si ritiene che non possano verificarsi fenomeni di frammentazione dell'habitat; ciò in ragione del fatto che si tratterà di interventi estremamente circoscritti e inseriti in ambiti di tipo agricolo, particolarmente diffusi nell'area d'indagine faunistica.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.2.4.2 Uccelli

Valgono le medesime considerazioni espresse ai paragrafi precedenti.

11.2.2.2.5 Insularizzazione dell'habitat

11.2.2.2.5.1 Mammiferi

Alla luce delle caratteristiche degli interventi previsti, si ritiene che non possano verificarsi fenomeni d'insularizzazione dell'habitat poiché si tratterà d'interventi circoscritti e di ridotte dimensioni in termini di superficie, tali da non generare l'isolamento di ambienti idonei agli anfibi.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.2.5.2 Uccelli

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

11.2.2.2.6 Effetto barriera

11.2.2.2.6.1 Mammiferi

Non si evidenziano, tra le attività previste nella fase di cantiere, interventi o modalità operative che possano determinare l'instaurarsi di un effetto barriera intenso; le uniche azioni che possono potenzialmente manifestare questo tipo d'impatto si riferiscono alle fasi di all'adeguamento delle strade esistenti, alla realizzazione dei nuovi tracciati stradali e dei cavidotti. Tuttavia, si prevede una tempistica dei lavori ridotta ed un pronto ripristino degli scavi che potenzialmente potrebbero generare un lieve effetto barriera, seppur decisamente momentaneo, sulle specie di anfibi. Le nuove strade di servizio alle torri eoliche, inoltre, saranno esclusivamente oggetto di traffico da parte dei mezzi di cantiere, mentre nei tracciati oggetto di adeguamento, già di per sé caratterizzati da un traffico locale molto basso perché limitato ai proprietari delle aziende, si aggiungerà quello determinato dai mezzi di cantiere che determinerà un incremento modesto e comunque reversibile al termine della fase di cantiere.

Per gli altri interventi (piazzole, elettrodotti), si ritiene che, per tipologia costruttiva, gli stessi non possano originare effetti barriera. La realizzazione del cavidotto, in particolare, oltre ad essere temporanea, è prevista lungo le pertinenze di strade attualmente esistenti, o di quelle di nuova realizzazione che, già di per sé, non determineranno un potenziale effetto barriera critico in quanto caratterizzate tra un traffico veicolare scarso. A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare misure mitigative.

11.2.2.2.6.2 Uccelli

Non si ravvisano, fra le attività previste nella fase di cantiere, interventi o modalità operative che possano favorire l'effetto barriera nei confronti delle specie avifaunistiche indicate.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.2.7 Criticità per presenza di aree protette

11.2.2.2.7.1 Mammiferi

In rapporto all'attuale normativa vigente, di carattere europeo, nazionale e regionale, gli interventi previsti nella fase di cantiere non saranno condotti all'interno di aree d'importanza conservazionistica per la classe in esame, né in contesti prossimi alle stesse, tali da lasciar presagire significativi effetti diretti o indiretti sulle aree oggetto di tutela.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.2.7.2 Uccelli

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

Preso atto della presenza di un'area ZSC denominata *Monte San Mauro*, e tenuto conto di quanto indicato dalle Linee Guida per la Valutazione d'Incidenza Ambientale in merito

all'individuazione di potenziali incidenze derivanti da opere/progetti che, se pur esterni alla Rete Natura 2000 ricadono nell'ambito di un buffer di 5 km dai confini del sito comunitario come nel caso dell'intervento proposto, si evidenzia quanto segue:

- L'intervento progettuale in esame non ricade interamente all'interno del buffer di 5 km dai confini del ZSC di cui sopra, sono inclusi infatti 5 aerogeneratori su 17;
- La componente naturalistica oggetto d'interesse conservazionistico che ha motivato l'istituzione della ZSC comprende specie botaniche e habitat floristico-vegetazionali d'importanza comunitaria, mentre quella faunistica è limitata a 4 specie avifaunistiche di distribuzione locale e poco sensibili all'impatto da collisione (*pernice sarda*, *calandro*, *occhione* e *succiacapre*); in relazione a eventuali potenziali incidenze, verificate preliminarmente le composizioni qualitative dei gruppi di cui sopra e la sensibilità degli stessi alla presenza di impianti eolici, si ritiene poco probabile una frequentazione degli ambiti ricadenti nel buffer di 5 km da parte di soggetti delle specie di cui sopra presenti all'interno della ZSC.

11.2.2.2.7.3 Inquinamento luminoso

L'impiego di fonti luminose artificiali determina una certa mortalità sulla componente invertebrata, quali gli insetti notturni, in conseguenza della temperatura superficiale che raggiungono le lampade impiegate per l'illuminazione, o per l'attrazione che la presenza abbondante di insetti esercita su predatori notturni come i chiropter; alcune di questi ultimi inoltre risultano essere sensibili alla presenza di luce artificiale o al contrario risultare particolarmente visibili a predatori notturni. Oltre a ciò, l'illuminazione permanente e diffusa durante i periodi crepuscolari e notturni, può condizionare le strategie predatorie e anti-predatorie di alcune specie di vertebrati.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto, qualora fosse previsto l'impiego di sorgenti luminose artificiali in aree di cantiere, si ritiene necessario indicare delle misure mitigative quali:

- Impiego della luce artificiale solo dove strettamente necessaria
- Ridurre al minimo la durata e l'intensità luminosa
- Utilizzare lampade schermate chiuse
- Impedire fughe di luce oltre l'orizzontale
- Impiegare lampade con temperatura superficiale inferiore ai 60°(LED)
- Limitazione del cono di luce all'oggetto da illuminare, di preferenza illuminazione dall'alto

L'efficienza delle misure mitigative proposte è da ritenersi **media-alta**.

11.2.2.3 Fase di esercizio

11.2.2.3.1 Abbattimenti/mortalità di individui

11.2.2.3.1.1 Mammiferi

Sulla base di una prima disamina delle caratteristiche ambientali dell'area interessata dall'intervento progettuale, è possibile ipotizzare la presenza delle specie riportate nell'elenco della Tabella 11.1, per ognuna delle quali è indicata la sensibilità alla presenza degli impianti eolici in relazione ai principali effetti negativi che possono causare tali opere.

Maggiori dettagli circa la distribuzione di siti rifugio e/o svernamento e riguardo la composizione qualitativa delle specie di chiroterri presenti nell’ambito in esame, potranno essere noti a partire dalla tarda primavera inoltrata del 2023 in quanto la campagna di rilevamenti previsti nell’ambito del monitoraggio ante-operam riguardante la chiroterrofauna, è stata avviata a partire da ottobre 2022.

Tabella 11.1 - Specie di chiroterrofauna la cui presenza è ipotizzata nell’area interessata dall’intervento.

Specie	Valore conservazionistico	Possibile disturbo da emissione di ultrasuoni	Rischio di perdita habitat di foraggiamento	Rischio di collisione
<i>Pipipistrellus kuhlii</i>	1	?	?	3
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1	?	?	3
<i>Hypsugo savii</i>	1	2	1	3
<i>Tadarida teniotis</i>	1	X	?	3

Nota: “?” impatto momentaneamente non accertato

Il punteggio del valore conservazionistico discende dallo stato di conservazione in cui attualmente la specie risulta classificata secondo le categorie IUCN in Italia. Pertanto, uno stato di conservazione “sicuro” è valutato come 1, mentre “quasi minacciato” con valore 2 ed infine ad una specie “minacciata” si attribuisce il valore 3. Nel caso in esame tutte e tre le specie rientrano nella macro-categorie delle specie non minacciate, in particolare tutte sono a minor preoccupazione (LC). I valori di “sensibilità specifica”, assegnati per ognuna nella colonna denominata “rischio di collisione”, sono compresi tra 1 (impatto non accertato) e 3 (impatto accertato). L’assegnazione del punteggio si basa sui risultati finora conseguiti a seguito di studi e monitoraggi condotti nell’ambito di diversi parchi eolici presenti in Europa. Per ciò che riguarda il rischio di collisione si è assegnato un valore 1 qualora per la specie non fossero noti casi di mortalità da collisione accertati, il valore 2 è assegnato per quei generi che hanno mostrato alcune specie soggette a collisione mentre di altre non si è avuto ancora riscontro, infine il valore 3 è stato assegnato per tutte specie per le quali l’impatto da collisione è stato finora appurato. Come riportato in Tabella 11.1 per tutte specie di chiroterri considerate è stato possibile appurare, da studi pregressi, che queste possono essere soggette ad impatto da collisione con valori differenti in termini di cadaveri accertati che variano da specie a specie e da area geografica; al contrario non si hanno ancora riscontri in merito al rischio di perdita di habitat di foraggiamento a seguito della presenza di impianti eolici che si presume debba comunque essere in relazione all’estensione dell’impianto ed anche alle tipologie degli habitat in cui è inserita l’opera.

Si evidenzia inoltre che, secondo una delle ultime pubblicazioni riguardanti la vulnerabilità degli uccelli e dei pipistrelli rispetto alla presenza di impianti eolici (*Thaxter CB et al. 2017 Bird and bat species’ global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. Proc. R. Soc. B*), che le due famiglie (Molossidi, Vespertilionidi) a cui appartengono le 4 specie di cui sopra, nell’ambito delle previsioni di collisioni teoriche media/anno/wtg, rientrano una nella fascia alta, i Molossidi, e la restante nella fascia media (Figura 11.6).

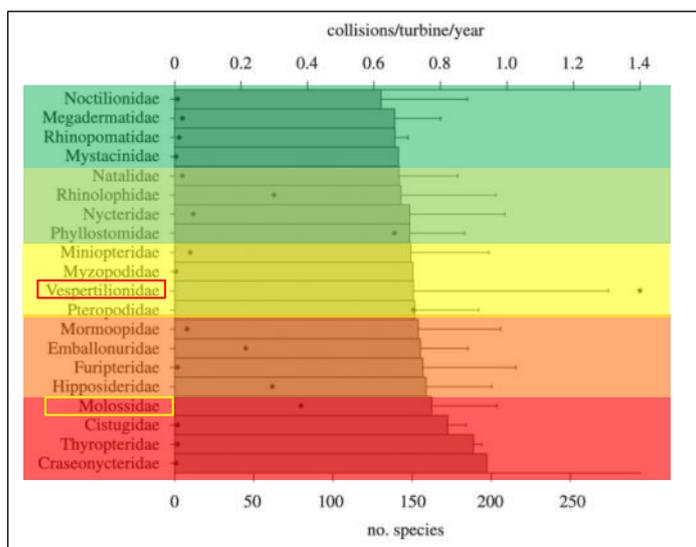


Figura 11.6 - Previsioni di collisioni medie per turbina/anno (il n. di specie per ordine è indicato dai punti neri).

Si sottolinea che i risultati dello studio riassunti in Figura 11.6 evidenziano quali siano le famiglie che contengono il più alto valore medio teorico di abbattimenti all'anno per aerogeneratore ed il numero di specie (nel grafico pallini in nero) di cui è composta una data famiglia; vi sono famiglie rappresentate da poche specie ma alcune di queste sono particolarmente soggette ad impatto da collisione (Molossidae), al contrario famiglie con molte specie ma con valori medio o bassi teorici di mortalità.

Sulla base dei riscontri registrati durante i monitoraggi post-operam in diversi impianti eolici in tutta Europa tra il 2003 e il 2017, nella Tabella 11.2, sono riportate le percentuali delle specie (o dei generi nel caso in cui non sia stato possibile l'identificazione fino a livello della specie) più rappresentative in termini di vittime su un totale di 9.354 decessi registrati nel periodo di cui sopra. (n.b. le percentuali escludono gli esemplari che non sono stati identificati).

Tabella 11.2 - Percentuale di vittime registrate tra i pipistrelli presso gli impianti eolici europei, per singola specie.

Specie	Percentuale di vittime degli impianti eolici in tutta Europa
<i>Pipistrellus</i>	24%
<i>Pipistrellus nathusii</i>	17%
<i>Nyctalus noctula</i>	16%
<i>Nyctalus leisleri</i>	8%
<i>Pipistrellus spp.</i>	7%
<i>Pipistrellus pipistrellus/pygmaeus</i>	5%
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	5%
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	5%
<i>Hypsugo savi</i>	4%

In relazione alle specie potenzialmente presenti nell'area d'indagine si evidenzia per le stesse una bassa percentuale di mortalità finora rilevata, benché si sottolinei che in generale l'entità dei decessi siano sotto stimati per diversi fattori; tuttavia le categorie conservazionistiche delle 4 specie considerate, benché soggette a rischio di impatto da collisione, non rientrano tra quelle ritenute minacciate in Italia.

In particolare, tutte e quattro le specie, per modalità di volo, sono da ritenersi moderatamente sensibili all'impatto da collisione; quest'ultimo è maggiormente favorito se in prossimità degli aerogeneratori sono presenti alberature e siepi, ambiti di foraggiamento particolarmente selezionati dalle specie di cui sopra, e luci artificiali (lampioni o altri sistemi di illuminazione).

Oltre alle modalità di volo e agli altri fattori attrattivi che caratterizzano ogni specie, è determinante anche la consistenza nel numero di aerogeneratori; nella Tabella 11.3 è riportato il criterio per stabilire la grandezza di un impianto eolico sulla base del numero di aerogeneratori e potenza complessiva. Tale classificazione è fondamentale per stimare il potenziale impatto che potrebbe derivare a carico dei pipistrelli evidenziato nella successiva Tabella 11.4; nella Tabella 11.5 sono invece indicati i criteri per stabilire la sensibilità delle aree oggetto d'intervento in relazione alla presenza e/o esigenze ecologiche dei pipistrelli.

Tabella 11.3 - Valutazione della grandezza di un impianto eolico.

POTENZA	NUMERO DI AEROGENERATORI					
		1-9	10-25	26-50	51-75	>75
< 10MW		Piccolo	Medio			
10-50 MW		Medio	Medio	Grande		
50-75 MW			Grande	Grande	Grande	
75-100 MW			Grande	Molto grande	Molto grande	
>100 MW			Molto grande	Molto grande	Molto grande	Molto grande

L'impianto eolico in progetto (112,2 MW), secondo i criteri riportati nella tabella di cui sopra, rientra nella categoria d'impianto molto grande; quest'ultimo aspetto, unito alle caratteristiche di sensibilità specifica, fanno supporre un impatto potenziale sulla chiroterofauna di tipo molto alto. Tuttavia, si sottolinea che la sensibilità specifica, ritenuta alta per il sito in esame, è condizionata, secondo i criteri riportati in Tabella 11.5, dalla presenza di un'area protetta, la ZSC "Monte San Mauro", entro una distanza di 10 km; a tal proposito è opportuno precisare che tale sito comunitario è stato istituito soprattutto per valenze di tipo floristico-vegetazionale (*Ampelodesmos mauritanicus* – habitat corrispondenti a percorsi sub-steppici) e non per la presenza di valori faunistici riferibili alla chiroterofauna; pertanto considerato che in questa fase non si è ancora in grado di definire un profilo chiroterofaunistico definitivo, fino all'acquisizione dei dati derivanti dalle attività di monitoraggio ante-operam, si ritiene opportuno adottare un approccio più commisurato alla luce delle considerazioni di cui sopra condividendo una valutazione di potenziale impatto di tipo medio d'impatto sulla componente in esame.

Tabella 11.4 - Impatto potenziale di un impianto eolico in aree a diversa sensibilità.

SENSIBILITA'		GRANDEZZA IMPIANTO			
		Molto grande	Grande	Medio	Piccolo
SENSIBILITA'	Alta	Molto alto	Alto	Medio	Medio
	Media	Alto	Medio	Medio	Basso
	Bassa	Medio	Medio	Basso	Basso

Tabella 11.5 - Criteri per stabilire la sensibilità delle aree di potenziale impatto degli impianti eolici.

SENSIBILITA' POTENZIALE	CRITERIO DI VALUTAZIONE
Alta	<ul style="list-style-type: none"> - L'impianto divide due zone umide; - L'impianto si trova a meno di 5 km da colonie e/o aree con presenza di specie minacciate; - L'impianto si trova a meno di 10 km da zone protette;
Media	<ul style="list-style-type: none"> - L'impianto si trova in aree d'importanza regionale o locale per i pipistrelli
Bassa	<ul style="list-style-type: none"> - L'impianto si trova in aree che non presentano nessuna delle caratteristiche di cui sopra.

Per tutte le altre specie di mammiferi riportate in Tabella 10.17, in relazione alle modalità operative dell'opera, non si prevedono casi di abbattimenti/mortalità significativi; la produzione di energia da fonte eolica rinnovabile non comporta nessuna interazione diretta con la classe dei mammiferi appartenenti agli ordini dei carnivori, eulipotifili e lagomorfi. L'utilizzo delle strade di servizio previste in progetto è limitato alle sole attività di controllo ordinarie; pertanto il traffico di automezzi può ritenersi trascurabile e tale da non determinare mortalità a danno delle specie di mammiferi conseguenti l'attraversamento del piano stradale. In merito a quest'ultimo aspetto corre l'obbligo evidenziare che diversi tratti stradali saranno realizzati ex-novo in coincidenza di habitat aperti a foraggiare/pascoli pertanto in questi ambiti potrebbero verificarsi maggiormente attraversamenti stradali da parte di individui delle specie di mammiferi diffuse maggiormente in questa tipologia ambientale (*lepre sarda, coniglio selvatico, volpe*); peraltro va anche considerato che il passaggio degli automezzi per la manutenzione ordinaria e straordinaria degli aerogeneratori è limitata alle sole ore diurne, ovvero quando l'attività dei mammiferi sopra citati è, al contrario, concentrata maggiormente nelle ore crepuscolari e/o notturne il che diminuisce considerevolmente le probabilità di mortalità causata da incidenti stradali, inoltre, anche la probabile scarsa densità ipotizzata per i lagomorfi, contribuisce a ridurre gli eventuali casi di incidentalità stradale. Tuttavia è possibile che la rete viaria di nuova realizzazione e quella in adeguamento possa essere utilizzata anche da altre utenze quali proprietari terrieri, proprietari di aziende, allevatori ecc; le condizioni di agevole percorribilità delle strade in progetto, anche a seguito delle future e previste manutenzioni ordinarie, potrebbero favorire valori di velocità maggiori rispetto a quelli a oggi adottati determinando così una probabilità maggiore di collisione tra i veicoli e le specie di mammiferi indicate.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto si ritiene che eventuali azioni mitigative mirate alle sole specie appartenenti all'ordine dei chiroteri potranno scaturire dalle indicazioni acquisite sulla composizione qualitativa nell'ambito dei monitoraggi ante-operam, attualmente in corso, o eventualmente degli accertamenti periodici da condurre nelle fasi di esercizio dell'impianto. Al riguardo, in particolare, le eventuali misure da adottare saranno definite in relazione alle specie riscontrate nella fase ante-operam nonché all'entità dei valori di abbattimento accertati nella fase post-operam.

Ad oggi infatti le azioni preventive per ridurre il rischio di collisione con i chiroteri, che sono di fatto adottate anche nell'ambito della progettazione dell'impianto eolico in oggetto, sono il contenimento del numero di aerogeneratori (riduzione "effetto selva"), l'istallazione dei WTG in aree non particolarmente idonee a specie di elevato valore conservazionistico (presenza di siti coloniali per rifugio/svernamento), riduzione "dell'effetto barriera" evitando di adottare distanze minime tra un aerogeneratore e l'altro in maniera tale da impedire la libera circolazione aerea dei chiroteri su vaste aree, ed infine la velocità di rotazione delle pale ad oggi ridotta conseguente il modello di aerogeneratore adottato rispetto alle apparecchiature adottate negli anni precedenti.

In merito alla rete viaria di servizio, qualora questa sia ad esclusivo utilizzo del personale addetto alla gestione ordinaria dell'impianto eolico, non si ritiene possa determinare dei valori di mortalità da incidenti stradali critici sulla componente faunistica in esame; al contrario se la rete viaria è destinata anche ad utilizzi diversi, si consiglia di adottare delle indicazioni di limiti di velocità e dissuasori da installare nel piano stradale finalizzati a ridurre il rischio di incidenti stradali con la fauna selvatica.

11.2.2.3.1.2 Uccelli

Nella Tabella 11.6, ad ognuna delle specie individuate nell'ambito dell'area d'indagine, è stato attribuito un punteggio di sensibilità al rischio di collisione (certo o potenziale), definite in base ai riscontri finora ottenuti da diversi studi condotti nell'ambito di diversi parchi eolici in esercizio presenti in Europa (*Wind energy developments and Nature 2000, 2010*. Atienza, J.C., I. Martín Fierro, O. Infante, J. Valls y J. Domínguez. 2011. *Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0)*. SEO/BirdLife, Madrid. *Documento di orientamento sugli impianti eolici e sulla normativa dell'UE in materia*, Commissione europea, 2020)

Il valore del punteggio di sensibilità specifico è frutto della somma di punteggi conseguiti in relazione agli aspetti morfologici, comportamentali e legati alle dinamiche delle popolazioni che aumentano la loro sensibilità e incidono sul loro stato di conservazione. In particolare:

- a. Punteggio per morfologia/comportamento/dinamiche delle popolazioni (1 = sensibilità bassa, 2 = sensibilità media, 3 = sensibilità elevata, 4 = sensibilità molto elevata);
- b. Punteggio per stato di conservazione (0 = basso (LC), 1 = medio (NT), 2 = elevato (VU), 3 = molto elevato (EN/CR)) Le categorie di riferimento assegnate ad ogni specie derivano dalla lista rossa nazionale.

I punteggi relativi allo stato di conservazione sono raddoppiati prima di aggiungere il punteggio per morfologia/comportamento/dinamiche delle popolazioni.

In merito agli aspetti morfologici alcune specie mostrano una maggiore sensibilità al rischio di collisione in ragione della loro morfologia, come ad esempio il carico alare che deriva dal rapporto tra superficie alare ed il peso del corpo (es. grandi veleggiatori che sfruttano le correnti termiche ascensionali), o anche la struttura degli occhi che può riflettersi nel tipo campo visivo funzionale ad esempio per la ricerca di cibo ma meno adatto all'individuazione di ostacoli in una certa posizione.

Anche il comportamento in volo determina un maggiore o minore rischio di collisione, ad esempio specie migratrici che convergono lungo rotte o punti geografici ben precisi nell'ambito dei quali si creano delle concentrazioni tali da favorire le probabilità di impatto da collisione, oppure specie che per modalità di ricerca trofica o controllo del territorio, tendono a volare spesso a quote coincidenti con gli spazi aerei occupati dagli aerogeneratori.

In merito alla dinamica delle popolazioni sono state verificate le tendenze a livello regionale delle sole specie nidificanti attribuendo il valore 1 per specie la cui popolazione e/o areale ha evidenziato un sostanziale incremento/espansione, il valore 2 nei casi di popolazioni stabili, 3 per il trend incerto ed in fine il valore 4 per specie che hanno evidenziato una tendenza alla diminuzione degli individui o alla contrazione dell'areale.

In relazione al punteggio complessivo ottenuto, si verifica la classe di sensibilità a cui appartiene una data specie secondo tre classi di seguito esposte:

- Sensibilità bassa (3-5);
- Sensibilità media (6-8);
- Sensibilità elevata (9-14);
- Sensibilità molto elevata (15-20).

Circa il 15.4% delle specie riportate nella Tabella 10.16 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 11.7; 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 11.6 - 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 11.7 - 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 11.7). 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 11.8); 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).

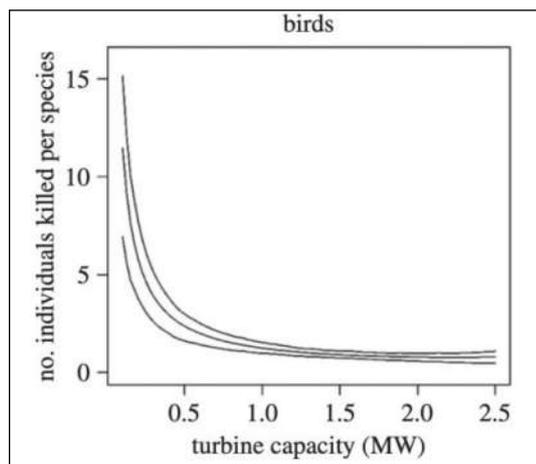


Figura 11.7 - Tasso medio di mortalità totale per specie in un ipotetico parco da 10MW.

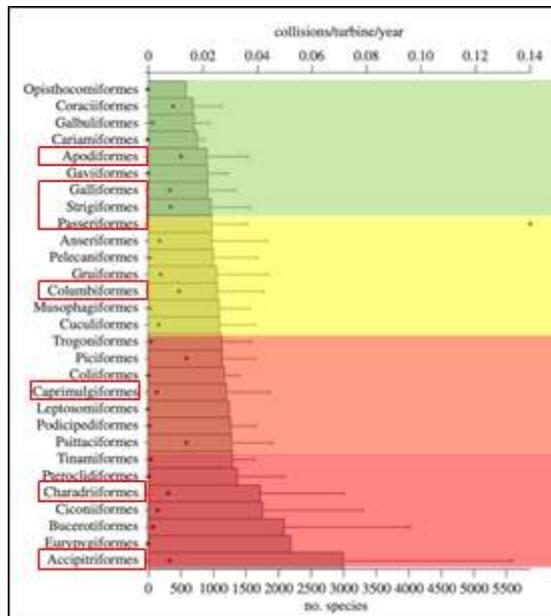


Figura 11.8 - Previsioni di collisioni medie per turbina/anno (il n. di specie per ordine è indicato dai punti neri) (nei rettangoli in rosso gli ordini delle specie riportate in Tabella 10.16).

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.

Azioni di mitigazione 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.

11.2.2.3.2 Allontanamento delle specie

11.2.2.3.2.1 **Mammiferi**

I movimenti di rotazione delle pale eoliche ed il rumore aerodinamico potrebbero essere causa di allontanamento dei mammiferi. Tuttavia, in relazione alla presenza potenziale delle specie individuate, si ritiene che le stesse siano particolarmente tolleranti alla presenza ed attività dell'uomo, come dimostra la loro frequente diffusione e presenza in ambienti agricoli e periurbani, certamente più rumorosi per via della presenza di macchinari ed attrezzature di vario tipo. Pertanto, si può ritenere che, ad un iniziale allontanamento a seguito dell'avvio della fase di esercizio dell'opera, in quanto elemento nuovo nel territorio, possa seguire un progressivo riavvicinamento di specie come la *volpe*, la *donnola*, il *riccio*, la *lepre sarda* e il *coniglio selvatico*. Tali specie sono già state riscontrate in occasione di monitoraggi condotti in altri parchi eolici in Sardegna costituiti da un numero notevolmente superiore di aerogeneratori. A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

11.2.2.3.2.2 **Uccelli**

Il primo periodo di collaudo e di esercizio degli aerogeneratori determinerà certamente un locale aumento delle emissioni sonore che potrebbero causare l'allontanamento dell'avifauna. Tale impatto è comunque ritenuto di valore *basso*, temporaneo e reversibile in considerazione del fatto che nella zona insistono già attività antropiche, soprattutto di tipo venatorio, agricolo (aziende agro-zootecniche) e pastorale; rispetto agli abituali stimoli acustici e ottici a cui è abituata la fauna locale, certamente la fase di avvio della produzione potrà indurre alcune specie ad un momentaneo spostamento, tuttavia è anche opportuno evidenziare che la maggior parte delle specie indicate in Tabella 10.16, mostrano un'abituale tolleranza alle emissioni acustiche ed ai movimenti che caratterizzano un impianto eolico durante la produzione (attività delle turbine, presenza del personale addetto alla manutenzione). A titolo di esempio si evidenzia che le specie finora riscontrate e quelle potenzialmente presenti, sono state accertate anche all'interno di impianti eolici in Sardegna in cui sono stati svolti i monitoraggi nella fase di esercizio.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto, si ritiene opportuna una calendarizzazione delle fasi di collaudo che preveda l'avvio prima o dopo il ciclo di riproduzione delle specie avifaunistiche, escludendo il periodo compreso tra il mese di aprile fino ai primi 15 giorni di giugno.

L'efficienza delle misure mitigative proposte è da ritenersi **medio-alta**.

11.2.2.3.3 Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento

11.2.2.3.3.1 Mammiferi

Si evidenzia, anche in questo caso, come il totale complessivo delle superfici sottratte permanentemente, ogni piazzola di servizio occuperà una superficie pari a circa 1.450 m² mentre la realizzazione e l'adeguamento della rete viaria di servizio circa 5,4 ha, rappresentino una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica; in definitiva, l'entità della sottrazione permanente dell'attuale tipologia del suolo non prefigura criticità in termini di perdita dell'habitat per specie che godono di uno stato di conservazione ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo. Ciò ad eccezione dei lagomorfi *lepre sarda* *coniglio selvatico* che, a livello regionale, pur essendo di interesse venatorio, negli ultimi anni hanno mostrato una discontinuità in termini di diffusione e di successo riproduttivo per diverse motivazioni; tuttavia anche in questo caso, in relazione alle dimensioni delle superfici sottratte permanentemente, non si ritiene che la perdita di habitat possa determinare criticità conservazionistiche significative nei confronti della popolazione locale che, inoltre, è probabilmente caratterizzata da valori di densità molto bassi se non totale assenza di entrambe le specie. Si evidenzia inoltre che, a seguito di quanto osservato in occasione di monitoraggi post-operam in altri impianti eolici in esercizio in Sardegna, è possibile verificare direttamente che le piazzole di servizio di fatto non escludono completamente una superficie di 1.450 m² ma unicamente quella occupata dalla torre dell'aerogeneratore; infatti la manutenzione ordinaria adottata per le stesse fa sì che tali superfici di fatto rientrino negli ambiti utilizzati dal bestiame domestico per il pascolo ma anche come aree di foraggiamento per gli stessi lagomorfi in quanto ricolonizzate da vegetazione erbacea periodicamente sfalcata ma non estirpata.

In conclusione, il totale complessivo delle superfici sottratte in maniera permanente, circa 16.0 ettari comprendenti le piazzole di servizio e le strade di nuova realizzazione/adeguamento e il sito delle sottostazioni elettriche, non rappresentano una percentuale significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica. Si tenga infatti presente che le superfici di habitat che contemporaneamente sono le più rappresentative ed anche quelle oggetto di occupazione permanente sono i *seminativi in aree non irrigue*, che rappresentano da soli il 78.0% dell'area d'indagine faunistica con un'estensione pari a circa 918 ettari.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto, si consiglia una gestione delle piazzole di servizio che preveda unicamente lo sfalcio e non lo sradicamento completo della vegetazione erbacea o l'impiego di diserbanti.

11.2.2.3.3.2 Uccelli

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

Azioni di mitigazione proposte

A seguito di quanto sopra esposto, si consiglia una gestione delle piazzole di servizio che preveda unicamente lo sfalcio e non lo sradicamento completo della vegetazione erbacea o l'impiego di diserbanti. Preferibilmente tali interventi non dovranno essere eseguiti durante il periodo di nidificazione (aprile-giugno), in quanto nelle aree immediatamente adiacenti alle piazzole, ma anche nelle stesse, possono potenzialmente verificarsi nidificazioni da parte di specie come ad esempio l'*occhione*, la *calandra*, la *quaglia* e la *tottavilla*. Le operazioni di sfalcio dovrebbero avvenire con attrezzatura non motorizzata e previo controllo che nelle aree d'intervento non vi siano nidificazioni in atto qualora non possa essere rispettato i periodi di fermo sopra indicato.

Azioni di miglioramento ambientale vevoli per tutte le componenti faunistiche.

È stata più volte rimarcata la diffusa mancanza e/o la ridotta salvaguardia di elementi lineari, quali le siepi, all'interno dell'area d'indagine faunistica; come è noto tale elemento floristico-vegetazionale, svolge un ruolo ecologico fondamentale nel limitare la perdita di biodiversità all'interno di contesti ambientali fortemente antropizzati e, nel contempo, può fungere da elemento di connessione con aree meno degradate oltre a diversificare il paesaggio e contribuire alla stabilizzazione dei terreni e al clima del sito. Ai fini della componente faunistica le siepi svolgono il triplice ruolo di area di rifugio/sosta, di riproduzione e di alimentazione ospitando varie specie dagli invertebrati ai vertebrati; diversi report e pubblicazioni che trattano tematiche riguardanti le condizioni di salute dell'ambiente, attestano che ultimamente la maggior parte della perdita di biodiversità a cui si sta assistendo in questi ultimi anni in Europa, è concentrata principalmente nelle aree agricole.

Sotto questo profilo lo stato attuale dell'area oggetto di studio necessiterebbe di un intervento diffuso di miglioramento ambientale mediante l'impianto di siepi (vedasi misure di mitigazione previste dal progetto e elencate nell'elaborato WGG_RA7-Relazione floristico_vegetazionale); tale suggerimento è proposto con le seguenti specifiche:

- Composizione floristico-vegetazionale delle siepi in coerenza con le caratteristiche edafiche e bioclimatiche dell'area d'intervento progettuale e secondo le indicazioni contenute nella relazione botanica;
- La scelta tra le diverse specie proposte tenderà maggiormente verso quelle con ampia disponibilità di frutti;
- La larghezza minima delle siepi non dovrà essere inferiore a 2 metri;
- Qualora durante le attività di predisposizione delle aree d'intervento progettuale dovessero emergere massi e/o clasti di dimensioni medio piccole (assimilabili a quelle impiegate nei muretti a secco), sarebbe opportuno selezionare queste ultime perché siano integrate alle siepi.

Gli ambiti in cui possono essere effettuati gli interventi di messa a dimora delle siepi saranno individuati in ragione dei preliminari accordi e delle esigenze tecnico-agricole che intercorreranno tra l'ente gestore dell'impianto eolico e i proprietari dei fondi agricoli interessati, tenuto conto dello sviluppo della rete viaria di nuova realizzazione, della superficie totale destinata alle piazzole di servizio e alla presenza di muretti a secco privi di vegetazione spontanea.

11.2.2.3.4 Frammentazione di habitat

11.2.2.3.4.1 **Mammiferi**

Come già espresso nell'ambito dell'analisi delle fasi di cantiere, valutate le modalità operative dell'opera proposta e l'entità e caratteristiche delle superfici occupate permanentemente, si

ritiene che non possano associarsi fenomeni di frammentazione di habitat alla fase di esercizio dell'impianto.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative

11.2.2.3.4.2 Uccelli

Al riguardo valgono le considerazioni espresse al punto precedente.

11.2.2.3.5 Insularizzazione dell'habitat

11.2.2.3.5.1 Mammiferi

Come già espresso nell'ambito dell'analisi delle fasi di cantiere, valutate le modalità operative dell'opera proposta e l'entità e caratteristiche delle superfici occupate permanentemente, si ritiene che non possano associarsi fenomeni d'insularizzazione di habitat alla fase di esercizio dell'impianto.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative

11.2.2.3.5.2 Uccelli

Valgono al proposito le considerazioni espresse al punto precedente.

11.2.2.3.6 Effetto barriera

11.2.2.3.6.1 Mammiferi

In relazione alle modalità operative dell'opera proposta e delle superfici occupate permanentemente, si ritiene che non possano verificarsi fenomeni di effetto barriera che impediscano lo spostamento dei mammiferi sul territorio in considerazione dei flussi di traffico stradale che, limitatamente alle attività di manutenzione, possono ritenersi trascurabili nell'ambito della rete viaria di servizio all'interno dell'impianto eolico. Non è inoltre prevista la costruzione di recinzioni o delimitazioni invalicabili.

Per ciò che riguarda i mammiferi chiropteri, si ritiene che l'effetto barriera sia trascurabile a seguito del numero contenuto di aerogeneratori previsti nell'ambito del progetto in esame nonché in rapporto alle significative interdistanze tra le stesse.

Alla luce di quanto sopra esposto non si ritiene necessario individuare misure mitigative.

11.2.2.3.6.2 Uccelli

Come evidenziato in altri capitoli del presente studio, il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da 17 aerogeneratori; si evidenzia che nell'area afferente alla zona in esame non sono presenti altri impianti eolici in esercizio di grande taglia, il più vicino dei quali è ubicato in territorio di Nurri a circa 7,7 km dall'impianto proposto in progetto (Figura 11.9). Altri impianti sono presenti nel territorio comunale di San Basilio-Siurgus Donigala.

Ai fini di una valutazione del potenziale effetto barriera, si è pertanto proceduto a verificare quali siano le interdistanze minime tra le turbine dell'impianto progetto.

È necessario premettere che ogni singolo aerogeneratore occupa una zona spazzata dal movimento delle pale, più un'area attigua interessata dalle turbolenze che si originano sia per l'impatto del vento sugli elementi mobili dell'aerogeneratore sia per le differenze nella velocità fra il vento "libero" e quello "frenato" dall'interferenza con le pale. L'estensione di tale porzione di spazio aereo evitato dagli uccelli può indicativamente stimarsi in 0,7 volte il raggio del rotore. Con tali presupposti, volendo stimare l'estensione dello spazio utile di volo tra due turbine, lo stesso può valutarsi in accordo con la seguente formula:

$$S = D \text{ (distanza tra gli aerogeneratori)} - 2 \times (R + R \times 0,7) \text{ dove } R = \text{raggio del rotore}$$

Si evidenzia come il valore di riferimento dell'area turbolenta pari a 0,7 raggi sia rappresentativo degli aerogeneratori la cui velocità del rotore è di oltre 16 RPM (le macchine di ultima generazione ruotano con velocità anche inferiori).

Al fine di ridurre il rischio di collisione è importante che la distanza tra una torre e l'altra sia tale da poter permettere una sufficiente manovrabilità aerea a qualsiasi specie che intenda modificare il volo avendo percepito l'ostacolo. Benché siano stati osservati anche attraversamenti di individui in volo tra aerogeneratori distanti 100 metri, tale valore è considerato critico in relazione alla possibilità che si verifichino eventi atmosferici avversi o particolari concentrazioni di soggetti in volo. Si ritiene, pertanto, che valori superiori ai 200 metri possano essere considerati più sicuri per l'avifauna.

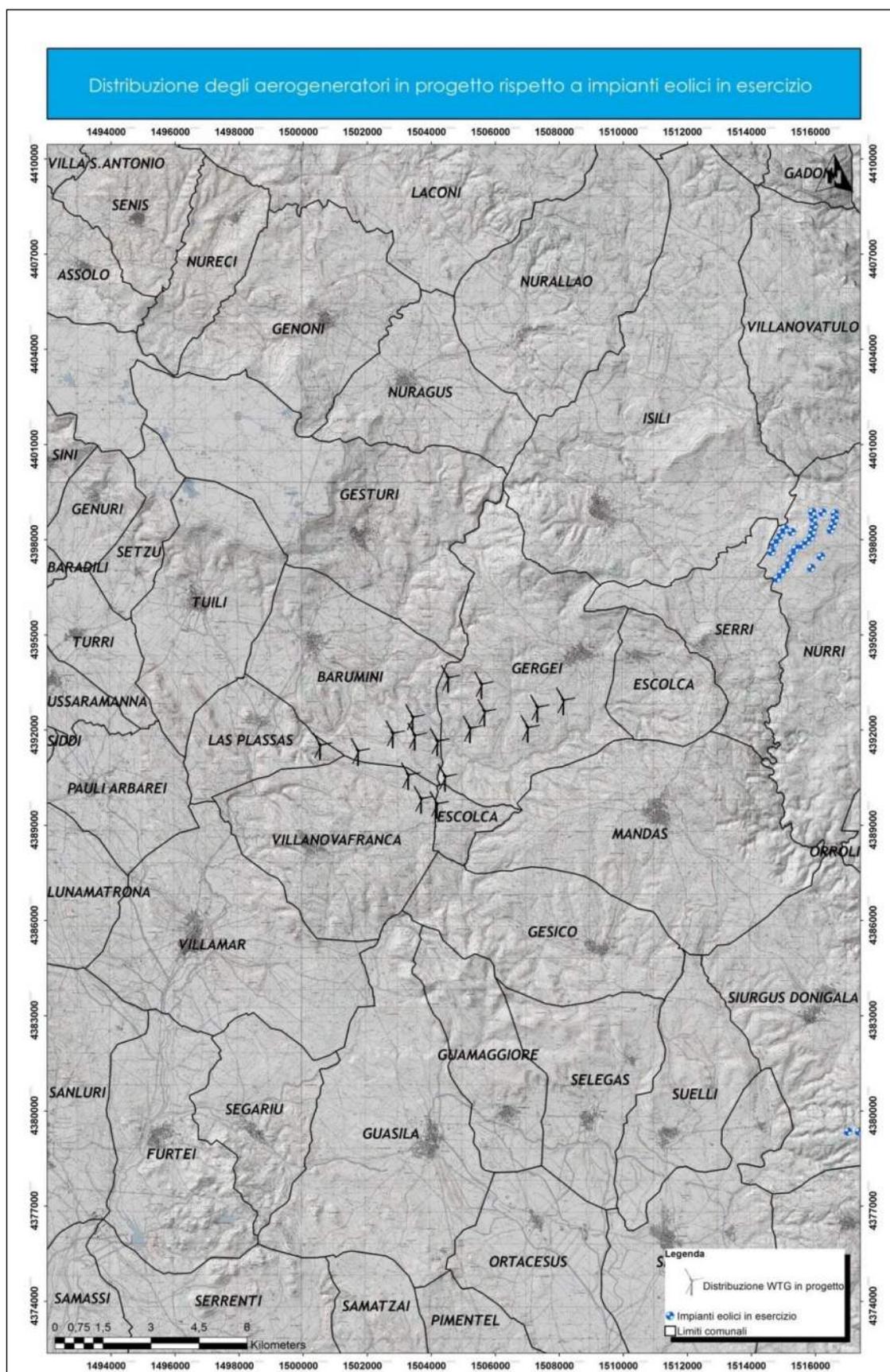
Muovendo da tali assunzioni le interdistanze tra le turbine del parco eolico in esame sono state valutate secondo le seguenti categorie di giudizio: **critica**, interdistanza inferiore a 100 metri; **sufficiente**, da 100 a 200 metri, **buona** oltre i 200 metri (Tabella 11.8).

Tabella 11.8 - Interdistanze minime tra i 17 WTG previsti in progetto nell'impianto eolico in esame.

ID Aerogeneratori	Interdistanza ID [m]	Raggio pala [m]	Interferenza pala [m]	Distanza utile fra le pale [m]	Giudizio
WTG03 – WTG04	692	85	289	403	buona
WTG05 – WTG06	709	85	289	420	buona
WTG11 – WTG12	518	85	289	229	buona
WTG14 – WTG16	582	85	289	293	buona

I dati riportati in (Tabella 11.8) evidenziano come tra le interdistanze minime rilevate non si riscontri un solo valore incompatibile con il valore soglia ritenuto critico per gli eventuali attraversamenti in volo da parte di specie avifaunistiche.

Per quanto precede non si ritiene necessario indicare delle specifiche misure mitigative poiché secondo quanto accertato è esclusa la manifestazione di un effetto barriera tale da impedire o limitare gli spostamenti in volo locali e/o migratori di specie avifaunistiche.



11.2.2.4 Impatti cumulativi

Considerato che l'intervento progettuale proposto non è ubicato in adiacenza ad altri impianti eolici in esercizio non sono valutabili impatti cumulativi in merito sottrazione di habitat derivante dalla realizzazione di tutte le opere proposte in progetto.

11.2.2.5 Quadro sinottico degli impatti stimati per la componente faunistica

Nella Tabella 11.9 sono riportati gli impatti presi in considerazione nella fase di cantiere (F.C.) e nella fase di esercizio (F.E.) per ognuna delle componenti faunistiche sulla base di quanto sinora argomentato. I giudizi riportati tengono conto delle misure mitigative eventualmente proposte per ognuno degli impatti analizzati. Il simbolo (*) indica che per la specifica tipologia di impatto, in questa fase, non è possibile esprimere un giudizio definitivo e certo. Ci si riferisce, in particolare, all'impatto relativo alla mortalità/abbattimento che, come già precedentemente esposto, al momento dell'elaborazione del presente studio non può essere valutato appieno poiché sono ancora in atto i rilevamenti sul campo previsti dal monitoraggio ante-operam, che si concluderanno a settembre 2023.

Tabella 11.9 - Quadro riassuntivo degli impatti sulla componente faunistica

TIPOLOGIA IMPATTO	COMPONENTE FAUNISTICA							
	Anfibi		Rettili		Mammiferi		Uccelli	
	F.C.	F.E.	F.C.	F.E.	F.C.	F.E.	F.C.	F.E.
Mortalità/Abbattimenti	Molto lieve	Assente	Basso	Assente	Assente	Moderato*	Assente	Moderato *
Allontanamento	Assente	Assente	Basso	Assente	Moderato	Basso	Moderato	Basso*
Perdita habitat riproduttivo e/o di alimentazione	Molto lieve	Molto lieve	Basso	Molto lieve	Basso	Molto lieve	Basso	Basso
Frammentazione dell'habitat	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Insularizzazione dell'habitat	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Effetto barriera	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
Presenza di aree protette	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

11.3 SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

11.3.1 *Principali fattori di impatto a carico della componente*

Gli impatti potenziali sulla componente scaturiscono principalmente dal manifestarsi dei seguenti fattori causali di impatto, di seguito analizzati:

- trasformazione ed occupazione di superfici;
- rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni;
- rischi di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi.

11.3.1.1 *Trasformazione ed occupazione di superfici*

La realizzazione di un impianto eolico e delle opere accessorie funzionali al suo esercizio (strade, piazzole di macchina, elettrodotti interrati) comporta inevitabilmente una occupazione di superfici, sottraendole, in modo temporaneo o permanente, ai preesistenti usi antropici e/o funzioni ecosistemiche. Come noto, peraltro, l'occupazione di suolo associata all'esercizio degli impianti eolici è estremamente contenuta, sia in termini assoluti che per unità di potenza elettrica installata, in rapporto ad altre tipologie di centrali energetiche, convenzionali e non. Proprio tali caratteristiche sono alla base della acclarata compatibilità dei parchi eolici con l'esercizio delle pratiche agricole e zootecniche, pienamente riscontrabile e documentabile nei siti eolici presenti nel territorio regionale in contesti simili.

La superficie produttiva complessivamente interessata dall'impianto, valutata come inviluppo delle postazioni degli aerogeneratori, ammonta a circa 995 ha; quella effettivamente occupata dalle opere in fase di cantiere è pari a circa 21 ettari, ridotti indicativamente a 15 ettari a seguito delle operazioni di ripristino morfologico-ambientale. Le superfici occupate dalle opere sono così suddivise:

Piazzole di cantiere aerogeneratori	~86.300 (comprensivi di scarpate)	m ²
Piazzole definitive a ripristino avvenuto	~ 32.750 m ²	
Ingombro fisico delle torri di sostegno	~ 335 m ²	
Viabilità di impianto in adeguamento (nuovo ingombro complessivo stimato del solido stradale rispetto all'esistente)	~75.195 m ²	
Viabilità di impianto di nuova realizzazione (ingombro complessivo stimato del solido stradale)	~36.775m ²	
Piazzole temporanee di supporto in fase di cantiere	~ 6.325 m ²	
SSE Utente 150/30 kV	~ 14.450 m ²	
Superfici complessivamente occupate in fase di cantiere	~219.045 m²	
Superfici complessivamente occupate a ripristino avvenuto	~164.530 m²	

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

Sotto il profilo spaziale, gli effetti della sottrazione di superfici hanno, inoltre, una rilevanza prevalentemente circoscritta al settore di intervento, trattandosi di un esteso territorio storicamente contraddistinto da un utilizzo agro-zootecnico, immune da significativi processi di trasformazione delle condizioni d'uso. Tale circostanza contribuisce a confinare la portata del fattore di impatto alla scala esclusivamente locale.

Va infine rilevato come l'occupazione di superfici sia un fattore di impatto comunque reversibile nel medio-lungo periodo (oltre i 25 anni dall'entrata in esercizio degli aerogeneratori) a seguito dei previsti interventi di dismissione, salvo *repowering* della centrale eolica.

11.3.1.2 Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni

L'ambito territoriale su cui si propone la realizzazione del parco eolico denominato “Luminu”, come ampiamente descritto ricade in un distretto principalmente agricolo per via delle note qualità pedologiche che contraddistinguono la regione storica della Marmilla. Infatti, i suoli sono particolarmente adatti all'agricoltura tanto che il paesaggio collinare è stato profondamente modellato dall'uomo nel corso del tempo a discapito della naturalità.

Attraverso le valutazioni svolte per il calcolo della Land capability, è emerso che alcuni suoli analizzati in corrispondenza delle postazioni eoliche mostrano delle ottime caratteristiche intrinseche, tali da poterli ricondurre alle classi migliori di capacità d'uso (I, II).

In particolare, i suoli dei siti WTG01, WTG02, WTG03, WTG07, interessati nel progetto ricadono in classe II di Land Capability con nulle o lievi criticità. I suoli delle stazioni WTG05 e WTG06

per vie delle lievi e moderate criticità sono stati invece inseriti rispettivamente II-III e III-IV classe a seguito dei volumi di pietrosità superficiale in elementi grossolani che rappresentano di fatto l'unico ostacolo alle comuni lavorazioni agricole. I suoli delle stazioni WTG 04, WTG 12, WTG 13 e WTG 16 ricadono in III classe di Land Capability mentre quelli dei siti WTG 09, WTG 10, WTG 11 e WTG 17 vengono collocati in IV classe. Le limitazioni sono imputabili sia ai caratteri stazionari quali pendenze rilevanti (ad es. 22% del WTG11), e sia ai caratteri intrinseci del suolo quali frequente pietrosità superficiale in elementi grossolani e, in modo particolare, ridotta profondità esplorabile dalle radici. Infine, i suoli della stazione WTG08 ricadono in VI classe di Land Capability a seguito della ridotta profondità utile alle radici (<40cm) e ai volumi di pietrosità superficiale in elementi grossolani riscontrati.

In totale le superfici agricole coinvolte dalla costruzione del futuro parco eolico corrispondono a circa 13,28 ettari.

Le piazzole di cantiere degli aerogeneratori insisteranno su una superficie di circa 8,6 ettari con una occupazione permanente di circa 3,3 ettari a ripristino avvenuto. La realizzazione delle nuove piste di servizio del parco eolico determina una sottrazione di suolo a seguito del cambio d'uso pari a circa 3,7 ettari, il resto della viabilità verrà realizzata attraverso l'adeguamento dei tracciati esistenti.

Per quanto riguarda l'occupazione di suolo, l'effetto previsto, benché riduca buona parte delle funzioni ecosistemiche nelle superfici interessate, non può essere considerato come irreversibile, in quanto le piste e le piazzole di servizio non saranno impermeabilizzate. Gli effetti diretti riconducibili a tali interventi riguarderebbero l'aumento della pietrosità, e indirettamente il grado di compattazione, originabile dal passaggio dei mezzi di servizio nell'arco della durata dell'impianto e infine la sottrazione di aree agricole.

Al contrario le superfici potenzialmente consumate, corrisponderanno a circa 1,2 ettari in seguito alla realizzazione delle fondazioni, dove risulta inevitabile l'impermeabilizzazione del suolo.

A fronte delle analisi effettuate, valutata l'occupazione di suolo ed avuto riguardo delle misure progettuali previste per assicurare il recupero integrale del top-soil nelle operazioni di ricomposizione ambientale al termine dei lavori, l'ottimale drenaggio e smaltimento delle acque superficiali intercettate dalle nuove opere stradali e dalle piazzole, si ritiene opportuno adottare le seguenti misure mitigative allo scopo di prevenire o limitare l'innescio di processi degradativi delle risorse pedologiche per la realizzazione degli interventi proposti:

- preventivamente alla fase di livellamento della viabilità e delle piazzole verrà effettuata la rimozione degli strati superficiali di terra vegetale, con abbancamento temporaneo nelle superfici adiacenti. Allo scopo di favorire il successivo recupero dei suoli il terreno vegetale sarà asportato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali evitando accuratamente rimescolamenti con strati di suolo profondo sterile o con altri materiali di risulta;
- l'asportazione degli strati superficiali di suolo sia effettuata con terreno "in tempera" attraverso l'uso di macchinari idonei al fine di minimizzare la miscelazione del terreno superficiale con gli strati profondi; gli orizzonti più fertili e superficiali saranno asportati e accumulati ordinatamente in aree idonee, prestando particolare attenzione alla direzione del vento dominante in modo da ridurre la potenziale dispersione eolica della frazione fine (particelle limo-argillose) del terreno;
- verrà evitato il rimescolamento di suoli appartenenti ad Unità di terra differenti in modo da mantenere il più possibile intatte le caratteristiche intrinseche dei suoli asportati. Pertanto, il successivo ricollocamento verrà predisposto in base all'Unità di Terra corrispondente da cui è stato rimosso.

- tutte le aree di accumulo del suolo vegetale saranno tenute lontane da impluvi e da superfici soggette da eccessivo dilavamento o erosione da parte delle acque di deflusso superficiale;
- al termine dei lavori di movimento terra si provveda al ricollocamento della terra vegetale precedentemente stoccata, con spandimento regolare ed omogeneo finalizzato alla ricostituzione dell'orizzonte A (orizzonte vegetale) del suolo.
- i sistemi di regolazione dei deflussi verranno costantemente mantenuti in efficienza e verrà garantita e monitorata la rapida ripresa della copertura vegetale nelle aree di cantiere oggetto di ripristino.
- a parziale compensazione degli effetti sui sistemi agricoli, funzionali a conseguire un miglioramento fondiario e favorire la prosecuzione delle attività agrarie nei lotti interessati dal progetto, la società proponente potrebbe attivarsi, previo accordo con i proprietari terrieri, per dar seguito ad operazioni di spietramento superficiale nelle superfici che ospiteranno le postazioni WTG06, WTG08 e WTG17. In totale il computo delle aree coinvolte ammonterebbe a circa 6 ettari ripartite rispettivamente in: 1,5 ettari nella stazione WTG06, 2 ettari nella stazione WTG08 e circa 2,5 ettari nella stazione WTG17.

Tali azioni permetterebbero di conseguire le finalità proposte dalla Commissione Europea in merito alle buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo.

11.3.1.3 *Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi*

La costruzione e l'esercizio di un impianto eolico non determina significative produzioni di rifiuti. Peraltro, in osservanza dei vigenti disposti normativi, una particolare attenzione dovrà essere posta alla gestione delle terre e rocce da scavo (la cui produzione complessiva sarà non trascurabile), massimizzandone il riutilizzo. Tali materiali originano, prevalentemente, dall'allestimento delle infrastrutture viarie e della fondazione dell'aerogeneratore. Le terre da scavo, in particolare, secondo quanto disciplinato dal D.Lgs. 152/06, sono escluse direttamente dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti e possono dunque essere riutilizzate nell'ambito delle attività di cantiere qualora siano riconducibili alla fattispecie di cui all'art. 185 D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. lett. c-bis "suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato".

Per l'indicazione dei quantitativi di terre e rocce da scavo che verosimilmente saranno prodotti nonché per l'illustrazione delle modalità di gestione previste si rimanda all'esame del Quadro di riferimento progettuale ed alle relazioni di progetto.

Quantunque si preveda una produzione di materiale di scavo in esubero rispetto alle esigenze costruttive del cantiere, in virtù delle buone caratteristiche geomeccaniche dei predetti materiali, gli stessi si prestano ad un riutilizzo a fini ingegneristici per la formazione di rilevati e riempimenti. A tal fine, pertanto, è ragionevole prevedere che gli stessi saranno gestiti in regime di rifiuto e destinati a processi di recupero in accordo con le procedure previste dal D.M. 05/02/1998, evitando conseguentemente lo smaltimento in discarica autorizzata.

Accanto alle suddette categorie di rifiuti, si stima la produzione di ulteriori quantitativi di residui, caratteristici dell'esercizio dei comuni cantieri edili, quali, solo per citarne alcuni: metalli, materiali a base di gesso, rifiuti di rivestimenti, adesivi, sigillanti e impermeabilizzanti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi.

I residui del processo produttivo, per un impianto eolico, sono estremamente limitati e riguardano principalmente gli oli minerali esausti. I rifiuti tipici risultanti dalle periodiche attività di manutenzione programmata degli impianti (generalmente biennali) o nell'ambito della riparazione di guasti si riferiscono alle seguenti tipologie:

Filtri dell'olio
Filtri dell'aria
Sigillanti
Pastiglie dei freni
Grassi lubrificanti
Oli di lavaggio
Contenitori esausti di oli e grassi
Imballaggi
Stracci
Accumulatori

Gli oli minerali sono contenuti principalmente nel moltiplicatore di giri e nella centralina idraulica di comando. La sostituzione degli olii, previa analisi chimica, è prevista con cadenza all'incirca quinquennale. Le operazioni di sostituzione saranno effettuate, all'occorrenza, da ditta specializzata attraverso la rimozione e la sostituzione del contenitore dell'olio dalla navicella a mezzo di una gru telescopica. Non si prevede dunque di eseguire alcun ripristino dei livelli o di approntare presso l'impianto alcuno stoccaggio di oli minerali vergini per il ricambio.

Le casse d'olio delle macchine eoliche sono, inoltre, progettate e realizzate in modo da consentire l'agevole svuotamento/riempimento senza che tali operazioni possano determinare potenziali rischi di sversamento al suolo. Le caratteristiche costruttive delle apparecchiature, inoltre, sono tali da escludere rischi di dispersioni all'esterno anche in caso di eventuali perdite accidentali.

11.3.1.4 Potenziali effetti sul patrimonio agroalimentare

Come evidenziato in precedenza, i territori comunali interessati dal progetto costituiscono gli areali di produzione di alcuni prodotti con marchio D.O.P ("Zafferano di Sardegna", "Carciofo spinoso di Sardegna", "Olio extravergine di oliva Sardegna"). Inoltre, il comune di Gergei rientra all'interno dei territori facenti parte del Distretto agro-alimentare di qualità del Sarcidano-Barbagia di Seulo: le Eccellenze agroalimentari e zootecniche dei Parchi Naturali della Sardegna. Sotto questo profilo, nel sottolineare come l'eolico sia una tecnologia collaudata ed ambientalmente sicura, nonché a bassissimo consumo di suolo - e pertanto pienamente compatibile con la prosecuzione delle pratiche agricole esercitate nei siti di installazione - deve rimarcarsi come le scelte progettuali siano state deliberatamente orientate ad escludere interferenze delle opere con le coltivazioni di pregio riconoscibili nell'agro dei territori comunali interessati dalle opere.

D'altro canto, la realizzazione dell'intervento prospetta l'ammodernamento e/o l'adeguamento geometrico della rete viaria rurale che sarà utilizzata nelle fasi di costruzione ed esercizio del parco eolico, con positivi riflessi sulla qualità della vita delle popolazioni interessate e, soprattutto, degli operatori agricoli locali.

Avuto riguardo del manifestarsi degli aspetti ambientali più sopra individuati, di seguito si esplicitano i principali effetti attesi sulla componente in fase di cantiere, di esercizio e dismissione degli aerogeneratori.

11.3.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi

11.3.2.1 Fase di cantiere

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.

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

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.10.

FATTORI DI IMPATTO	COMPONENTI AMBIENTALI	
	Unità pedologiche e qualità dei terreni	
Trasformazione ed occupazione di superfici	NLM	
Alterazione dei caratteri morfologici	NLB	
Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni	NLB	
Introduzione di strutture in elevazione	NLB	
Asportazione di vegetazione	NLB	

	Rev. BT	Rev. MT/LT	Irrev.
Negativo lieve	NLB	NLM	NLI
Negativo medio	NMB	NMM	NMI
Negativo alto	NAB	NAM	NAI
Impatto trascurabile	T		

Figura 11.10: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Suolo, uso del suolo, patrimonio agroalimentare" in fase di cantiere

11.3.2.2 Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, i potenziali impatti precedentemente evidenziati si affievoliscono sensibilmente, fino a risultare inavvertibili in taluni casi.

La fase di operatività della centrale eolica, infatti, non configura fattori di impatto significativi a carico della componente ambientale in esame, se si eccettua il pieno manifestarsi delle azioni agenti sulla fondazione degli aerogeneratori, a seguito dello sfruttamento dell'energia eolica ai fini della conversione in energia meccanica ed, infine, in energia elettrica.

Con tali presupposti possono ritenersi sostanzialmente trascurabili gli effetti sull'integrità delle Unità geomorfologiche, sulle Unità geopedologiche e sulla qualità dei suoli.

In relazione all'esigenza di esercitare un adeguato controllo sui processi erosivi in corrispondenza delle opere stradali e delle piazzole si rivelano centrali i seguenti accorgimenti, espressamente previsti dal progetto e dal presente SIA:

- sistematica manutenzione delle opere di drenaggio e canalizzazione dei deflussi;
- monitoraggio della vegetazione impiantata per finalità di ripristino ambientale in corrispondenza delle scarpate in scavo e in rilevato;
- eventuale adozione di appropriate azioni correttive (p.e. sostituzione delle fallanze) laddove si dovesse riscontrare un non ottimale attecchimento degli esemplari arborei e/o arbustivi messi a dimora.

Per quanto precede possono considerarsi **Trascurabili o nulli gli impatti a carico delle Unità pedologiche e geomorfologiche.**

11.3.2.3 Fase di dismissione

In tale fase di vita dell'opera, gli effetti sulle componenti geologico-geotecniche e sulle caratteristiche dei suoli subiranno un generale decadimento fino a diventare **Trascurabili o nulli**. Ciò in conseguenza:

- dell'eliminazione dei principali carichi gravanti sui terreni (aerogeneratori);
- dell'asportazione, laddove richiesto, di materiali inerti di riporto utilizzati per la costruzione di strade e l'allestimento delle piazzole;
- del ripristino della coltre di copertura pedologica superficiale attraverso l'impiego di suoli con caratteristiche granulometriche ed edafiche compatibili con quelle naturalmente presenti nei siti di intervento. Tali azioni assicureranno la rapida colonizzazione delle superfici da parte della vegetazione spontanea.

11.3.3 Eventuali effetti sinergici

Considerata la modesta occupazione permanente di superfici che contraddistingue gli interventi in progetto, unitamente all'assenza di significativi interventi di sviluppo infrastrutturale nel contesto in esame, approvati o in fase di realizzazione, si ritiene che i fattori di impatto più sopra individuati siano debolmente sinergici rispetto a processi naturali o antropici all'origine di potenziali fenomeni di alterazione qualitativa della componente in esame.

11.3.4 Misure di mitigazione previste

Le misure di mitigazione individuate dal Progetto definitivo e dal presente SIA assumono di frequente un carattere trasversale, andando ad incidere con diversa efficacia, su molteplici fattori di impatto potenziali prefigurati dall'installazione ed esercizio degli aerogeneratori. Nel seguito sono individuati quelli di preminente interesse in rapporto all'esigenza di realizzare un appropriato contenimento e controllo dei fattori di impatto più sopra individuati a carico della componente Suolo e sottosuolo.

Trasformazione ed occupazione di superfici

Ai fini di limitare al minimo la sottrazione di superfici funzionali alla costruzione ed esercizio degli aerogeneratori, il progetto ha previsto alcuni efficaci accorgimenti, in coerenza con le buone pratiche di progettazione delle centrali eoliche:

- scelta di una geometria di piazzola calibrata in funzione delle caratteristiche morfologiche e di copertura del suolo, al fine minimizzare le azioni di trasformazione sui substrati di imposta delle opere;
- contenimento delle superfici permanentemente occupate dalle piazzole di macchina attraverso il recupero ambientale (rivegetazione) delle aree di cantiere;
- privilegiare, ove ciò sia fattibile rispetto ai fattori tecnici condizionanti il posizionamento delle turbine (presenza di vincoli ambientali, confini dei poderi agricoli, rispetto di interdistanze tra le turbine, rispetto di distanze dalle strade e dai fabbricati, ecc.), la collocazione delle postazioni di macchina in corrispondenza di aree a conformazione regolare al fine di limitare, tra l'altro, gli ingombri di scarpate in scavo e/o in rilevato.

Destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni

Con particolare riferimento alle postazioni eoliche ubicate in prossimità di pendii, il fattore di impatto in esame, associato alla realizzazione delle piazzole e delle nuove strade di accesso alle stesse, potrà essere mitigato e/o compensato prevedendo che:

- preventivamente alla fase di livellamento della viabilità e delle piazzole sia effettuata la rimozione degli strati superficiali di terra vegetale, con abbancamento temporaneo nelle superfici adiacenti. Allo scopo di favorire il successivo recupero dei suoli agrari, il terreno vegetale sarà asportato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali evitando accuratamente rimescolamenti con strati di suolo profondo sterile o con altri materiali di risulta;
- l'asportazione degli strati superficiali di suolo sia effettuata con terreno "in tempera" attraverso l'uso di macchinari idonei al fine di minimizzare miscelazione del terreno superficiale con gli strati profondi; gli orizzonti più fertili e superficiali saranno asportati e accumulati ordinatamente in aree idonee, prestando particolare attenzione alla direzione del vento dominante in modo da ridurre la potenziale dispersione eolica della frazione fine (particelle limo-argillose) del terreno;
- tutte le aree di accumulo del suolo vegetale saranno tenute lontane da micro-impluvi e da superfici soggette da eccessivo dilavamento o erosione da parte delle acque di deflusso superficiale;
- al termine dei lavori di movimento terra si provveda al ricollocamento della terra vegetale precedentemente stoccata, con spandimento regolare ed omogeneo finalizzato alla ricostituzione dell'orizzonte Ap (orizzonte agrario) del suolo, in quanto strato fertile nuovamente coltivabile;
- i sistemi di regolazione dei deflussi siano costantemente mantenuti in efficienza e che sia garantita e monitorata la rapida ripresa della copertura vegetale nelle aree di cantiere oggetto di ripristino.

Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi

La fase di costruzione di un parco eolico non origina rischi specifici a carico della qualità delle matrici ambientali suolo e acque superficiali/sotterranee, differenti rispetto a quelli di un ordinario cantiere funzionale alla costruzione di opere infrastrutturali quali strade, linee elettriche o, più in generale, sottoservizi.

Le azioni orientate alla prevenzione degli eventi incidentali suscettibili di incidere sulla qualità dei terreni e delle acque durante la fase di costruzione e dismissione dell'opera possono ricondursi alle seguenti buone pratiche, di norma adottate nei cantieri edili anche in osservanza di specifici adempimenti normativi.

Nell'ambito delle ordinarie attività gestionali del parco eolico – comprendenti le ordinarie operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria - gli accorgimenti orientati alla prevenzione degli sversamenti accidentali di contaminanti sul suolo saranno sostanzialmente analoghi a quelli previsti nella fase di costruzione, con riferimento in particolare ai seguenti aspetti:

- Depositi e gestione dei materiali
- Gestione dei rifiuti di cantiere
- Gestione delle eventuali acque di lavorazione.

Modalità operative generali

I rifornimenti di carburante e di lubrificante ai mezzi meccanici dovranno essere effettuati su pavimentazione impermeabile (da rimuovere al termine dei lavori), con rete di raccolta, allo

scopo di raccogliere eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa. Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili dovrà essere garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto adottando apposito protocollo. Dovrà essere controllata la tenuta dei tappi dal bacino di contenimento delle cisterne mobili ed evitare le perdite per traboccamento provvedendo a periodici svuotamenti. Si procederà a controllare sistematicamente i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi.

Le perforazioni e getti di calcestruzzo in prossimità di eventuali falde idriche sotterranee dovranno avvenire a seguito di preventivo intubamento ed isolamento del cavo al fine di evitare la dispersione in acque sotterranee del cemento e di altri additivi.

Ove siano impiegati oli disarmanti nella costruzione, la scelta sarà orientata su prodotti biodegradabili e atossici.

Gestione acque meteoriche dilavanti

La gestione delle acque dilavanti dovrà avvenire in accordo con le seguenti procedure:

- nelle porzioni di cantiere eventualmente pavimentate, predisporre sistemi di regimazione delle acque meteoriche non contaminate, per evitare il ristagno delle stesse, ed acquisire specifica autorizzazione per lo scarico delle acque meteoriche dilavanti rilasciata dall'ente competente;
- realizzare un sistema di regimazione perimetrale dell'area di cantiere che limiti l'ingresso delle acque dalle aree esterne al cantiere stesso, durante l'avanzamento dei lavori, compatibilmente con lo stato dei luoghi;
- limitare le operazioni di rimozione della copertura vegetale e del suolo allo stretto necessario, avendo cura di contenerne la durata per il minor tempo possibile in relazione alle necessità di svolgimento dei lavori;
- in caso di versamenti accidentali, circoscrivere e raccogliere il materiale ed effettuare la comunicazione di cui all'art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006.

Gestione acque di lavorazione

Per le acque di lavorazione (p.e. quelle derivanti dal lavaggio betoniere, dai lavar ruote, dal lavaggio delle macchine e delle attrezzature) le stesse dovranno essere gestite nei seguenti due modi:

- come acque reflue industriali, ai sensi della Parte Terza del D.Lgs. n. 152/2006, qualora si preveda il loro scarico in acque superficiali o fognatura, per il quale ottenere la preventiva autorizzazione dall'ente competente. In tal caso dovrà essere previsto un collegamento stabile e continuo fra i sistemi di raccolta delle acque reflue, gli eventuali impianti di trattamento ed il recapito finale che deve essere preceduto da pozzetto di ispezione;
- come rifiuti, ai sensi della Parte Quarta del D.Lgs. n. 152/2006, qualora sia ritenuto opportuno smaltirli o inviarli a recupero come tali.

Terre e rocce da scavo

Nella gestione delle terre e rocce da scavo in attesa di riutilizzo saranno adottate le seguenti modalità gestionali:

- effettuare lo stoccaggio in cumuli presso aree di deposito appositamente dedicate;
- identificare i cumuli con adeguata segnaletica, che ne indichi la tipologia, la quantità, la provenienza e l'eventuale destinazione di utilizzo;

- gestire i cumuli di terre e rocce da scavo in modo da evitare il dilavamento degli stessi, il trascinarsi di materiale solido da parte delle acque meteoriche e la dispersione in aria delle polveri, ad esempio con copertura o inerbimento e regimazione delle aree di deposito;
- isolare dal suolo il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo eventualmente frammiste a materiali contaminanti e gestirle in regime di rifiuto;
- assicurarsi che la gestione dei depositi delle terre e rocce da scavo non arrechi impatti nei terreni non oggetto di costruzione;
- stoccare il terreno vegetale di scotico in cumuli non superiori ai 2 m di altezza, per conservarne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche in modo da poterlo poi riutilizzare nelle opere di recupero ambientale dell'area dopo lo smantellamento del cantiere; per stoccaggi di durata superiore ai 2 anni si raccomanda l'inerbimento del cumulo.

Depositi e gestione dei materiali

Per le materie prime, le varie sostanze utilizzate, i rifiuti ed i materiali di recupero saranno attuate modalità di stoccaggio e di gestione che garantiscano la separazione netta fra i vari cumuli o depositi. Ciò al fine di evitare sprechi, spandimenti e perdite incontrollate dei suddetti materiali in un'ottica di adeguata conservazione delle risorse e di rispetto per l'ambiente.

In particolare, si procederà a:

- depositare sabbie, ghiaie, cemento e altri inerti da costruzione in modo da evitare spandimenti nei terreni non oggetto di costruzione e nel reticolo di allontanamento delle acque meteoriche;
- stoccare prodotti chimici, colle, vernici, pitture di vario tipo, oli disarmanti ecc. in condizioni di sicurezza, evitando un loro deposito sui piazzali a cielo aperto;
- assicurare che in cantiere siano presenti le schede di sicurezza di tali materiali;
- separare nettamente i materiali e le strutture recuperate, destinati alla riutilizzazione all'interno dello stesso cantiere, dai rifiuti da allontanare.

Gestione dei rifiuti di cantiere

La gestione dei rifiuti di cantiere avverrà in accordo con le seguenti modalità:

- le varie tipologie di rifiuto da allontanare dal cantiere saranno raggruppate in aree di deposito temporaneo, appositamente allestite;
- all'interno di dette aree i rifiuti saranno depositati in maniera separata per codice CER e stoccati secondo normativa o norme di buona tecnica atte ad evitare impatti sulle matrici ambientali (in aree di stoccaggio o depositi preferibilmente al coperto con idonee volumetrie e avvio periodico a smaltimento/recupero).
- saranno predisposti contenitori idonei, per funzionalità e capacità, destinati alla raccolta differenziata dei rifiuti assimilabili agli urbani mettendo in atto accorgimenti atti ad evitarne la dispersione eolica. I diversi materiali dovranno essere identificati da opportuna cartellonistica ed etichettati come da normativa in caso di rifiuti contenenti sostanze pericolose.
- saranno gestiti in regime di rifiuto tutti i materiali di demolizione, i residui fangosi del lavaggio betoniere, del lavaggio ruote, e di qualsiasi trattamento delle acque di lavorazione: come tali saranno trattati ai fini della raccolta, deposito o stoccaggio

recupero/riutilizzo o smaltimento ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006, lasciando possibilmente come residuale questa ultima operazione.

- al fine della corretta gestione dei rifiuti le maestranze dell'Impresa e delle ditte che operano saltuariamente all'interno del cantiere saranno messe a conoscenza, formalmente, delle suddette modalità di gestione.

Ripristino delle aree di cantiere

Il ripristino delle aree di cantiere dovrà assicurare:

- la verifica preliminare dello stato di eventuale contaminazione del suolo e successivo risanamento dei luoghi;
- il ricollocamento del terreno vegetale accantonato in precedenza;
- il ripristino della preesistente rete di deflusso superficiale allo scopo di favorire lo scorrimento e l'allontanamento delle acque meteoriche;
- il ripristino della preesistente copertura vegetale.

Durante la dismissione delle aree di cantiere (compresi gli interventi temporanei sulla viabilità esistente e la dismissione di piste provvisorie di servizio) ai fini del ripristino ambientale, dovrà essere rimossa completamente qualsiasi opera, terreno o pavimentazione impermeabile (unitamente al suo sottofondo) utilizzata per l'installazione. La gestione di tali materiali dovrà avvenire secondo normativa vigente di gestione dei rifiuti.

11.4 GEOLOGIA

11.4.1 *Principali fattori a carico della componente*

Gli impatti potenziali sulla componente scaturiscono principalmente dal manifestarsi dei seguenti fattori causali di impatto, di seguito analizzati.

- Alterazione dei caratteri morfologici;
- Rischi di destabilizzazione geotecnica.

11.4.1.1 *Alterazione dei caratteri morfologici*

Come accennato in precedenza, l'installazione degli aerogeneratori e delle opere accessorie funzionali al loro esercizio (strade, piazzole di macchina, elettrodotti interrati) comporta inevitabilmente, oltre ad un'occupazione di superfici, anche una modificazione morfologica dei luoghi interessati.

Le tavole grafiche di progetto documentano in modo circostanziato le modifiche morfologiche e l'entità dei movimenti di terra previsti a seguito della realizzazione degli interventi.

Il profilo altimetrico delle livellette stradali si sviluppa prevalentemente in aderenza con il terreno in posto, a meno dei brevi tratti di raccordo con la quota di spianamento delle piazzole degli aerogeneratori.

Le alterazioni morfologiche principali riguarderanno l'allestimento delle piazzole di cantiere, comportanti l'esigenza di disporre di ampi spazi livelli temporanei per lo stoccaggio e l'assemblaggio dei componenti degli aerogeneratori.

Inoltre, la mirata calibrazione degli interventi di rinverdimento e stabilizzazione delle pareti in rilevato, consentirà una efficace integrazione degli interventi sotto il profilo ecologico e percettivo.

11.4.1.2 *Rischi di destabilizzazione geotecnica dei terreni*

In primo luogo, va ribadito come, dal punto di vista geomorfologico, nelle aree di ubicazione degli aerogeneratori non si ravvisino fenomeni franosi, né quiescenti né in atto. I versanti appaiono stabili e non si rilevano su di essi fenomeni di dissesto.

La configurazione pianeggiante dell'area di intervento, associata all'assenza di fattori potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia, favorisce diffuse condizioni di stabilità morfologica.

La configurazione planoaltimetria ed orografica del settore e la posizione dei singoli aerogeneratori su contesti pianeggianti associati all'assenza di fattori potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia, favorisce inoltre diffuse condizioni di stabilità morfologica dei luoghi.

Non si prevede altresì che l'evoluzione morfodinamica naturale delle aree coinvolte possa in qualche modo compromettere la funzionalità delle opere per dissesti di tipo idraulico in quanto i siti di intervento ricadono in posizioni prive di pericolosità da inondazione/allagamento. Non si ritiene inoltre che gli interventi da realizzare, compresa la viabilità di servizio e gli scavi per i cavidotti, possano alterare le attuali dinamiche di deflusso superficiale, non trovandosi gli stessi in corrispondenza di elementi del reticolo idrografico o in prossimità dei principali corsi d'acqua.

Alla luce delle suddette constatazioni non si ravvisano criticità che possano predisporre il sito di intervento a fenomeni di denudazione o erosione accelerata da parte delle acque di scorrimento superficiale, crolli o frane innescate dall'arretramento dei versanti, o che alterazioni del tracciato o del regime dei corsi d'acqua, sovraescavazioni in alveo, anche in ragione della posizione ininfluyente rispetto al reticolo idrografico.

Si ritiene, in definitiva, che il progetto non configuri rischi per la componente in esame fatta salva l'esigenza di acquisire, come previsto, riscontri diretti attraverso l'esecuzione di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche che dovranno obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione esecutiva.

11.4.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi

11.4.2.1 Fase di cantiere

Destabilizzazione geotecnica dei substrati

Anche in questo caso, 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-tecniche, 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 obbligata.

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.

In ragione di quanto sopra, la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Geologia" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.11.

FATTORI DI IMPATTO	COMPONENTI AMBIENTALI		Rev. BT	Rev. MT/LT	Irrev.
	Unità Litologiche e geomorfologiche	Unità geologico-tecniche			
Trasformazione ed occupazione di superfici	NLM	T	NLB	NLM	NLI
Alterazione dei caratteri morfologici	NLB	NLB	NMB	NMM	NMI
Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni	NLB	NLB	NAB	NAM	NAI
Introduzione di strutture in elevazione	T	NLB	T		

Figura 11.11: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Geologia" in fase di cantiere

11.4.2.2 Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, i potenziali impatti precedentemente evidenziati si affievoliscono sensibilmente, fino a risultare inavvertibili in taluni casi.

La fase di operatività della centrale eolica, infatti, non configura fattori di impatto significativi a carico della componente ambientale in esame, se si eccettua il pieno manifestarsi delle azioni agenti sulla fondazione degli aerogeneratori, a seguito dello sfruttamento dell'energia eolica ai fini della conversione in energia meccanica ed, infine, in energia elettrica.

Con tali presupposti possono ritenersi sostanzialmente trascurabili gli effetti sull'integrità delle Unità geomorfologiche.

In relazione all'esigenza di esercitare un adeguato controllo sui processi erosivi in corrispondenza delle opere stradali e delle piazzole si rivela centrale la sistematica manutenzione delle opere di drenaggio e canalizzazione dei deflussi.

Per quanto precede possono considerarsi **Trascurabili o nulli** gli impatti a carico delle Unità geomorfologiche mentre permangono di entità **Lieve** gli effetti a carico delle Unità geologico-geotecniche interessate.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di esercizio, attesi sulla componente "Geologia" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.12.

FATTORI DI IMPATTO	COMPONENTI AMBIENTALI	Geologia		Gravità	Rev. BT	Rev. MT/LT	Irrev.
		Unità Litologiche e geomorfologiche	Unità geologico-tecniche		NLB	NLM	NLI
Introduzione di strutture in elevazione		Unità Litologiche e geomorfologiche	Unità geologico-tecniche	Negativo lieve	NLB	NLM	NLI
				Negativo medio	NMB	NMM	NMI
		Negativo alto	NAB	NAM	NAI		
		Im patto trascurabile	T				

Figura 11.12: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Geologia" in fase di esercizio

11.4.2.3 Fase di dismissione

Valgono le medesime considerazioni riportate al paragrafo relativo alla fase di cantiere.

11.4.3 Misure di mitigazione previste

Alterazione dei caratteri morfologici

Allo scopo di mitigare il fattore di impatto, in fase di recupero ambientale sono previste una serie di azioni orientate al consolidamento e rinverdimento delle superfici utilizzate in fase di cantiere, con particolare riferimento alle scarpate in scavo e rilevato, ed a favorire la ripresa della vegetazione erbaceo/arbustiva naturale.

Tali interventi possono ricondursi indicativamente ai seguenti:

- ricoprimento con terreno vegetale preventivamente asportato ed accantonato;
- eventuale rivegetazione con essenze arbustive spontanee.

11.5 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

11.5.1 Principali fattori di impatto a carico dell'ambiente idrico

11.5.1.1 Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi superficiali

Gli aerogeneratori in progetto sono tutti localizzati in corrispondenza di aree entro le quali, in virtù dell'esistente assetto morfologico, non è ravvisabile alcun rischio idraulico. Trattasi, infatti, di ambiti in corrispondenza di spartiacque e/o a quote sensibilmente più elevate rispetto a quelle degli alvei dei più prossimi sistemi di deflusso incanalato.

Il posizionamento delle turbine, nonché la realizzazione di nuova viabilità, a debita distanza dai principali impluvi o alvei dei corsi d'acqua, contribuisce, inoltre, ad attenuare ogni interferenza del progetto con il sistema idrografico locale.

Riguardo gli aspetti idrogeologici, la predominanza di terreni/rocce a prevalente componente argillo-marnosa contraddistinte da permeabilità da nulla a molto bassa, consente di escludere qualsiasi interazione tra scavi e flussi idrici sotterranei se non con quelli temporanei dovuti a particolari condizioni meteorologiche (piogge intense) capaci di saturare la coltre eluvio-colluviale e lo strato di alterazione della roccia.

La configurazione planaltimetria ed orografica del settore e la posizione dei singoli aerogeneratori sulla sommità di dorsali morfologiche ben modellate o su pendio a modesta pendenza associate all'assenza di fattori potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia, favorisce inoltre diffuse condizioni di stabilità morfologica dei luoghi.

Non si prevede altresì che l'evoluzione morfodinamica naturale delle aree coinvolte possa in qualche modo compromettere la funzionalità delle opere per dissesti di tipo idraulico in quanto i siti di intervento ricadono in posizioni prive di pericolosità da inondazione/allagamento. Non si ritiene inoltre che gli interventi da realizzare, compresa la viabilità di servizio e gli scavi per i cavidotti, possano alterare le attuali dinamiche di deflusso superficiale, non trovandosi gli stessi in corrispondenza di elementi del reticolo idrografico o in prossimità dei principali corsi d'acqua.

11.5.1.2 Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi sotterranei

Come evidenziato in sede di descrizione della componente (paragrafo 3.3), si può escludere la presenza di una circolazione idrica sotterranea nell'area di intervento perlomeno alle profondità previste in progetto per la realizzazione delle opere fondali degli aerogeneratori; per cui la realizzazione degli scavi e degli sbancamenti avverrà senza interazione alcuna con flussi idrici interni all'ammasso roccioso.

11.5.1.3 Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi

Al riguardo si rimanda a quanto già riportato a proposito della componente ambientale Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare (cfr. par. 11.3.1.3).

11.5.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi

11.5.2.1 Fase di cantiere

Effetti sull'idrografia e sulla qualità delle acque superficiali

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.

Per quanto riguarda le acque superficiali, come più sopra espresso, 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.

Effetti sui sistemi idrogeologici e sulla qualità delle acque sotterranee

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.

L'impronta della fondazione degli aerogeneratori andrà a costituire localmente un'area poco permeabile, che tuttavia, in virtù della forma tronco-conica del suo estradosso, permetterà la filtrazione delle acque meteoriche verso il basso, impedendone la stagnazione e non ostacolando la ricarica delle acque sotterranee.

In ogni caso, l'impatto sull'assetto idrogeologico è da considerarsi praticamente nullo, considerando la trascurabile superficie occupata dalle fondazioni in rapporto all'estensione del bacino idrogeologico di riferimento, tale da escludere ogni apprezzabile modificazione delle dinamiche di deflusso sotterraneo.

Visti gli esili spessori e i caratteri di discontinuità della copertura detritica riscontrata, si esclude anche la possibilità di formazione di accumuli idrici di tipo freatico degni di nota se non quelli strettamente legati alla infiltrazione delle acque zenitali in occasione di precipitazioni abbondanti.

Dalle informazioni ricavate si può quindi escludere la presenza di una circolazione idrica sotterranea nell'area di intervento perlomeno alle profondità previste in progetto per la realizzazione delle opere fondali degli aerogeneratori; per cui la realizzazione degli scavi e degli sbancamenti avverrà senza interazione alcuna con flussi idrici interni all'ammasso roccioso.

Durante la fase di realizzazione delle opere, l'accidentale dispersione di inquinanti, come olii e carburanti dai macchinari utilizzati per i lavori, in assenza di adeguato controllo, potrebbe localmente arrecare pregiudizio alla qualità dei substrati. A tal riguardo si può asserire che tale rischio sia estremamente basso, in virtù delle considerazioni già esposte al paragrafo 11.3.2.1 a proposito della componente Suolo e sottosuolo.

Per tutto quanto precede, si può ritenere che l'impatto degli interventi sull'assetto idrogeologico locale sia, al più, di entità Lieve e reversibile nel breve periodo.

11.5.2.2 Fase di esercizio

In virtù delle caratteristiche costruttive e di funzionamento dei moderni aerogeneratori è ragionevole escludere che l'ordinario esercizio dell'impianto configuri rischi concreti di decadimento della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Ogni evento accidentale associato alla perdita di fluidi potenzialmente inquinanti all'esterno dell'aerogeneratore è da ritenersi, infatti, un'eventualità estremamente improbabile considerato che:

- tutte le parti meccaniche ed il trasformatore di macchina sono alloggiati entro involucri a tenuta stagna o bacini di contenimento;
- le turbine saranno sistematicamente sottoposte a verifiche affinché siano assicurati un ottimale funzionamento ed i più alti livelli di servizio;
- ogni eventuale anomalia di funzionamento eventualmente imputabile a disfunzioni nei circuiti di lubrificazione del generatore elettrico e raffreddamento delle componenti elettromeccaniche sarà tempestivamente segnalata dal sistema di controllo da remoto, consentendo un rapido intervento degli addetti alla manutenzione.

Analogamente a quanto evidenziato a proposito della fase di cantiere, l'appropriato posizionamento degli aerogeneratori, nonché la realizzazione di nuova viabilità, a debita distanza dai principali impluvi o alvei dei corsi d'acqua, contribuisce, infine, ad attenuare ogni apprezzabile interferenza del progetto con i processi di deflusso di carattere diffuso o incanalato.

Per quanto riguarda gli attraversamenti idrici dei cavidotti interrati, come detto, essi saranno progettati in modo da salvaguardare il libero deflusso delle acque superficiali.

In virtù di quanto precede ogni potenziale interferenza con i sistemi idrici superficiali e sotterranei in fase di esercizio è da ritenersi Trascurabile.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Acque superficiali e sotterranee" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.13.

		COMPONENTI AMBIENTALI			Rev. BT	Rev. MT/LT	Irrev.
		Unità idrogeologiche	Unità idrologiche	NLB	NLM	NLI	
FATTORI DI IMPATTO	Interazioni con la dinamica dei deflussi superficiali	Negativo lieve		NLB	NLM	NLI	
		Negativo medio		NMB	NMM	NMI	
		Negativo alto		NAB	NAM	NAI	
		Im patto trascurabile		T			

Figura 11.13: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Acque superficiali e sotterranee" in fase di cantiere

11.5.2.3 Fase di dismissione

Per quanto espresso a proposito della fase di cantiere, le operazioni di smantellamento dell'impianto e delle infrastrutture accessorie, laddove ciò si renderà necessario, non configurano impatti apprezzabili sui sistemi idrologici superficiali e sotterranei.

Il processo di dismissione, infatti, presuppone l'esecuzione di attività del tutto simili a quelle di costruzione. Una particolare attenzione dovrà, in ogni caso, essere prestata alla bonifica e messa in sicurezza delle apparecchiature elettromeccaniche installate nell'aerogeneratore preventivamente al loro disassemblaggio, al fine di escludere accidentali rilasci di fluidi all'esterno.

11.5.3 Eventuali effetti sinergici

Nelle aree di intervento non si ravvisano altri fattori di impatto significativi, potenzialmente cumulabili con quelli di cui trattasi, riferibili ad iniziative infrastrutturali in corso di realizzazione o approvate.

11.5.4 Misure di mitigazione previste

11.5.4.1 Interferenza con il regime idrico superficiale

Per quanto espresso sopra, è ragionevole escludere che la realizzazione ed esercizio dell'impianto configuri rischi concreti di decadimento della qualità dei corpi idrici superficiali o alterazione delle preesistenti dinamiche di deflusso superficiale o incanalato.

In fase costruttiva, l'impatto riconducibile all'accidentale dispersione di inquinanti come olii o carburanti verso i compluvi naturali, può considerarsi trascurabile laddove siano rigorosamente adottati criteri di buona tecnica e macchinari in buono stato di manutenzione.

Al fine di minimizzare il contatto tra le acque di corrivazione e le principali aree di lavorazione, durante la fase di realizzazione delle opere di fondazione saranno attuati tutti gli accorgimenti volti a limitare qualsiasi forma di richiamo delle acque di ruscellamento verso gli scavi.

In fase di esercizio, in particolare, il potenziale impatto sui sistemi idrici è da considerarsi del tutto trascurabile, laddove siano osservate le indispensabili procedure di monitoraggio e controllo degli impianti e/o le più appropriate pratiche comportamentali nell'ambito degli ordinari processi di gestione operativa dell'impianto eolico, per prassi adottate dalla società proponente presso le proprie installazioni.

Per quanto attiene agli elettrodotti interrati, gli stessi sono stati progettati in modo tale da salvaguardare il libero deflusso delle acque superficiali, senza alterare la conformazione degli alvei o compluvi attraversati.

11.5.4.2 Interferenza con il regime idrico sotterraneo

Considerata la bassa significatività del fattore di impatto, unitamente alla sua trascurabile probabilità di manifestarsi, in rapporto alle caratteristiche ed alla vulnerabilità complessiva della componente ambientale delle risorse idriche sotterranee dell'ambito in esame, non si prevedono specifiche misure di mitigazione.

11.6 ATMOSFERA

11.6.1 Principali fattori di impatto (positivi e/o negativi) a carico della componente

11.6.1.1 Produzione di energia da fonte rinnovabile (F. Positivo)

Come riportato nelle varie sezioni dello SIA, la presente proposta progettuale si inserisce in un quadro programmatico-regolatorio, dal livello internazionale a quello regionale, di impulso sostenuto allo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili (FER). La produzione energetica da fonte eolica, così come dalle altre fonti rinnovabili, configura, infatti, numerosi benefici di carattere socio-economico ed ambientale, misurabili in termini di efficacia dell'azione di contrasto ai cambiamenti climatici, miglioramento della qualità dell'aria, tutela della biodiversità ed, in ultima analisi, della salute pubblica. Tali innegabili aspetti ambientali positivi della produzione energetica da FER, ai fini della definizione delle politiche energetiche su scala nazionale e globale, sono contabilizzate economicamente dagli organismi preposti in termini di esternalità negative evitate attribuibili alla produzione energetica da fonte convenzionale.

11.6.1.2 Emissione di polveri e inquinanti atmosferici da movimento di automezzi su scala locale e micro-locale (F. Negativo)

La fase di cantiere, analogamente a quanto riscontrabile per qualunque sito costruttivo di interventi infrastrutturali a rete, sarà all'origine, in particolare durante i periodi secchi, dell'emissione di polveri a seguito della realizzazione delle opere civili e di approvvigionamento dei materiali da costruzione.

Tenuto conto delle caratteristiche geomeccaniche dei substrati di sedime dell'impianto, le operazioni di scavo potranno avvenire attraverso l'impiego di mezzi meccanici o con l'ausilio di martelli demolitori pneumatici. Sarà previsto, inoltre, l'impiego di un frantoio mobile per la riduzione granulometrica del materiale roccioso scavato e successivo reimpiego del materiale frantumato nell'ambito del processo costruttivo per formazione di sottofondi e rilevati.

Da quanto detto emerge come le principali sorgenti di emissione di polveri siano riconducibili, prevalentemente, alle seguenti cause e/o attività elementari:

- attività di perforazione per la realizzazione di sondaggi geognostici;
- asportazione della coltre pedologica;
- apertura di piste e piazzali;
- scavo con mezzi meccanici o con martellone;
- stoccaggio temporaneo del materiale di scavo;
- movimentazione e caricamento su camion dei materiali.

Nel seguito, l'aspetto delle emissioni gassose da traffico veicolare associato all'operatività del cantiere è preso in esame per completezza di trattazione, potendosi considerare un fattore scarsamente significativo in rapporto alla stima degli effetti sulla qualità dell'aria che caratterizza il territorio di interesse. Considerato il limitato numero di mezzi pesanti che quotidianamente saranno impegnati nel processo costruttivo (si stimano al massimo circa 120 trasporti/d in andata e ritorno), ogni effetto sulla qualità dell'aria può ritenersi ragionevolmente di bassa entità, temporaneo (può manifestarsi indicativamente dalle 07:00 alle 17:00, ossia nell'orario di lavoro) nonché reversibile nel breve termine. Le prassi di analisi e valutazione ambientale consolidate, in tal senso, inducono a ritenere tali impatti meritevoli di una appropriata quantificazione allorquando gli interventi da realizzare sottendano un apprezzabile flusso continuato di veicoli in orario diurno e notturno, come nel caso dei progetti di nuove

strade di scorrimento urbane, importanti strade extraurbane o, ancora, attività industriali che presuppongano un flusso continuato di automezzi (p.e. attività estrattive).

11.6.2 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale

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'esafluoruro 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 2015⁶, 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/kWh⁷.

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 11.10.

Tabella 11.10 – 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

11.6.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale o sovralocale

11.6.3.1 Fase di costruzione

Durante il periodo di costruzione dell'impianto, a seguito delle operazioni di approntamento delle opere accessorie, funzionali all'esercizio degli aerogeneratori, nonché delle attività di trasporto delle attrezzature e dei materiali, da e verso il cantiere, potrà configurarsi un locale e

⁶ ISPRA, 2015. Fattori di emissione atmosferica di CO₂ e sviluppo delle fonti rinnovabili del settore elettrico

⁷ PEARS 2016 (https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20160129120346.pdf)

lieve decadimento della qualità dell'aria da attribuire alle predette forme di impatto, peraltro caratteristiche di qualunque cantiere edile:

- emissione di polveri in atmosfera;
- incremento delle emissioni da traffico veicolare.

All'origine delle emissioni di polveri, in particolare, saranno tutte le attività di movimento terra e lavorazione dei materiali quali: lavori di scavo, sbancamento e rinterro per la realizzazione di fondazioni e piazzole temporanee; lavori di scavo e rinterro per la posa dei cavidotti; scavi di sbancamento e/o regolarizzazione della viabilità di impianto, nuova o da adeguare; movimentazione e stoccaggio provvisorio di materiali (rocce, terre, suolo vegetale); riduzione granulometrica.

Il principale indicatore atto a descrivere la significatività dell'aspetto ambientale correlato all'emissione di polveri è certamente il tempo associato alle lavorazioni più problematiche, quali lo scavo delle fondazioni, l'apertura di nuove strade o lo scavo e rinterro dei cavidotti (vedasi Elaborato WGG_RC8_Cronoprogramma degli interventi).

La limitata durata delle fasi di lavorazione unitamente, alla scarsa densità insediativa delle aree interessate dai lavori ed alla distanza delle principali aree di lavorazione (piazzole) dai più prossimi edifici abitativi, consentono ragionevolmente di ritenere che la significatività del fenomeno di dispersione di polveri sarà alquanto limitata.

Riguardo alle emissioni derivanti dall'incremento del traffico possono anch'esse ritenersi estremamente contenute, soprattutto in considerazione del modesto movimento di automezzi giornaliero necessario all'approvvigionamento della componentistica delle macchine eoliche e dei materiali edili nonché dei movimenti terra previsti all'interno del cantiere.

Sotto il profilo spaziale, l'emissione di polveri da attività di cantiere esercita i suoi effetti ambientali principali entro distanze di poche centinaia di metri dalle zone di lavorazione. Alquanto più contenuta, per contro, sarà l'area di influenza significativa in merito alla diffusione spaziale di inquinanti da traffico, in ragione del limitato numero di mezzi operativi previsti.

In definitiva, considerata la prevista articolazione del cantiere secondo interventi puntuali o lineari progressivi, unitamente all'adozione delle misure di mitigazione più oltre individuate, i predetti fattori casuali di impatto, e conseguentemente i relativi effetti ambientali, sono da ritenersi adeguatamente controllabili, di modesta entità e totalmente reversibili a conclusione del processo costruttivo.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di cantiere, attesi sulla componente "Atmosfera" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.14.

FATTORI DI IMPATTO	COMPONENTI AMBIENTALI	Qualità dell'aria a livello locale		Cambiamenti climatici	
Emissione diffusa di polveri		NLB			
Emissioni da mezzi e attrezzature in fase di cantiere		NLB			
Incremento del traffico veicolare		NLB			

	Rev. BT	Rev. MT/LT	Irrev.
Negativo lieve	NLB	NLM	NLI
Negativo medio	NMB	NMM	NMI
Negativo alto	NAB	NAM	NAI

Figura 11.14: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Atmosfera" in fase di cantiere

11.6.3.2 Fase di esercizio

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 Enel⁸, la realizzazione dell'impianto eolico potrà determinare la sottrazione di ulteriori emissioni atmosferiche, associate alla 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 11.11).

Tabella 11.11 - 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

⁸ Rapporto Ambientale Enel 2013

(*) 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.

Per tutto quanto precede la sintesi della stima degli effetti, in fase di esercizio, attesi sulla componente "Atmosfera" può essere sintetizzata attraverso la matrice cromatica riportata in Figura 11.14.

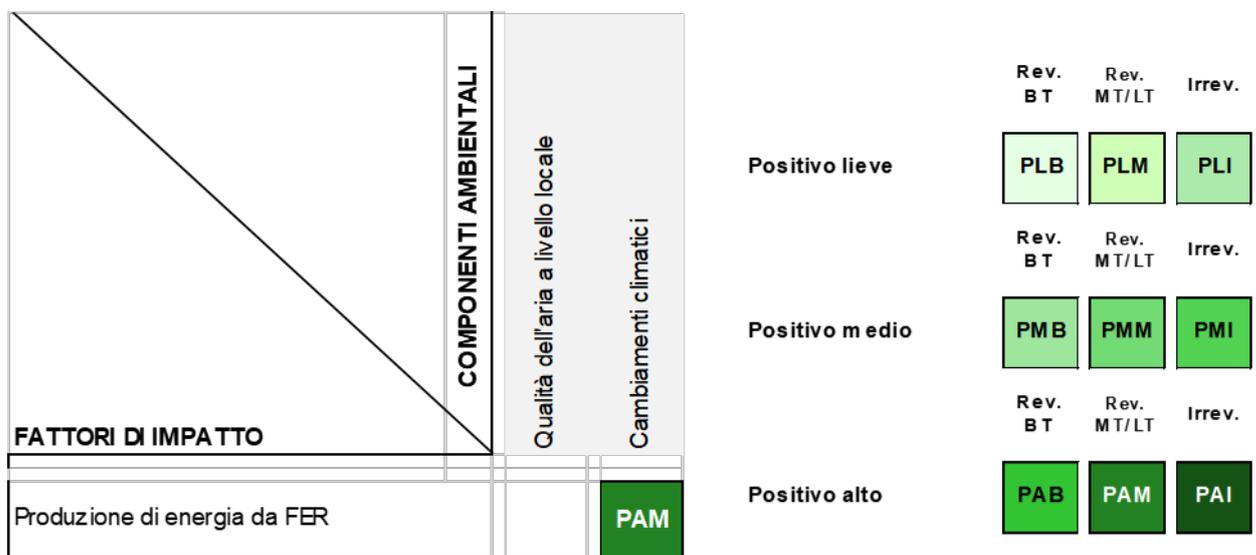


Figura 11.15: Matrice cromatica raffigurante i fattori di impatto principali per la componente "Atmosfera" in fase di esercizio

11.6.3.3 Fase di dismissione

Impatti del tutto analoghi alla fase di costruzione, per caratteristiche di durata e persistenza, potranno verificarsi in sede di dismissione dell'impianto, a seguito delle operazioni di demolizione delle fondazioni degli aerogeneratori, eventuale asportazione di strade e rimodellamenti morfologici nonché recupero dei cavi interrati.

Anche in questo caso, per tutte le ragioni anzidette, l'impatto è da ritenersi di rilevanza contenuta, spazialmente localizzato nelle aree di cantiere, di carattere temporaneo e discontinuo in funzione dei cicli di lavorazione previsti e totalmente reversibile al termine dei lavori.

11.6.4 Eventuali effetti sinergici

Valutata l'assenza di significative sorgenti di emissione puntuale o diffusa nell'area in esame e non essendo previsti ulteriori significativi interventi infrastrutturali nel settore di intervento, i fattori di impatto negativi più sopra individuati non originano apprezzabili effetti di cumulo con altre sorgenti di emissione.

Poiché l'intervento si allinea con il processo in atto di progressiva contrazione dell'approvvigionamento energetico da fonte fossile, lo stesso concorre positivamente al miglioramento generale della qualità dell'aria su scala territoriale.

11.6.5 Misure di mitigazione previste

Al fine di realizzare un adeguato controllo delle emissioni di polveri in fase di realizzazione e dismissione dei previsti aerogeneratori potranno risultare sufficienti alcuni accorgimenti di "buona gestione" del cantiere quali, solo per citarne alcuni:

- l'opportuna limitazione della velocità dei mezzi di trasporto dei materiali inerti;
- in giornate particolarmente secche e ventose, la periodica bagnatura dei cumuli di materiale inerte provvisoriamente stoccato in loco o, eventualmente, delle piste e dei piazzali;
- l'appropriata conduzione delle operazioni di carico-scarico dei materiali inerti (p.e. limitando l'altezza di caduta del materiale dalla benna);
- in occasione di condizioni climatiche favorevoli alla dispersione atmosferica delle polveri, durante le operazioni di scarico e messa in posto dei materiali di scavo si prevede l'impiego di nebulizzatori ad acqua per l'abbattimento del particolato;
- la razionalizzazione delle attività di cantiere al fine di limitare la durata delle lavorazioni provvisorie.

In relazione al potenziale incremento delle emissioni da traffico veicolare, quali misure di mitigazione, possono ritenersi sufficienti le ordinarie procedure di razionalizzazione delle attività di trasporto dei materiali (impiego di mezzi ad elevata capacità ed in buono stato di manutenzione generale).

11.7 SISTEMA PAESAGGISTICO: PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE E BENI MATERIALI

11.7.1 Premessa

Come noto la direttiva europea che disciplina la procedura di Valutazione di impatto ambientale, e conseguentemente la normativa italiana di recepimento, individua nel Paesaggio uno dei fattori rispetto ai quali la VIA deve individuare, descrivere e valutare gli effetti diretti e indiretti di un progetto. Nella normativa e nell'esperienza della Valutazione di impatto ambientale, in definitiva, il paesaggio si configura come una fra le diverse componenti alla luce delle quali può essere letto ed interpretato l'ambiente. Ovvero come uno dei filtri (non l'unico) attraverso i quali leggere l'evoluzione e le tendenze della qualità ambientale.

D'altro canto, in Italia, il Paesaggio gode di una sorta di "doppio regime" di tutela e gestione. Componente di riferimento per la VIA, il Paesaggio è al tempo stesso settore preminente di intervento del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, che ha una storia assai più antica del Ministero dell'Ambiente.

Come esplicitato all'interno del quadro di riferimento programmatico, gli interventi in progetto interessano localmente aree sottoposte a tutela ai sensi degli artt. 142 e 143 del Codice Urbani. Per quanto sopra è fatto obbligo al proponente di inoltrare istanza di autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 146 comma 3 del D.Lgs. 42/04 (Codice dei Beni Culturali e del paesaggio).

Il progetto è pertanto accompagnato dalla Relazione paesaggistica, redatta sulla base delle indicazioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 Dicembre 2005 nonché dei

suggerimenti di cui alle Linee guida per la valutazione paesaggistica degli impianti eolici elaborate dal Ministero per i Beni e le Attività culturali nel 2006.

Rinviando alla allegata Relazione paesaggistica (Elaborato WGG_RA5) per maggiori dettagli sull'analisi dei possibili effetti indotti dal progetto sulla componente, con particolare riferimento a quelli percettivi, nel successivo paragrafo si riporterà una breve sintesi, articolata in base ai principali elementi di valutazione richiesti dal D.M. 12/12/2005 e declinata in rapporto alle principali fasi di vita dell'opera (Fase di cantiere e Fase di esercizio).

11.7.2 Previsione degli effetti delle trasformazioni da un punto di vista paesaggistico

11.7.2.1 Schema delle principali modificazioni possibili sul sistema paesaggistico

Modificazioni della morfologia

Come evidenziato negli elaborati progettuali, l'intervento proposto, in particolar modo durante la fase di cantiere, è all'origine di locali modificazioni morfologiche derivanti, in particolar modo, dalla necessità di disporre di spazi provvisori di superficie regolare e sgombra da vegetazione funzionali all'assemblaggio della componentistica degli aerogeneratori. Al termine delle attività di installazione delle turbine eoliche, si procederà al ripristino ambientale delle aree in esubero in accordo con quanto riportato negli allegati grafici di progetto.

La significativa elevazione delle torri di sostegno delle turbine eoliche e le consistenti dimensioni del rotore, inoltre, impongono di prevedere adeguate opere di fondazione (plinto circolare di diametro ~25 metri) che necessitano, conseguentemente, di importanti opere di scavo. Al termine della costruzione delle fondazioni in c.a., tali scavi saranno opportunamente ripristinati regolarizzando omogeneamente la superficie del terreno.

La posa dei cavidotti MT che si dipartono dalle turbine eoliche avverrà tramite la realizzazione di uno scavo a sezione obbligata della sezione approssimativa di 1,00m×1,00m, interamente realizzato in parallelismo rispetto alle sedi stradali esistenti o in progetto. Una volta realizzata la posa dei cavi, lo scavo sarà opportunamente ripristinato riportando il profilo morfologico del terreno alle condizioni originarie.

In definitiva l'impatto dell'intervento in termini di alterazioni morfologiche, ancorché avvertibile alla scala di prossimità, può ritenersi di modesta entità ad una scala di lettura più ampia del paesaggio, anche in ragione delle opere di ripristino e regolarizzazione morfologica previste in progetto.

Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico, evidenziando l'incidenza di tali modificazioni sull'assetto paesistico

Sulla base del *layout* progettuale in esame, non si prevedono fenomeni di frammentazione (*fragmentation*) degli habitat, intesa come creazione di *patch* (nuclei) tra loro isolati, e fenomeni di insularizzazione degli ecosistemi.

Non si rilevano criticità legate alla presenza di corsi d'acqua o sorgenti in prossimità delle aree occupate del progetto tali da produrre effetti rilevanti sulla componente al livello paesaggistico.

Modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e culturale

I parchi eolici, e specificatamente quello in progetto, non determinano interferenze rispetto al perpetuarsi delle tradizionali pratiche agricole di utilizzo del territorio né la segmentazione degli appezzamenti di terreno agricolo. Inoltre, va sottolineato come l'esercizio degli impianti eolici non configuri problematiche di carattere ambientale in grado di alterare la qualità dei terreni e delle acque, trattandosi di installazioni prive di emissioni solide, liquide e gassose. Le

postazioni eoliche richiedono una occupazione di territorio estremamente esigua e sostanzialmente limitata all'area di posizionamento degli aerogeneratori, destinata ad essere progressivamente colonizzata dalla vegetazione spontanea nell'arco di qualche ciclo stagionale. Non è di norma richiesta, inoltre, alcuna recinzione a delimitazione degli impianti, fatta eccezione per le superfici occupate dalla stazione elettrica.

Per tali ragioni possono dirsi assenti modificazioni paesaggistiche legate allo stravolgimento dell'assetto generale dei fondi rurali, dei loro usi e delle pratiche agricole e zootecniche oggi in essere.

In tale chiave di lettura, la realizzazione dell'impianto può, inoltre, contribuire a rafforzare proprio i processi di fruizione da parte dei principali frequentatori dell'area, ossia gli agricoltori e allevatori locali, consolidando e migliorando in modo significativo il preesistente sistema della viabilità locale, che sarà proficuamente utilizzata dalla società proponente nell'ambito del processo costruttivo e per le ordinarie pratiche gestionali e manutentive dell'impianto.

Modificazioni dei caratteri strutturanti del territorio agricolo (elementi caratterizzanti, modalità distributive degli insediamenti, reti funzionali, arredo vegetale minuto, trama parcellare, ecc.);

Considerate le attuali condizioni d'uso del territorio in esame, l'intervento configura la sottrazione di limitate superfici la realizzazione delle piste di accesso e delle piazzole.

Tali locali modifiche dell'esistente organizzazione degli spazi agricoli, alle quali faranno seguito adeguate azioni di ripristino, interesseranno comunque ambiti ristretti e si ritiene, conseguentemente, che le stesse non possano snaturare significativamente l'esistente trama fondiaria.

L'impostazione di progetto della viabilità di accesso alle postazioni eoliche, improntata, per quanto tecnicamente possibile, al consolidamento ed ampliamento dei tracciati esistenti, prefigura effetti estremamente contenuti sulla esistente trama fondiaria, rafforzandone peraltro le condizioni di accessibilità, a vantaggio degli attuali fruitori delle aree.

11.7.2.2 Fase di esercizio

Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico

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 tre 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) 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.

Modificazioni dell'assetto insediativo-storico

L'analisi del rapporto fra le forme dell'insediamento e le forme del paesaggio, come costruzione antropica risultante dalla stratificazione dei lunghi processi di insediamento, porge come elemento dialogico fondante le numerose forme dell'abitare.

Riguardo alla componente storica dell'assetto insediativo, trattandosi di un territorio a spiccata vocazione agricola, va notato come il sito di progetto si sia storicamente identificato come "area produttiva", a cui si attribuivano le funzioni legate alle attività di sostentamento.

Nello spazio rurale in esame non risulta presente un vero e proprio tessuto insediativo storico, se non quella componente costituita dai luoghi delle attività agro-zootecniche con le quali un impianto di produzione FER quale l'eolico in progetto interferisce in modo minimo, sia per l'occupazione ridottissima di suolo che per la sostanziale assenza di emissioni capaci di interferire con gli usi tradizionali e consolidati del territorio.

Inoltre, il processo di definizione delle posizioni degli aerogeneratori ha tenuto in debita considerazione la dislocazione dei beni di interesse storico-artistico e archeologico riscontrabili nell'area vasta in esame sulla base delle informazioni bibliografiche disponibili e della specifica ricognizione condotta sul campo.

Per tali ragioni non si ravvisano modificazioni dell'assetto insediativo storico.

Modificazioni dei caratteri tipologici, materici, coloristici, costruttivi, dell'insediamento storico (urbano, diffuso, agricolo);

Non interessando direttamente ambiti caratterizzati dalla preesistenza di nuclei insediativi e non essendo prevista la realizzazione di fabbricati fuori terra (a meno di quelli funzionali alle previste stazioni elettriche), si ritiene che l'intervento non possa determinare apprezzabili modificazioni in ordine ai caratteri tipologici dell'edificato caratteristico del settore in esame. D'altro canto, i nuovi impianti energetici previsti possono ritenersi certamente coerenti, come implicitamente riconosciuto dalla pianificazione regionale paesaggistica e di settore, con il sistema delle infrastrutture già presenti nell'area in esame come aerogeneratori esistenti (impianto di Nurri), elettrodotti aerei, strade, stazioni elettriche.

11.7.2.3 Ulteriori effetti possibili sul sistema paesaggistico

Per maggiore completezza si riporta di seguito una sintetica descrizione degli ulteriori effetti previsti sul sistema paesaggistico, articolata secondo i criteri espressamente indicati dal D.M. 12/12/2005.

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
Intrusione: inserimento in un sistema paesaggistico (elementi estranei ed incongrui ai suoi caratteri peculiari compositivi, percettivi o simbolici per es. capannone industriale, in un'area agricola o in un insediamento storico).	<p>Lo spazio esterno all'insediamento, nei territori in cui si sono per secoli praticati agricoltura e pascolo di sostentamento, ha in sé i connotati di un contesto dalle caratteristiche di un'"area produttiva" ove erano, e sono, ubicate le funzioni legate alle attività di sostentamento.</p> <p>La realizzazione dell'intervento proposto, sebbene si configuri come elemento innovativo rispetto ai caratteri paesaggistici tipici di un territorio storicamente vocato allo sfruttamento agro-zootecnico, delinea comunque alcune prospettive di integrazione ed opportunità socio-economiche per il territorio che, a fronte di una modifica del paesaggio visuale (peraltro del tutto reversibile) guadagna l'opportunità di integrazioni semantiche rispetto ai temi della sostenibilità.</p> <p>In tal senso, proprio in una fase di crisi dei tradizionali modelli economici e di forte sofferenza del settore primario, il progetto potrebbe risultare sinergico e compatibile con la prosecuzione delle attività agro-zootecniche, nella misura in cui saranno riconosciuti appropriati indennizzi per diritti di superficie ai proprietari delle aree agricole interessate dal progetto. Infatti, la costruzione di un parco eolico, allorché ben progettato e concepito, può conciliarsi in modo armonico con le istanze volte ad assicurare un uso sostenibile del territorio e la salvaguardia delle preminenti risorse ambientali e paesaggistiche.</p> <p>Altro tema di grande importanza nella discussione sull'effetto di intrusione nel sistema paesaggistico è legato alla transitorietà dell'impianto che, progettato per una vita utile di circa 25/30 anni, al momento della sua dismissione non lascerà tracce apprezzabili nelle componenti materiali del paesaggio.</p>
Suddivisione: (per esempio, nuova viabilità che attraversa un sistema agricolo, o un insediamento urbano o sparso, separandone le parti)	<p>Le intrinseche caratteristiche degli impianti eolici, che assicurano la conservazione della preesistente fruibilità delle aree interessate dalla loro realizzazione, la minima occupazione di suolo associata all'esiguo numero di turbine, unitamente agli accorgimenti di progetto, orientati a minimizzare la realizzazione di nuove infrastrutture viarie attraverso un oculato posizionamento degli aerogeneratori, consentono di escludere significativi effetti dell'intervento in termini di rischio di suddivisione di sistemi insediativi o agricoli.</p>

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
<p>Frammentazione: (per esempio, progressivo inserimento di elementi estranei in un'area agricola, dividendola in parti non più comunicanti)</p>	<p>Valgono, a questo proposito, le considerazioni espresse al punto precedente. Il rischio di effetti di frammentazione, inoltre, si ritiene sensibilmente attenuato dal modesto numero di turbine eoliche da installare.</p>
<p>Riduzione: (progressiva diminuzione, eliminazione, alterazione, sostituzione di parti o elementi strutturanti di un sistema, per esempio di una rete di canalizzazioni agricole, di edifici storici in un nucleo di edilizia rurale, ecc.)</p>	<p>Poiché le moderne installazioni eoliche privilegiano aerogeneratori più voluminosi e potenti, con conseguente attenuazione della densità superficiale delle macchine rispetto al passato, il fattore di rischio in esame, se attentamente valutato, si presta ad un efficace controllo.</p> <p>In definitiva, in ragione delle caratteristiche degli usi del territorio, legati alle pratiche agricole e zootecniche, delle limitate superfici occupate dagli aerogeneratori e dalle infrastrutture di servizio, della attenta scelta localizzativa delle postazioni eoliche - che ha privilegiato la localizzazione in ambiti con copertura arboreo-arbustiva rada o assente e tendono a minimizzare le interazioni con gli ambiti di maggiore valore ecologico (corsi d'acqua e aree con vegetazione naturaliforme) - è da escludere che l'intervento in esame possa determinare significative destrutturazioni degli elementi naturali o antropici propri del contesto in esame.</p>
<p>Eliminazione progressiva delle relazioni visive, storico-culturali, simboliche di elementi con il contesto paesaggistico e con l'area e altri elementi del sistema</p>	<p>Per quanto espresso in precedenza circa l'assenza di effetti di disordine visivo, la ridotta occupazione di superfici, la conservazione delle attuali condizioni d'uso del suolo, la tutela dei più prossimi beni di interesse storico-culturale, la totale reversibilità degli effetti percettivi ad avvenuta dismissione, si ritiene che possano individuarsi importanti elementi di coerenza con la conservazione dei preesistenti valori paesaggistici.</p>
<p>Concentrazione: (eccessiva densità di interventi a particolare incidenza paesaggistica in un ambito territoriale ristretto)</p>	<p>Le buone condizioni anemologiche del settore, la presenza di idonee infrastrutture per il collegamento degli aerogeneratori alla rete elettrica, le favorevoli condizioni di accessibilità unitamente alle attuali condizioni d'uso delle aree, sono fattori che possono incentivare il possibile sviluppo delle centrali eoliche nell'area vasta in esame. Il fenomeno della concentrazione si deve quindi considerare in rapporto all'intero contesto di relazione dell'impianto, in cui, per le motivazioni descritte, sono già presenti due impianti simili.</p> <p>Valutati i moderni criteri di realizzazione degli impianti eolici, orientati verso una progressiva riduzione della densità superficiale delle macchine, si ritiene di poter escludere il rischio di un particolare accentramento di installazioni eoliche in un ambito territoriale ristretto.</p>
<p>Interruzione di processi ecologici e ambientali di scala vasta o di scala locale</p>	<p>Anche sotto questo profilo, l'intervento in esame non risulta di per sé tale da ingenerare rischi significativi di deterioramento degli equilibri ecosistemici dell'ambito di intervento.</p>

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
<p>Destutturazione: (quando si interviene sulla struttura di un sistema paesaggistico alterandola per frammentazione, riduzione degli elementi costitutivi, eliminazione di relazioni strutturali, percettive o simboliche)</p>	<p>Per quanto espresso ai punti precedenti, è da ritenere che il progetto proposto non alteri in termini strutturali la consistenza paesistica del settore in esame; ciò nella misura in cui non si prevede l'installazione intensiva di aerogeneratori, non si determinano percepibili frammentazioni del territorio agricolo di intervento, non si interferisce direttamente con elementi di particolare significato storico-artistico o con ambiti di preminente valenza scenica e panoramica o culturale nonché con sistemi di particolare valenza ecologica. Tale assunzione appare, inoltre, avvalorata dalla circostanza che trattasi, in ogni caso, di effetti sostanzialmente reversibili.</p>
<p>Deconnotazione: (quando si interviene su un sistema paesaggistico alterando i caratteri degli elementi costitutivi).</p>	<p>Il tema della compatibilità dei parchi eolici rispetto all'esigenza di assicurare la conservazione di un'accettabile qualità paesaggistica del contesto di intervento è un argomento chiave nell'ambito delle valutazioni ambientali di tali tipologie di opere e rappresenta una sfida importante al fine di assicurare una diffusione equilibrata di tali tecnologie.</p> <p>Poiché il sito di progetto è storicamente caratterizzato dagli usi agricoli, un eventuale effetto di deconnotazione presupporrebbe una sottrazione, sia quantitativa che semantica dei "caratteri degli elementi costitutivi" dei luoghi. Seguendo tale impostazione, pertanto, detti effetti dovrebbero tradursi, sotto il profilo materiale, in un significativo consumo di suolo utile all'agricoltura e, semanticamente, dell'alterazione della vocazione agricolo-produttiva del territorio.</p> <p>Tralasciando un discorso speculativo sul significato dell'energia nel contesto della vita dell'uomo moderno - oggi indispensabile forse percepita altrettanto importante quanto il sostentamento fisico dell'uomo nel passato - va ricordato come gli stessi costi energetici incidano significativamente sulla redditività delle imprese agricole.</p> <p>Si può quindi affermare che il "carattere" dei luoghi non è in pericolo, sia dal punto di vista del consumo di suolo, che è alquanto limitato (per fattori legati alla tecnologia e per la qualità delle scelte progettuali), sia in riferimento alla loro vocazione agricolo-produttiva, che non verrà intaccata dall'intervento.</p> <p>Concettualmente - oltre a delineare importanti opportunità socio-economiche per il territorio - la nascita di una centrale eolica rappresenta il segno di una sentita adesione sociale al tema della salvaguardia dell'ecosistema globale e della sicurezza energetica, attraverso la produzione sostenibile di elettricità. In tal modo il paesaggio acquisisce dunque un nuovo "valore", contribuendo allo sfruttamento di una risorsa naturale (il vento), "pulita" e rinnovabile.</p> <p>Un tale punto di vista, peraltro, risulta condivisibile solo se si muove dall'assunto che il paesaggio non sia un'entità unica ed</p>

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico

immobile, a cui viene negato ogni movimento o alterazione, bensì se la si riconosce come realtà in continuo movimento, partecipe della ciclicità della natura. Come affermato implicitamente nella Convenzione Europea del Paesaggio, la realtà paesistica trae, infatti, qualità, varietà e bellezza dall'armonica contrapposizione del dominio della natura e della creatività dell'uomo.

11.7.2.4 Misure di mitigazione e compensazione previste

Assunto che la componente ambientale Paesaggio si identifica intrinsecamente come trasversale rispetto alle categorie ambientali oggetto di analisi all'interno del presente SIA, con riferimento agli aspetti legati alle misure di mitigazione proposte si rimanda a quanto riportato in modo esteso nell'Elaborato WGG_RA5 (Relazione paesaggistica) nonché alle considerazioni riportate nell'ambito delle altre componenti analizzate nel presente Quadro di riferimento ambientale e nell'allegata Analisi costi-benefici.

Corre l'obbligo evidenziare che il progetto ha tenuto in debita considerazione e, per quanto tecnicamente possibile, implementato le misure di mitigazione riportate dal DM 10 settembre 2010 come esplicitato al paragrafo 8.2.1.4.2.1

11.8 AGENTI FISICI

11.8.1 Aspetti generali

Al funzionamento degli impianti eolici non sono associati rischi apprezzabili per la salute pubblica; al contrario, su scala globale (cfr. par. 11.6.2), 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.

Per le finalità di analisi sulla componente in esame, nel rimandare alle allegate relazioni specialistiche per maggiori approfondimenti, saranno nel seguito riepilogate le risultanze dello Studio previsionale di impatto acustico (Elaborato WGG_RA10) e della valutazione dei campi elettromagnetici dei cavidotti di collegamento alla stazione di utenza (vedasi relazione PTO Progetto elettrico).

Si riportano, infine, alcune considerazioni sul fenomeno dell'ombreggiamento intermittente originato dal funzionamento degli aerogeneratori, all'origine di potenziali disturbi in corrispondenza di eventuali ambienti abitativi esposti (Elaborato WGG_RA9).

11.8.2 Emissione di 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

notturmo, 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.

11.8.3 Campi elettromagnetici

11.8.3.1 Premessa

Gli impianti eolici, essendo caratterizzati dall'esercizio di elementi per la produzione ed il trasporto di energia elettrica, determinano l'emissione di campi elettromagnetici.

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il D.P.C.M. 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del D.P.C.M. 8 luglio 2003), si applica nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

Al fine di meglio comprendere le successive valutazioni e considerazioni si richiamano le seguenti definizioni:

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 11.16) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica \geq all'obiettivo di qualità (3 μ T), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

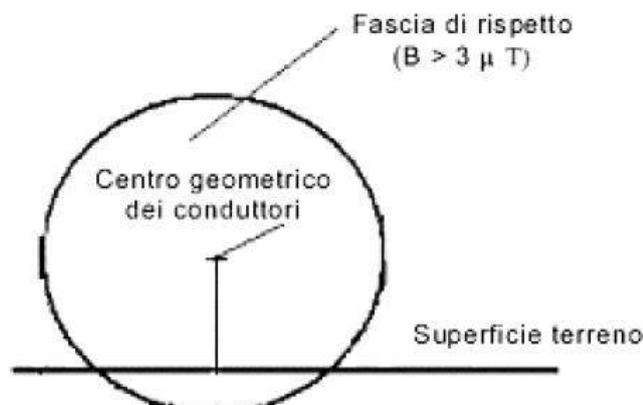


Figura 11.16 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliere.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ($B = 3 \mu\text{T}$);
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17)

Distanza di prima approssimazione (DPA): Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 11.17). Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia).

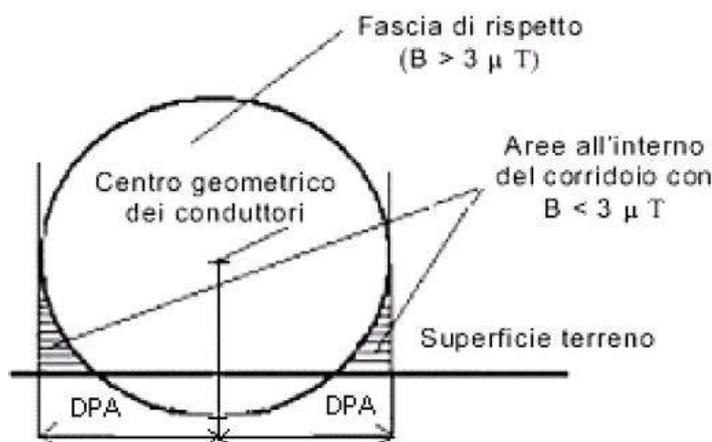


Figura 11.17 - Calcolo della DPA per un elettrodotto

All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica $< 3 \mu\text{T}$.

Elettrodotto: insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

Linea: collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;

Tronco: collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);

Tratta: porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;

Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 3.2, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio **linee in corrente continua**);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);

- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);
- in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

11.8.3.2 Campi magnetici

Gli aerogeneratori verranno inseriti su un elettrodotto (dorsale) costituito da cavi interrati a 30 kV che si svilupperanno all'interno dell'area di centrale mediante collegamenti in entra-esce verso gli aerogeneratori stessi, per attestarsi quindi alla SSE Utente di trasformazione 30/150 kV.

I cavi MT impiegati per la distribuzione interna all'impianto saranno del tipo ARE4H1RX e ARE4H1R, entrambi con tensione nominale 18/30 kV, di varie sezioni o equivalente e posati con interrimento diretto o entro tubi corrugati a doppia parete interrati con resistenza allo schiacciamento di 750N ad una profondità di 1,1 m, con una quota maggiore di 1 m all'estradosso (Figura 11.18). Per tale ragione, le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta e inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i..

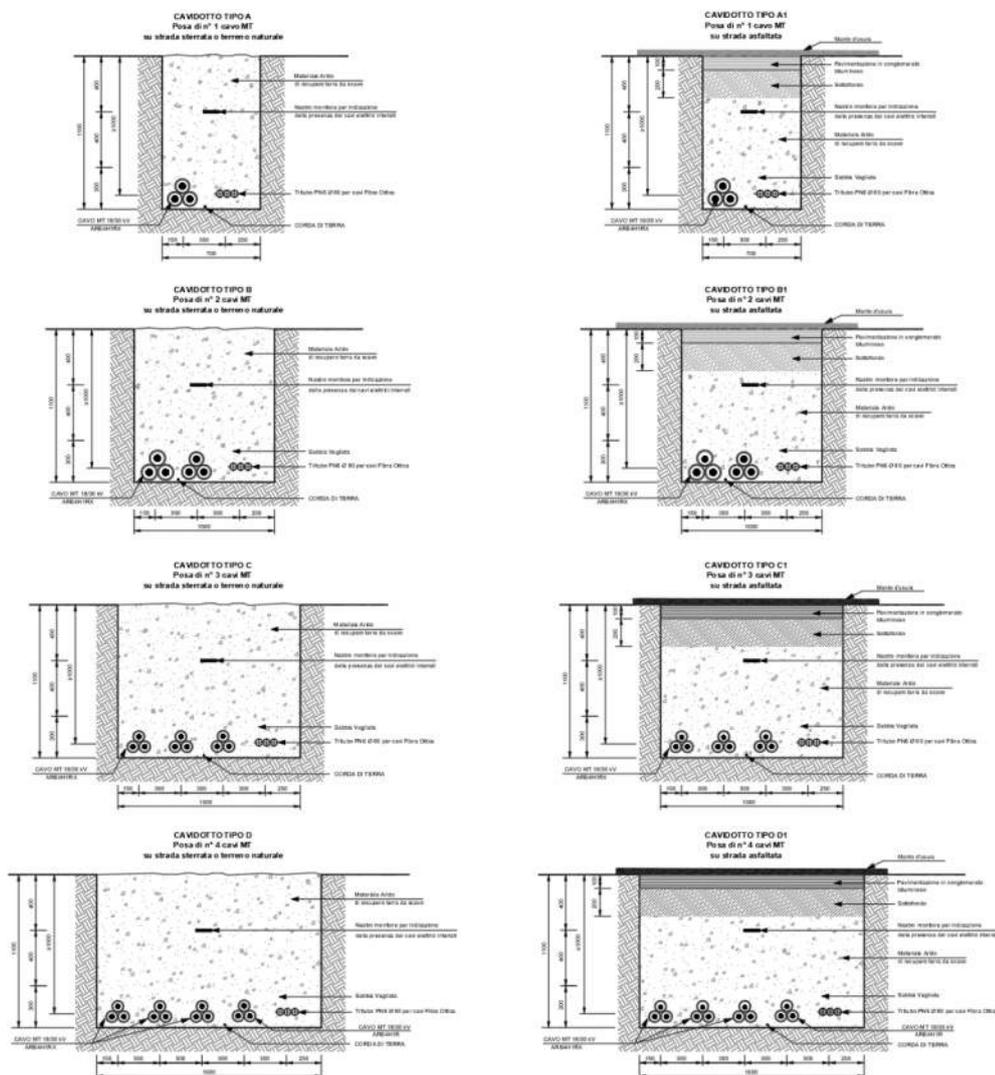


Figura 11.18 – Cavidotti in progetto tipo ARE4H1RX e ARE4H1R con sezioni variabili 50 a 630 mm²

Nella distribuzione interna all'impianto sono previste varie configurazioni con terne multiple di cavi. Nei casi in cui si verificano tali configurazioni, si indicano i valori di induzione magnetica

calcolati a una quota di 1 m dal suolo tramite il software di simulazione di campi elettromagnetici Magnetic Induction Calculation (MAGIC) della società Be Shielding s.r.l..

11.8.3.3 Campi elettrici

Il calcolo dei campi elettrici non è stato condotto in quanto tutti i cavi in media tensione impiegati sono dotati di schermo metallico connesso a terra che riduce drasticamente l'effetto del campo elettrico. Di conseguenza il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

11.8.3.4 Fasce di rispetto

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.

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto dalle opere assoggettabili al DM 29.05.08 si può concludere che:

- Per gli aerogeneratori viene assunta una DPA di 1,5 m misurata a partire dalle pareti esterne della torre di sostegno;
- Per le linee MT relative alle interconnessioni tra gli aerogeneratori e il collegamento dei sottocampi con la SSE Utente, considerando cautelativamente la sezione più alta presente in tale impianto (3x1x630 mm²), la DPA varia a seconda del numero di terne inserite nello stesso scavo:

Tabella 11.12: DPA, Fascia di rispetto in funzione del numero di terne interrate

N. terne nello stesso scavo	$B \leq 3\mu T$	DPA	Fascia di Rispetto
1 Terna	2,78 m	1,5 m	3,0 m
2 Terne	4,42 m	2,5 m	5,0 m
3 Terne	5,62 m	3,0 m	6,0 m
4 Terne	6,62 m	3,5 m	7,0 m

- Per la stazione 150/30 kV che include i trasformatori 150/30 kV e stallo trasformazione, l'obiettivo di qualità è raggiunto all'interno dell'area della stazione stessa e non è pertanto necessario considerare alcuna DPA esterna;
- Per il cavidotto AT a 150 kV la DPA si può assumere pari a 1,5 m dall'asse del cavidotto;

- All'interno delle succitate 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.

11.8.4 Ombreggiamento intermittente (*shadow-flickering*)

11.8.4.1 Risultati e commenti

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.

11.9 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.

A tale proposito si richiamano i principali dati di movimento terra scaturiti dall'analisi progettuale riportati al par 9.6.3:

In definitiva, a fronte di un totale complessivo di materiale scavato in posto stimato in 226.847 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.

Come specificato in precedenza, il materiale in esubero e non riutilizzato in sito è al momento stimato in circa 16.700 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 involucro 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 11.13 – 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 ⁹	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

⁹ Rapporto Ambientale Enel 2007

12 BIBLIOGRAFIA

- ANEV, Osservatorio Nazionale Eolico e Fauna, ISPRA, 2012. Protocollo di Monitoraggio dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna.
- APER – Associazione Produttori Energia da Fonti Rinnovabili. Report eolico 2010.
- Atienza, J.C., I. Martín Fierro, O. Infante, J. Valls y J. Domínguez. 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid.
- Barrai I., 1986. Introduzione all'analisi multivariata. Edagricole, Bologna.
- Bispo R., et al., 2017. Wind Energy and Wildlife Impacts. Springer ed.
- Blasi C., Carranza M.L., Frondoni R. & Rosati L., 2000. Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscapes. Appl. Veg. Sci., 3(2): 233-242.
- Brigaglia M. & Tola S. (a cura di), 2009. Dizionario Storico-Geografico dei comuni della Sardegna S-Z. Carlo Delfino Editore.
- Burel F. & Baudry J., 2003. Landscape ecology: concepts, methods, and applications, Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA.
- Camarda I., Laureti L., Angelini P., Capogrossi R., Carta L. & Brunu A., 2015. Il Sistema Carta della Natura della Sardegna. ISPRA, Serie Rapporti, 222/2015.
- Canu S., Rosati L., Fiori M., Motroni A., Filigheddu R. & Farris E., 2015. Bioclimate map of Sardinia (Italy). Journal of Maps, 11(5): 711-718.
- Cau G., Cocco D., 2002. L'impatto Ambientale dei Sistemi Energetici. SGE Editoriale.
- CESI – Università degli Studi di Genova, Ricerca di sistema per il settore elettrico - Progetto ENERIN, 2002. Atlante Eolico dell'Italia.
- CIPE, Deliberazione n. 123 del 19/12/02 "Revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra (Legge 120/2002)".
- Commissione Europea, Wind Energy – The Facts. EWEA Report, 2004.
- Cushman S. A., Gutzweiler, K., Evans J. S. & McGarigal K., 2010a. Landscape Ecology: past, present, and future. Springer, chapter in "Spatial complexity, informatics, and wildlife conservation" – Cushman, S.A. and Huettmann, F. (a cura di), 65-82.
- Cushman S. A.; Gutzweiler, K.; Evans, J. S. & McGarigal, K., 2010b. The gradient Paradigm: a conceptual and analytical framework for landscape ecology. Springer, chapter in "Spatial complexity, informatics, and wildlife conservation" – Cushman, S.A. and Huettmann, F. (a cura di), 83-108.
- Dipartimento di Ingegneria del territorio – Sezione Urbanistica. La nuova stagione della pianificazione del territorio in Sardegna: il Piano paesaggistico regionale. Pubblicazione on line, sito www.pianosardegna.it.
- Dramstad W. E., Olson J. D. & Forman R. T., 1996. Landscape ecology principles in landscape architecture and land use planning. Island Press.
- EAF, 1998. Nuovo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna. Sito internet: <http://pcserver.unica.it/web/sechi/Corsi/Didattica/DatiSISS/index.htm>. Ferrara et alii, 1978.
- EurObserv'ER, 2012. Il barometro dell'energia eolica.
- European Commission, 2010. Wind energy developments and Natura 2000.
- Fadda A. F., 1990. L'evoluzione del Paesaggio in Sardegna. Ed. COEDISAR.

- Ferrara G. & Campioni, G.M 1997. Tutela della naturalità diffusa, pianificazione degli spazi aperti e crescita metropolitana. Verde editoriale, I ed.
- Floris F. (a cura di), 2007. La Grande Eiclopedia della Sardegna, 1 (Abate - Bonifiche). Editoriale La Nuova Sardegna Spa.
- Forman R. T. & Godron M., 1981. Patches and structural components for a landscape ecology', *BioScience* 31, 733-740.
- Forman R. T. & Godron M., 1986. *Landscape Ecology*, J. Wiley & Sons, New York, New York, USA.
- Forman R. T., 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 10, 133-142.
- Hargis C.D., Bissonette J.A. & David J.L., 1998. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. *Landscape Ecology*, 13, 167-186.
- Ingegnoli V., 1997. *Esercizi di ecologia del paesaggio*. Città studi edizioni.
- Istituto Enciclopedico Italiano, Comuni d'Italia "Sardegna", ed. 2003.
- Jaeger J. A., 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 15, 115-130.
- Jerpåsen G. B. & Larsen, K. C., 2011. Visual impact of wind farms on cultural heritage: A Norwegian case study. *Environmental Impact Assessment Review*, 31(3), 206-215.
- Ladero Alvarez M., Díaz González T.E., Penas Merino A., Rivas-Martínez S. & Valle Gutiérrez C., 1987. Datos sobre la vegetación de las Cordilleras Central y Cantábrica. *Itinera Geobot.*, 1: 3-147.
- Llobera M., 2003. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science*, 17(1), 25-48.
- May R., Nygard T., Falkdale U., Astrom J., Hamre O., Stokke B. G., 2020. Paint in black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalites. *Ecology and Evolution*.
- Ministero per i Beni e le Attività Culturali, 2006. *Linee Guida per l'inserimento paesaggistico degli interventi di trasformazione territoriale. Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica*. Gangemi Editore.
- Moorman, Christopher E., 2019. *Renewable energy and wildlife conservation*. Johns Hopkins University Press.
- Mura G. & Sanna A., 1998. *I Paesi*. CUEC Ed.
- Naveh Z. & Lieberman A. S., 1984. *Landscape ecology, theory and application*. Springer-Verlag, New York, USA.
- Pallabazer R., 2004. *Sistemi eolici*. Rubbettino editore.
- Perrow, M.R., 2017 – *Wildlife and wind farms, conflicts and solutions. Vol.2 Onshore: Monitoring and Mitigation*. Pelagic Publishing, Exeter, UK.
- Poldini L. & Sburlino G., 2005. Terminologia fitosociologica essenziale. *Fitosociologia*, 42: 57-79.
- Protocollo d'Intesa tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio il Ministero delle Attività Produttive il Ministero per i Beni e le Attività Culturali la Conferenza delle Regioni per favorire la diffusione delle centrali eoliche ed il loro corretto inserimento nell'ambiente e nel paesaggio, 2003.
- PUC Barumini, 2016
- PUC Escolca, 1991
- PUC Gergei, 2004
- PUC Las Plassas, 2018
- PdF Villanovafranca, 2001

Regione Autonoma della Sardegna, 2007. Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici (art. 112 delle NTA del PPR – art. 18 comma 1 della L.R. 29 maggio 2007, n.2), luglio 2007.

Regione Autonoma della Sardegna, 2016. Aggiornamento del Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna.

Risser P. G., Karr J. R. & Forman R. T. T., 2007. Landscape ecology: directions and approaches (1983). Columbia University Press, chapter in "Foundation papers in landscape ecology" – Wiens, John A. (a cura di), 254-264.

Rodrigues M., Montañés C. & Fueyo N., 2010. A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities. Environmental Impact Assessment Review, 30(4), 240-246.

Sito web Gestore Servizi Elettrici – GSE, www.gsel.it.

Sito web Global Wind Energy Council, www.gwec.net.

Sito web Ministero dell'Ambiente:
http://www.minambiente.it/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=Rete_Natura_2000.html

Sito web www.sardegna-statistiche.it

Socco C., Montrucchio M. & Rivella E., 2002. Indice del grado di naturalità del territorio. Technical report, Osservatorio Città Sostenibili, Dipartimento Interateneo Territorio del Politecnico e dell'Università di Torino.

Turner M. G., 2005. Landscape Ecology in North America: past, present and future. Ecology, 86, 1967-1974.

Turner M. G., 2005. Landscape ecology: what is the state of the science?. Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics, 36, 319-344.

Valentini, 2006. S. Atti del Convegno "L'Italia a energie rinnovabili: l'energia eolica possibile" – Viareggio (LU), 12 Dicembre 2006. Assessorato Ambiente Regione Toscana

Wiens J. A., Crawford C. S. & Gosz J. R., 1985. Boundary dynamics-a conceptual framework for studying landscape ecosystems. Oiko, 45, 421-427.

Zamberlan S., Calamità "naturali" e cambiamento climatico. www.economiaeambiente.it.

Zanchini E., 2002. Paesaggi del vento. Ed. Meltemi.