

COMMITTENTE



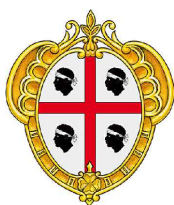
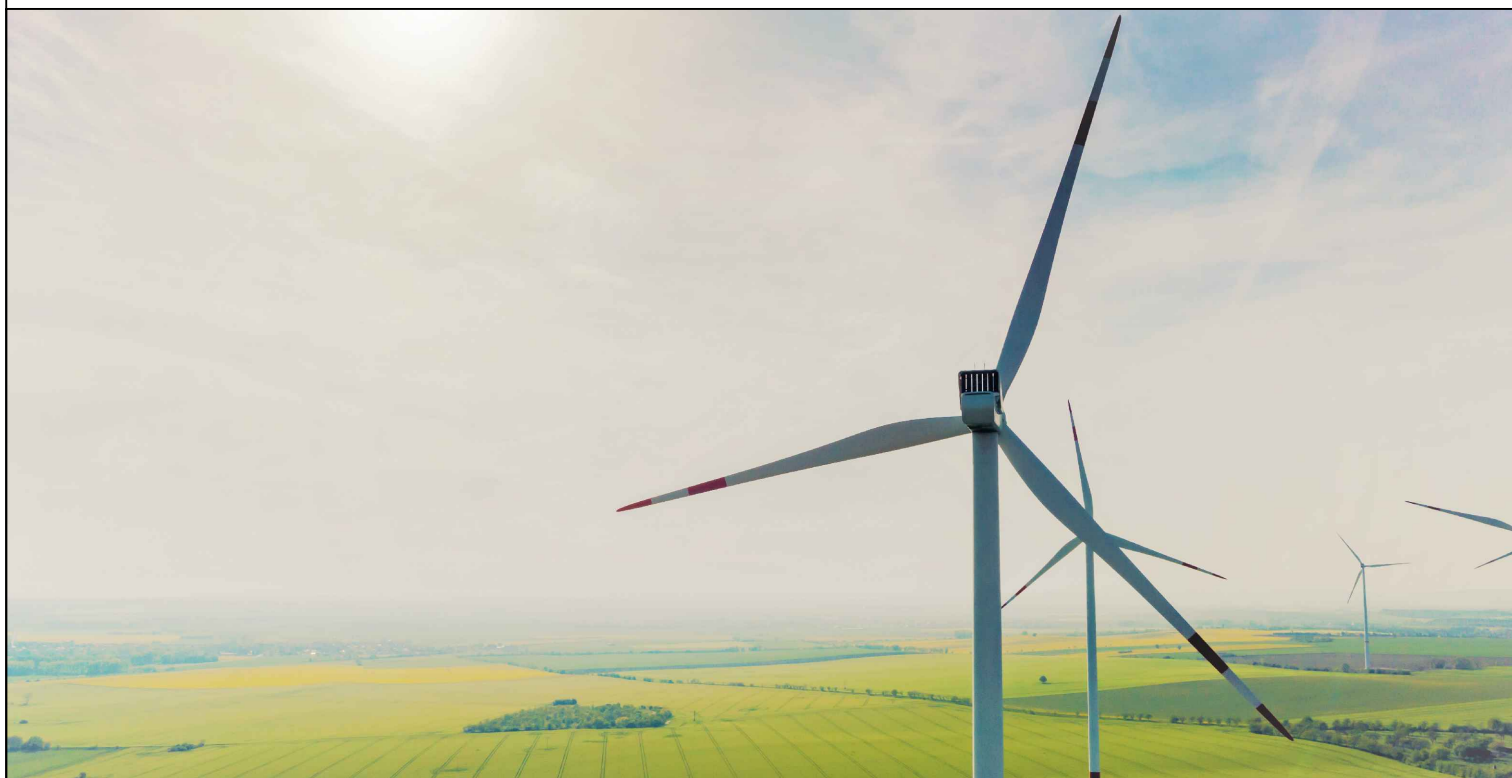
GRV WIND SARDEGNA 7 S.R.L.
Via Durini, 9 Tel. +39.02.50043159
20122 Milano PEC: grwindsardegna7@legalmail.it

GRV WIND SARDEGNA 7 S.r.l.
Via Durini, 9
20122 Milano (MI)
P. IVA 12038430968

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 AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA MEDIO CAMPIDANO



COMUNE VILLANOVAFRANCA



COMUNE FURTEI



COMUNE SANLURI



COMUNE VILLAMAR

PROGETTO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DENOMINATO "SU MURDEGU" COMPOSTO DA 7 AEROGENERATORI DA 6.0 MW, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 42 MW SITO NEL COMUNE DI VILLANOVAFRANCA (VS), CON OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI VILLANOVAFRANCA, VILLAMAR, FURTEI E SANLURI (VS)

ELABORATO

Titolo:
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE - QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Tav./Doc.:
WVNF-RA4

Nome file:
WVNF-RA4 Studio di impatto ambientale - Quadro di riferimento ambientale

Scala/Formato:
-

0	Aprile 2022	Prima emissione	IAT PROGETTI	IAT PROGETTI	GRVALUE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE



31/03/2022

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DA 42 MW E DELLE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI VILLANOVAFRANCA

PROPONENTE:

**GRV WIND SARDEGNA 7 S.R.L. – Via Durini,9 20122 Milano (MI)
pec grvwindsardegna7@legalmail.it**

**REGIONE SARDEGNA – PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO
COMUNI DI VILLANOVAFRANCA, FURTEI, SANLURI E VILLAMAR**

LOCALITÀ SU MURDEGU

ELABORATO N°RA4

**STUDIO DI IMPATTO
AMBIENTALE – QUADRO DI
RIFERIMENTO AMBIENTALE**

Progettazione

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

Ing. Giuseppe Frongia / n. ordine 3453 CA

Codice elaborato: WVNF-RA4



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

Dott. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Ing. Gianluca Melis

Ing. Andrea Onnis

Dott.ssa 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: Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru

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

INDICE

1. PREMESSA.....	6
2. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE.....	8
2.1 CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI	8
2.1.1 Individuazione delle azioni di progetto	9
2.1.2 Individuazione degli aspetti ambientali	11
2.1.3 Componenti ambientali.....	13
2.1.4 Il quadro riassuntivo degli impatti.....	14
3. LO STATO QUALITATIVO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	16
3.1 ATMOSFERA.....	16
3.1.1 Premessa.....	16
3.1.2 Caratteristiche meteo-climatiche	16
3.1.3 Livello qualitativo della componente.....	20
3.2 SUOLO E SOTTOSUOLO	25
3.2.1 Premessa.....	25
3.2.2 Contesto geologico dell'area vasta	26
3.2.3 Aspetti geomorfologici	30
3.2.4 Assetto litostratigrafico locale	33
3.2.5 Stratigrafia dei terreni di fondazione.....	38
3.2.6 Aspetti geotecnici.....	40
3.2.7 Caratterizzazione sismica	42
3.2.8 Geopedologia e uso del suolo	48
3.2.9 Piano di campionamento.....	48
3.2.10 Unità di paesaggio	48
3.2.11 Unità delle terre nell'aria di studio	49
3.3 AMBIENTE IDRICO.....	50
3.3.1 Premessa.....	50
3.3.2 Inquadramento idrogeologico	50
3.4 PAESAGGIO	53
3.4.1 Premessa e criteri di analisi	53
3.4.2 Sintesi dei parametri di lettura delle caratteristiche paesaggistiche	53
3.5 VEGETAZIONE, FLORA ED ECOSISTEMI	55
3.5.1 Inquadramento geobotanico del territorio	55
3.5.2 Caratteristiche floristiche dell'area di intervento	56
3.5.3 Caratteristiche vegetazionali dell'area di intervento.....	66
3.5.4 Vegetazione di interesse conservazionistico.....	81
3.6 FAUNA	82
3.6.1 Caratteristiche del profilo e dell'ecosistema faunistico presenti nell'area d'intervento.	82
3.6.2 Caratterizzazione territoriale ed ambientale generale dell'area d'indagine faunistica.	87
3.6.3 Metodologia di analisi.....	90
3.6.4 Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame.....	90

3.6.5	Distribuzione delle specie faunistiche nell'area d'indagine.....	114
3.7	SALUTE PUBBLICA E QUALITÀ DELLA VITA.....	114
3.7.1	Aspetti generali.....	114
3.7.2	Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto	115
3.8	AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO.....	116
3.8.1	Premessa.....	116
3.8.2	La dinamica demografica ed il sistema sociale.....	116
3.8.3	La struttura produttiva	122
3.8.4	Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto	123
3.8.5	Amministrazione comunale locale e servizi ai cittadini	123
3.9	RISORSE NATURALI	124
3.9.1	Premessa.....	124
3.9.2	Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto	124
4.	ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI	126
4.1	ATMOSFERA	126
4.1.1	Principali fattori di impatto (positivi e/o negativi) a carico della componente	126
4.1.2	Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello globale	127
4.1.3	Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale o sovralocale	129
4.1.4	Eventuali effetti sinergici	130
4.1.5	Misure di mitigazione previste	131
4.2	SUOLO E SOTTOSUOLO	131
4.3	AMBIENTE IDRICO.....	141
4.3.1	Principali fattori di impatto a carico della componente	141
4.3.2	Fase di cantiere	142
4.3.3	Fase di esercizio	143
4.3.4	Fase di dismissione	144
4.3.5	Eventuali effetti sinergici	144
4.3.6	Misure di mitigazione previste	145
4.4	PAESAGGIO	145
4.5	VEGETAZIONE, FLORA ED ECOSISTEMI	153
4.5.1	Premessa generale	153
4.5.2	Fase di cantiere	153
4.5.3	Fase di esercizio	159
4.5.4	Fase di dismissione	159
4.5.5	Misure di mitigazione previste	160
4.5.6	Misure di compensazione.....	160
4.6	FAUNA	161
4.6.1	Premessa.....	161
4.6.2	Fase di cantiere	161
4.6.3	Fase di esercizio	168
4.6.4	Misure di mitigazione previste	184

4.6.5	Quadro sinottico degli impatti stimati per la componente faunistica	186
4.7	SALUTE PUBBLICA.....	186
4.7.1	Aspetti generali.....	186
4.7.2	Individuazione di potenziali ricettori nell'area di studio.....	187
4.7.3	Emissione di rumore	188
4.7.4	Campi elettromagnetici.....	190
4.7.5	Ombreggiamento intermittente (shadow-flickering).....	192
4.8	AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO	194
4.8.1	Premessa.....	194
4.8.2	Pagamento delle imposte locali.....	195
4.8.3	Sviluppo progettuale	195
4.8.4	Processo costruttivo	195
4.8.5	Fase gestionale.....	196
4.8.6	Misure compensative a favore dei comuni interessati.....	196
4.8.7	Sottrazione di aree alle comunità locali e potenziali conflitti d'uso delle risorse.....	198
4.8.8	Interferenze con l'ordinaria circolazione automobilistica	198
4.9	RISORSE NATURALI	199
5.	BIBLIOGRAFIA.....	202

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 (Elaborato WVNF-RA3), 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 può comportare 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 sul sistema naturale e antropico.

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 SIA (Elaborato WVNF-RA13 – 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 geologica e geotecnica propedeutica alla progettazione definitiva del parco eolico, nella persona del Dott. Geol. Mauro Pompei e della Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina (Elaborato WVNF-G1).

L'analisi degli effetti del progetto sulla componente Paesaggio è stata sviluppata all'interno dell'allegata Analisi di inserimento paesaggistico (Elaborato WVNF-RA8), redatta in accordo con i criteri di cui al D.P.C.M. 12/12/05 ancorché l'intervento non prospetti l'interessamento di aree tutelate ai termini degli articoli 136, 142 e 143 del Codice Urbani. In tale ambito, la Relazione archeologica che accompagna il progetto definitivo, a firma del 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 WVNF-RA19).

Al fine di contribuire al processo decisionale concernente l'intervento proposto, l'allegata Analisi costi-benefici (Elaborato WVNF-RA17) 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 (Elaborato WVNF-RA5 "Quadro riassuntivo degli impatti"). 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 WVNF-RA6 - Sintesi non tecnica) nonché dal Piano di monitoraggio delle componenti ambientali (Elaborato WVNF-RA7).

2 CRITERI GENERALI DI ANALISI E VALUTAZIONE

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.

2.1.1 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 (Elaborato WVNF-RC12);
- 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 cavidotti 30 kV;
- Realizzazione in opera delle strutture di fondazione (plinti su pali 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 rotor;
- Approntamento delle apparecchiature e dei collegamenti elettrici;
- Reinterro e ripristino dei cavi 30 kV;
- Attività di controllo assemblaggi;
- Attività di messa a punto degli impianti;
- Lavori di ripristino ambientale e/o compensazione (eliminazione delle porzioni di piazzole ridondanti rispetto alle esigenze di gestione della centrale eolica, riconformazione morfologica con 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 12 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 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 30 kV prodotta dagli aerogeneratori a mezzo di cavidotto interrato alla prevista stazione di utenza;
- Trasformazione della corrente 30 kV proveniente dalle turbine eoliche in corrente ad alta tensione presso la suddetta stazione di trasformazione;
- Vettoriamento in AT (150 kV) dell'energia prodotta attraverso la 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 WVNF-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 sovrastruttura 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 30 kV.

Analogamente a quanto rilevato per la fase di costruzione, tutte le azioni precedentemente individuate possono classificarsi come di breve durata (verosimilmente pari a circa 8/10 mesi) e frequenza media (cicli di lavorazione giornalieri di 8 ore).

2.1.2 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);
- Introduzione di strutture in elevazione in ragione del montaggio e dell'innalzamento degli aerogeneratori (a lungo termine in conseguenza della durata del periodo di esercizio stimata in 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);
- 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 WVNF-TC14);
- 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);
- Potenziale alterazione degli elementi distintivi del paesaggio agricolo (a lungo termine);
- Potenziale interferenza con resti di interesse archeologico o beni di interesse storico – culturale (a lungo termine);
- Potenziale introduzione di disturbi e disagi a carico delle imprese agricole operanti nelle aree interessate dal progetto (a breve e, potenzialmente, a lungo termine);
- Offerta di nuove opportunità economiche per il tessuto produttivo locale (a breve termine).

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);
- Introduzione di strutture in elevazione in ragione del funzionamento degli aerogeneratori (a lungo termine in conseguenza della durata del periodo di esercizio stimata in 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 conseguente, 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 30 kV 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;
- Introduzione di disturbi e rischi di collisione per l'avifauna in ragione del movimento dei rotori (a lungo termine);
- Potenziale alterazione degli elementi distintivi del paesaggio agricolo (a lungo termine);
- Potenziale interferenza con resti di interesse archeologico o beni di interesse storico – culturale (a lungo termine);
- Potenziale introduzione di disturbi e disagi a carico delle imprese agricole operanti nelle aree interessate dal progetto (a lungo termine);
- Offerta di nuove opportunità economiche per il tessuto produttivo locale (a lungo termine).

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).

Potenziale introduzione di disturbi e disagi a carico delle imprese agricole operanti nelle aree interessate dal progetto (a breve termine).

2.1.3 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:

ATMOSFERA, con riferimento a:

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

SUOLO E SOTTOSUOLO, in relazione a:

- Unità pedologiche e qualità dei suoli
- Unità geomorfologiche
- Unità geologico-tecniche

AMBIENTE IDRICO, in relazione a:

- Sistemi idrici superficiali
- Sistemi idrici sotterranei

PAESAGGIO, con riferimento a:

- Percezione visuale, valenze sceniche e panoramiche
- Patrimonio storico-culturale e identitario
- Funzionalità ecologica, idraulica ed equilibrio idrogeologico

VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI in relazione a:

- Specie arbustive e arboree
- Biodiversità a livello globale
- Fauna terrestre
- Avifauna e Chiropteri

SALUTE PUBBLICA

- Salute e qualità della vita della popolazione residente

AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO

- Amministrazione comunale locale e servizi ai cittadini
- Livelli occupazionali e tessuto imprenditoriale locali
- Imprese agricole
- Trasporti e mobilità

CONSISTENZA DELLE RISORSE NATURALI NON RINNOVABILI

- Consistenza delle risorse naturali a livello locale
- Consistenza delle risorse naturali a livello globale.

2.1.4 Il quadro riassuntivo degli impatti

All'interno dell'Elaborato WVNFR-RA5 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. 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.

La rappresentazione cromatica degli impatti attraverso tre matrici di sintesi, relative alla fase di costruzione, a quella di esercizio e alla fase di 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.

3 LO STATO QUALITATIVO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

3.1 ATMOSFERA

3.1.1 Premessa

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.

3.1.2 Caratteristiche meteo-climatiche

3.1.2.1 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 ciclogenese del mondo.

In particolare, sulla base dello schema del Pinna (1954), per i diversi tipi di clima della Sardegna, l'area in esame è caratterizzata da un clima di tipo sub-umido, che si ritrova in genere in un'altimetria

compresa tra 500 e 1100 metri, con temperature medie annue comprese tra 11 e 15 °C e precipitazioni oscillanti tra 800 e 1200 mm. La temperatura media annua segna una notevole diminuzione rispetto a quella delle zone costiere, con un elevato grado di umidità, ma una marcata siccità estiva. Le precipitazioni medie, complessivamente significative, sono discrete durante le stagioni estiva e primaverile, mentre sono abbondanti in autunno ed in inverno; con riferimento a queste due ultime stagioni, prevalgono le piogge invernali.

Nella Tabella 3.1 si riportano le precipitazioni medie stagionali ed annuali misurate in circa 70 anni di osservazioni nelle stazioni di Gesico, Guasila e Senorbì, tratte dal *Nuovo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna* elaborato dall'EAF (oggi ENAS). Dall'analisi dei dati delle suddette stazioni, si è rilevato che, per tutte e tre le stazioni, il mese più piovoso è dicembre, le cui medie vanno da un minimo di 73,2 mm di Senorbì a un massimo di 99,1 mm di Gesico; il mese meno piovoso risulta in tutti i casi quello di luglio, con valori medi che vanno da un minimo di 3,8 mm di Guasila a un massimo di 7,9 mm di Gesico.

Tabella 3.1 – Precipitazioni medie stagionali registrate nelle stazioni di Gesico, Guasila e Senorbì - Anni 1922-1992 (Fonte: Nuovo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna elaborato dall'EAF).

Stazione	Quota s.l.m.	Inverno (mm)	Primavera (mm)	Estate (mm)	Autunno (mm)	Anno (mm)	Numero osservazioni
Gesico	374.0	226.2	128.5	68.0	249.3	672.0	71
Guasila	210.0	172.0	98.1	49.6	199.3	519.0	71
Senorbì	186.0	171.8	103.9	56.2	201.1	533.0	71

3.1.2.2 Temperature

Dall'analisi dei dati termometrici di riferimento per il territorio in esame emerge come la media annuale delle temperature sia attorno ai 15 °C. I mesi più freddi sono in generale gennaio e febbraio, con temperature medie tra i 7-9 °C; le temperature massime si presentano nei mesi di luglio e di agosto con temperature medie di 23-25 °C (Tabella 3.2).

Tabella 3.2 – Temperature medie mensili registrate nelle stazioni di Mandas e Sanluri – Anni 1924÷1992 (Fonte Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna elaborato dall'EAF)

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Mandas	7.1	7.6	9.4	11.7	15.4	20.1	23.7	23.8	20.6	16.3	11.6	8.3
Sanluri	8.4	8.9	10.7	13	16.6	21.1	24.2	24.5	21.9	17.5	13.2	9.7

3.1.2.3 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. "Decimomannu", ubicata a Sud 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 3.3), e le velocità in quattro Classi (Tabella 3.4). 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 3.3 - 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 3.4 – 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 3.5, relativamente alla stazione di Decimomannu, 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 3.5 - Direzione di provenienza del vento massimo Stazione di Decimomannu - 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
10.94	2.10	2.78	23.17	14.71	3.62	9.10	32.97	0.62

Nella Tabella 3.6 e nella Tabella 3.7 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 3.6 – Distribuzione delle frequenze assolute annuali della direzione e velocità del vento massimo rilevate presso la stazione di Decimomannu - Anni 1951÷1993 (elaborazione sulla base dei dati S.A.R.)

Direzione	Fascia I 1,5-8 m/s	Fascia II 8-13,5 m/s	Fascia III >13,5 m/s
nord	3.86	5.55	1.27
nord-est	0.92	0.89	0.23
est	1.01	1.20	0.53
sud-est	6.41	14.30	1.99
sud	5.46	8.36	0.67
sud-ovest	1.31	1.85	0.35
ovest	2.47	4.33	1.97
nord-ovest	5.16	16.80	9.42
totale	26.60	53.28	16.42

Tabella 3.7 – Distribuzione delle frequenze annuali della direzione e velocità del vento massimo (per classe di velocità) rilevate presso la stazione di Decimomannu – Anni 1951÷1993
(elaborazione sulla base dei dati S.A.R.)

Direzione	Fascia I 1,5-8 m/s	Fascia II 8-13,5 m/s	Fascia III >13,5 m/s
nord	14.51	10.42	7.73
nord-est	3.47	1.67	1.42
est	3.80	2.25	3.21
sud-est	24.08	26.84	12.09
sud	20.51	15.69	4.10
sud-ovest	4.93	3.47	2.10
ovest	9.28	8.12	11.99
nord-ovest	19.41	31.54	57.36

Risulta evidente dai dati a disposizione (Tabella 3.5) che la direzione di provenienza del vento massimo per la stazione di Decimomannu è il nord-ovest che rappresenta circa il 33% del totale. Considerando invece le frequenze annuali per classe di velocità (Tabella 3.7), si riscontra che, per la stazione in esame, il vento di Maestrone, proveniente da nord-ovest, di intensità superiore ai 13,5 m/s (fascia III) una frequenza annuale pari al 57,4%, al quale segue il vento di Scirocco (sud-est) con frequenza annuale pari al 12,1%.

Esaminando i dati, emerge come i venti con velocità compresa tra gli 8 m/s e i 13,5 m/s abbiano una frequenza assoluta di circa il 37%, superiore a quella dei venti con velocità superiore ai 13,5 m/s (16,42%), e il vento dominante nell'area in questione sia in entrambi i casi il Maestrone (nord-ovest) (Tabella 3.6).

3.1.3 Livello qualitativo della componente

3.1.3.1 Qualità dell'aria a livello locale

3.1.3.1.1 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 PM2.5 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.

3.1.3.1.2 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 A della Relazione annuale della qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019 redatta

dalla RAS, con particolare riferimento alla stazione CENM1 ubicata in agro di Nuraminis (SU) e a circa 20,2 km dall'abitato di Villanovafranca. 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. Per la suddetta stazione sono stati riscontrati, nel corso dell'anno di riferimento, 4 superamenti del limite giornaliero per la protezione della salute umana per il PM₁₀ (50 µg/m³ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile) e pertanto abbondantemente entro il numero massimo di superamenti consentiti dalla normativa. Per quanto concerne gli altri inquinanti, non sono stati registrati superamenti dei valori limite. Pertanto, sulla base dei dati elaborati 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.

3.1.3.2 *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 3.1), 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 (Comitato Intergovernativo sul Cambiamento Climatico) 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 (SO₂), gli ossidi di azoto (NO_x) e l'ammoniaca (NH₃).

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.

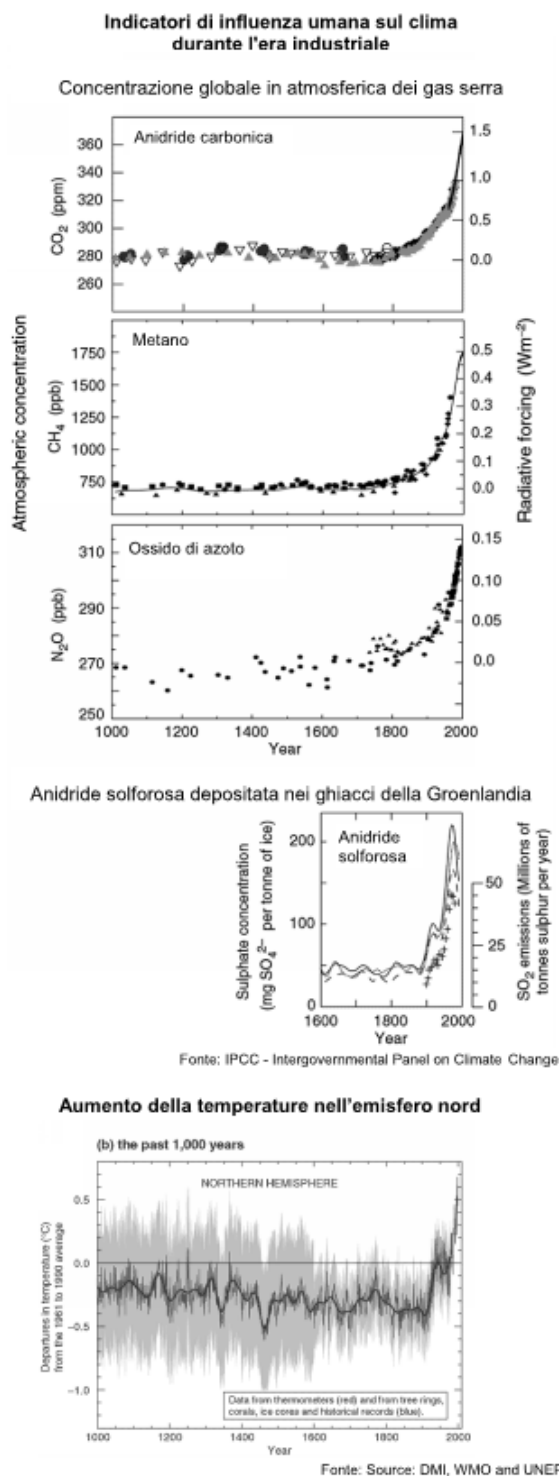


Figura 3.1 – Tendenza di alcuni indicatori rappresentativi dei cambiamenti climatici (S.Zamberlan, 2012)

3.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

3.2.1 Premessa

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, sviluppato a cura della IAT Consulenza e progetti nelle persone del Dott. Geol. Mauro Pompei e della Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina.

L'inquadramento geopedologico è stato invece curato dal Dott. Agr. Nat. Nicola Manis.

Si rimanda, pertanto, ai documenti progettuali citati (Elaborato WVNF-G1 ed Elaborato WVNF-RA9) per ogni maggiore approfondimento in relazione ai rapporti tra le opere proposte ed il contesto geologico e geopedologico di riferimento.

3.2.2 Contesto geologico dell'area vasta

L'area oggetto di studio è situata nella Sardegna meridionale, lungo il bordo orientale del *Campidano*, notoriamente identificato come una zona particolarmente importante nel quadro dell'evoluzione geodinamica della Sardegna e 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 tettonica si sovrappone alla più vasta fossa di età oligo-miocenica che attraversa la Sardegna in senso longitudinale unendo il *Golfo dell'Asinara* con quello di *Cagliari*.

La formazione di quest'ultima si deve a un'intensa tettonica transtensiva sviluppatasi durante il Terziario che ne ha provocato lo sprofondamento mediante un complesso sistema di faglie a carattere in prevalenza trascorrente impostate probabilmente su linee di debolezza erciniche, che localmente ha dato origine a rigetti dell'ordine anche dei 2.000 m.

La colmata della depressione oligo-miocenica si esplica con la messa in posto di un insieme eterogeneo di rocce sedimentarie (continentali e marine) ed effusive, che localmente raggiunge lo spessore di qualche migliaio di metri. In particolare, la sequenza miocenica, piuttosto variegata nello sviluppo dei tre cicli di sedimentazione sinora distinti nella letteratura scientifica e sovrapposti o per una parte coevi all'intenso vulcanismo calcalkalino, nel settore di interesse è composta perlopiù da una successione marnoso-arenacea del I e del II ciclo sedimentario miocenico.

Il primo ciclo sedimentario è rappresentato da una formazione tipica di ambiente marino a bassa energia costituito dalla Formazione della Marmilla [RML] ovvero alternanze marnoso-arenacee a composizione vulcanica ascrivibili all'Aquitano – Burdigaliano inferiore.

Al di sotto delle coperture mioceniche, sotto forma di modesti e isolati rilievi si ritrovano limitati affioramenti granitici appartenenti all'Unità intrusiva di Barrali [RRL] ascrivibile al Carbonifero

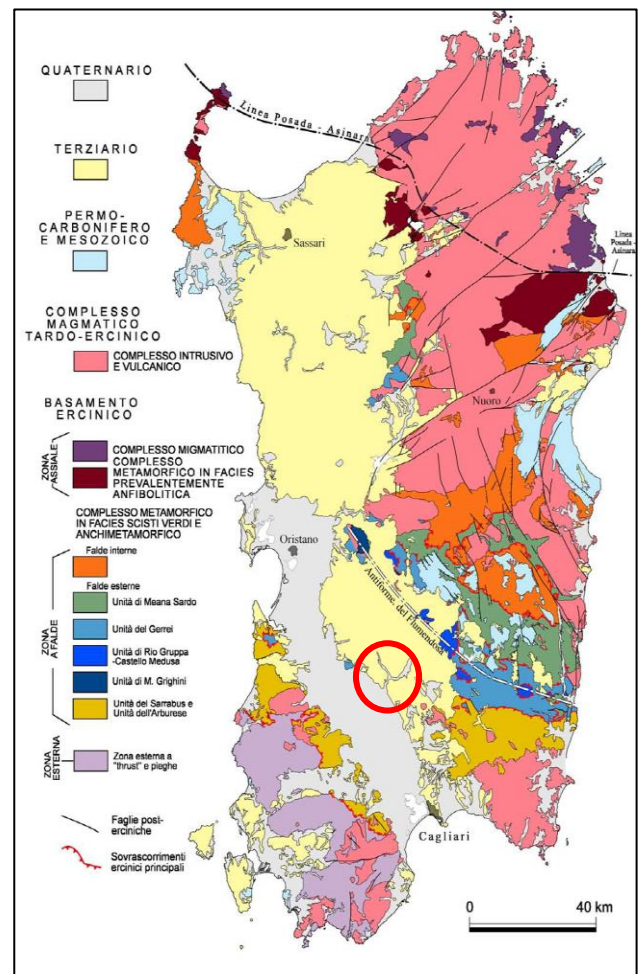


Figura 3.2 – Principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (estratto da "Guida all'escursione nel Basamento ercinico della Sardegna centro meridionale", a cura di A. Funedda)

superiore – Permiano e di metasiltiti appartenenti alla Formazione delle Arenarie di San Vito [SVI], datate Cambriano medio-Ordoviciano. Trattasi di piccoli testimoni del basamento paleozoico che affiorano decisamente a sud del settore in studio, nel territorio di Barrali.

A partire dal Pliocene (5,2÷1,8 milioni anni) e sino al Quaternario antico (Pleistocene inferiore, 1,8÷0,7 milioni anni) alla strutturazione oligomiocenica, in Sardegna si sovrappongono gli effetti di una tettonica distensiva connessa con la formazione del bacino marino Tirrenico, responsabile della formazione della Fossa Campidanese compresa tra il Golfo di Cagliari e quello di Oristano.

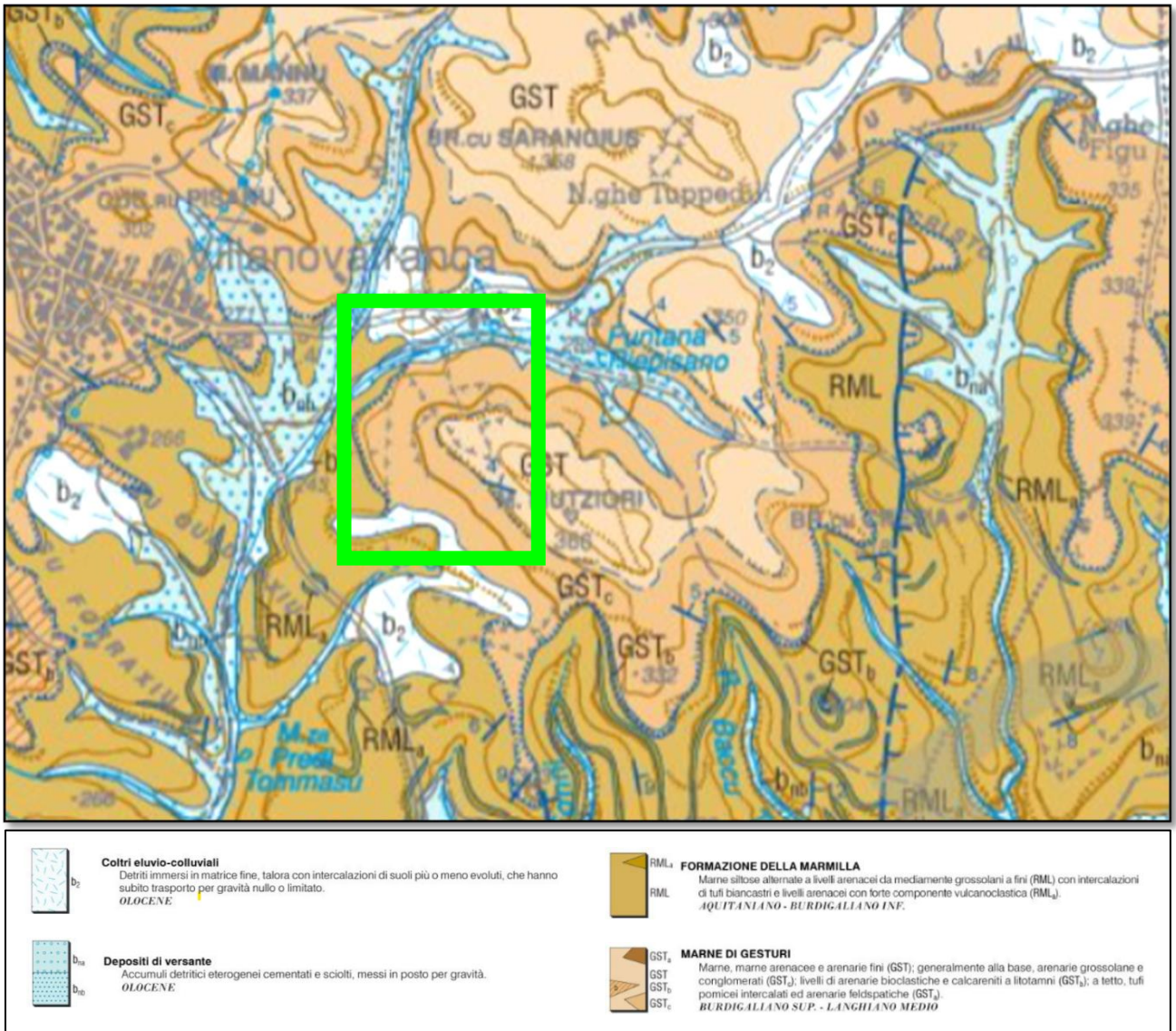
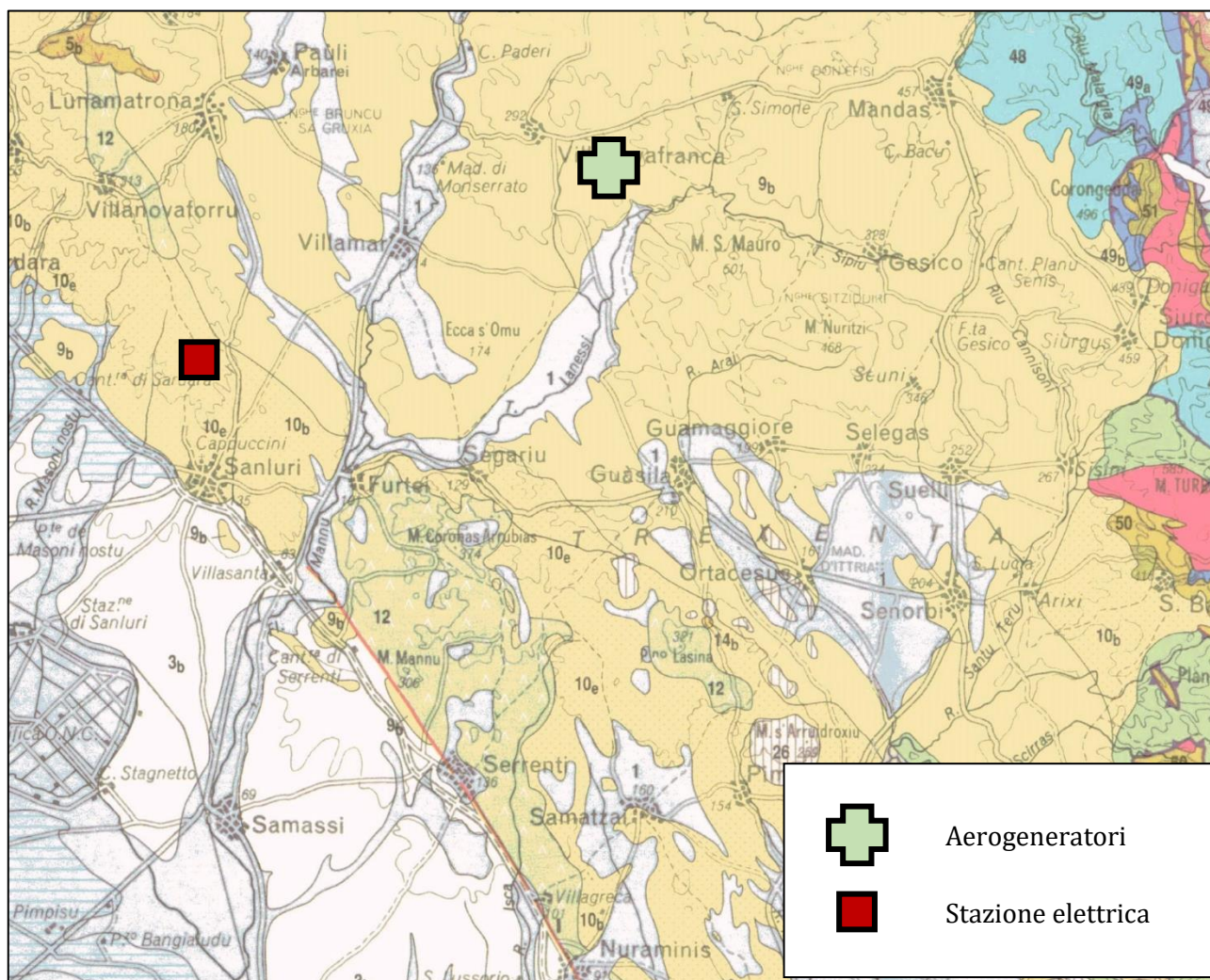


Figura 3.3 – Inquadramento geologico di contesto, tratta da “Carta Geologica di Italia” Progetto CARG edita dall’ISPRA in scala 1:50.000, fuori scala, modificata.

È al termine di questo evento geodinamico, dopo un’intensa fase erosiva che si suppone abbia smantellato i sedimenti marnoso-arenacei miocenici che il paesaggio assume una conformazione molto simile all’attuale: in discordanza sui termini cenozoici poggiano le coltri detritico-alluvionali quaternarie costituite sia da alluvioni continentali antiche e recenti che da detriti di versante e colluvi, ascrivibili sostanzialmente ad un intervallo compreso tra il Pleistocene e l’Olocene.

In corrispondenza dei principali rilievi miocenici si rinvengono sovente le coltri detritiche di versante e colluviali [**b2**] riferibili perlopiù all'Olocene e provenienti dal disfacimento dei rilievi marnoso arenacei oligo-miocenici. Lungo i corsi d'acqua dominano le successioni alluvionali prevalentemente limoso-argillose (**bnc**) ed in subordine ghiaioso-sabbiose [**bna**], di età più antica ("*Alluvioni Terrazzate*") o recente-attuale ("*Alluvioni Attuali*"), mentre limitatamente alle aree depresse, si ritrovano i sedimenti prevalentemente argilloso-limosi di genesi palustre e lacustre.

Chiudono la successione stratigrafica i depositi antropici (ad esempio discariche per inerti).



- 1** Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).
- 3b** Formazione di Samassi – Conglomerati, arenarie, argille di sistema alluvionale, prevalentemente derivati dal rimaneggiamento di sedimenti miocenici (Pliocene medio superiore – Pleistocene).
- 9b** Marne arenacee e siltose, arenarie, conglomerati, calcareniti e sabbie silicee sublitorali-epibatiali, con foraminiferi planctonici e molluschi pelagici (Burdigaliano superiore – Langhiano medio).
- 10b** F.ne di Ussana – Conglomerati poligenici e arenarie continentali con matrice argillosa rossastra; nella parte alita micro conglomerati, arenarie e siltiti, litorali; conglomerati fluviali (Oligocene superiore - Aquitaniano).
- 10e** F.ne delle Marne di Ales –Arenarie, conglomerati, tufiti più o meno arenacee, calcari sublitorali, fossiliferi (Oligocene superiore - Aquitaniano).
- 12** Andesiti e daciti in cupole e colate laviche (Oligocene superiore – Miocene inferiore).
- 50** Metapeliti scure e carboniose (Scisti a Graptoliti Auct.) nella parte inferiore livelli di quarziti nere (Liditi Auct.), nella parte superiore meta calcari modulari con Orthoceratidi, Crinoidi, Tentaculiti e Conodonti (Siluriano inferiore – Devoniano inferiore).

Figura 3.4 – Inquadramento geologico di contesto estratto da “Carta Geologica della Sardegna” in scala 1:200.000, fuori scala curata da: Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna, modificata.

3.2.3 Aspetti geomorfologici

Il parco eolico in progetto s'inserisce in un ambito prevalentemente collinare 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. Le quote assolute variano tra 230÷330 m s.l.m. e le pendenze medie sono dell'ordine di 10÷20°.

Strutture collinari isolate in corrispondenza dei substrati impostati su rocce arenacee litoidi e meno erodibili si alternano ad altre allungate laddove prevalgono le litologie marnoso-siltose. Tale diversità morfologica è da ricondurre all'erosione differenziale a cui sono soggette le rocce marnoso-arenacee mioceniche che mostrano una diversa risposta ai processi erosivi: le rocce arenacee [litofacies nelle Marne di Gesturi – **GSTa**], più resistenti e più dure e pertanto più difficilmente erodibili, rimangono in rilievo e danno origine a forme più sporgenti e appuntite, al contrario le litologie marnoso-siltitiche, molto tenere e meno resistenti, vengono facilmente spianate e agevolmente modellate dagli agenti atmosferici, dando luogo a forme molto arrotondate ed allungate.



Foto 3.1 – Alternanze di livelli marnosi e livelli arenacei lungo la S.P.42.



Foto 3.2 – Alternanze di livelli marnosi e livelli arenacei lungo la S.P.42.

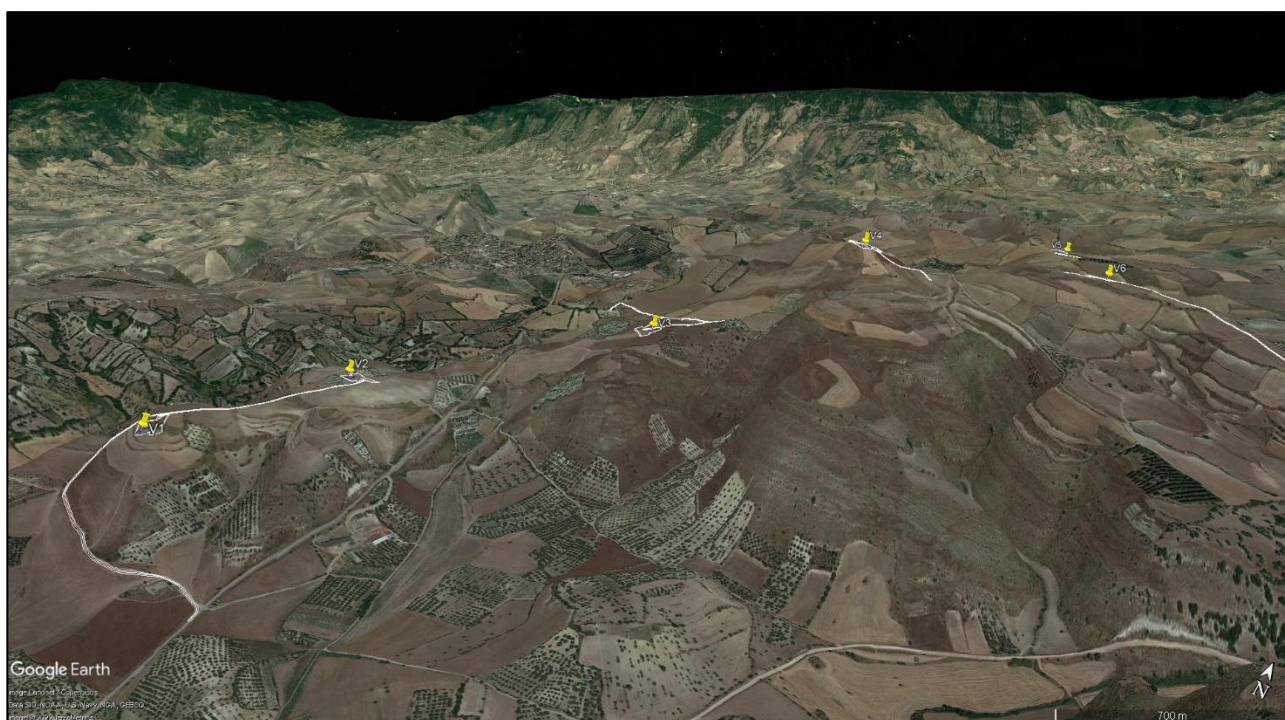


Figura 3.5 – Ambito morfologico al contorno del parco eolico (rapporto lunghezze altezze 1:3).



Figura 3.6 – Ambito morfologico al contorno della stazione elettrica (rapporto lunghezze altezze 1:3).

Queste forme si riscontrano anche nei rilievi impostati nelle litologie ascrivibili alla Formazione della Marmilla [RML], costituita anch'essa da alternanze di litotipi più francamente litoidi e meno erodibili, quali i livelli arenacei grossolani e fini e quelli maggiormente erodibili quali quelli marnosi e tufacei.

I risultati dell'erosione differenziale sono infatti ben visibili anche nel settore sud dell'area in studio, nelle scarpate stradali lungo la S.P.42 ed in particolare al contatto tra le marne siltose alternate a livelli arenacei da grossolani a fini della Formazione della Marmilla [RML] e le bancate suborizzontali costituite da intercalazioni di tufi biancastri, più teneri ed erodibili e livelli arenacei a componente vulcanoclastica [RMLa].

Il contatto fra i differenti litotipi è spesso marcato da una fascia di blocchi rocciosi, accumulatisi per effetto di fenomeni per crollo e rotolamento, a causa del rapido arretramento per erosione al piede del sottostante basamento marnoso-tenero e consecutiva caduta e/o rotolamento per mancato sostegno.

In nessun caso sono state ravvisate potenziali criticità a danno dei siti di imposta delle torri eoliche.

L'assetto geologico, ma soprattutto morfologico sopra descritto infatti, a parte limitate e circoscritte situazioni di potenziale dissesto, che non interessano in alcun modo i siti di imposta degli aerogeneratori, determina ottimali condizioni di stabilità gravitativa dei luoghi.

Infatti, in virtù della morfologia collinare, con debolissime variazioni delle pendenze dei singoli siti coinvolti, non si prevedono particolari problemi di stabilità in fase di realizzazione degli sbancamenti sia per la posa delle opere fondali sia per la realizzazione della nuova viabilità.

Sulla base della conformazione topografica dei luoghi e delle attuali conoscenze non si prevede infatti alcuna interazione tra gli aerogeneratori e le dinamiche morfologiche e idrauliche al contorno.

I siti di imposta dei manufatti in progetto, infatti, sono stati individuati in corrispondenza di aree pressochè pianeggianti o su pendii con modestissime pendenze. Per tale motivo non si prevedono problemi di stabilità in fase di realizzazione degli sbancamenti sia per la posa delle opere fondali sia per la realizzazione della nuova viabilità, se non quelli strettamente legati alle altezze dei fronti e alle caratteristiche litotecniche locali dell'ammasso per la cui definizione si dimanda alla esecuzione della specifica campagna di indagine.

Per i dettagli sull'assetto morfologico su ciascuna torre eolica si rimanda alle schede in appendice.

Il sito che ospiterà la stazione elettrica, distante in linea d'aria circa 15 km ad ovest del parco, ricade in un modestissimo sistema collinare (q.a. 155 m) allungato NW-SE (Figura 3.6).

3.2.4 Assetto litostratigrafico locale

Rispetto al contesto geologico e stratigrafico generale del settore, l'assetto geologico e litostratigrafico dell'area di intervento risulta molto più semplificato in quanto si limita di fatto a poche tipologie di rocce sedimentarie terziarie e di conseguenza ad ampi settori monolitologici dai caratteri abbastanza omogenei, sebbene localmente, all'interno delle stesse formazioni, si riscontrino talvolta facies più o meno intensamente alterate e disgregate, con intercalazioni di livelli più francamente litoidi e meno erodibili.

Il sito specifico si caratterizza altresì per la presenza di una diffusa coltre detritica olocenica di genesi eluvio-colluviale e alluvio-colluviale non correttamente evidenziata nella cartografia geologica ufficiale rispetto alla sua reale estensione. Accanto agli affioramenti rocciosi marnoso-arenacei e siltitici, sovente in bancate alternate da livelli tufacei, localizzati per lo più nelle aree sommitali delle colline e nei rilievi isolati, in tutto il settore sono infatti presenti diffusamente depositi detritici di pendio e di fondovalle utilizzati per attività agricole, come risulta evidente anche dall'osservazione dalle immagini satellitari.

Il grado d'alterazione di terreni, rilevato dal rilievo geologico in corrispondenza le postazioni che ospiteranno le torri eoliche, è risultato abbastanza spinto laddove i processi di pedognizzazione sono più marcati.

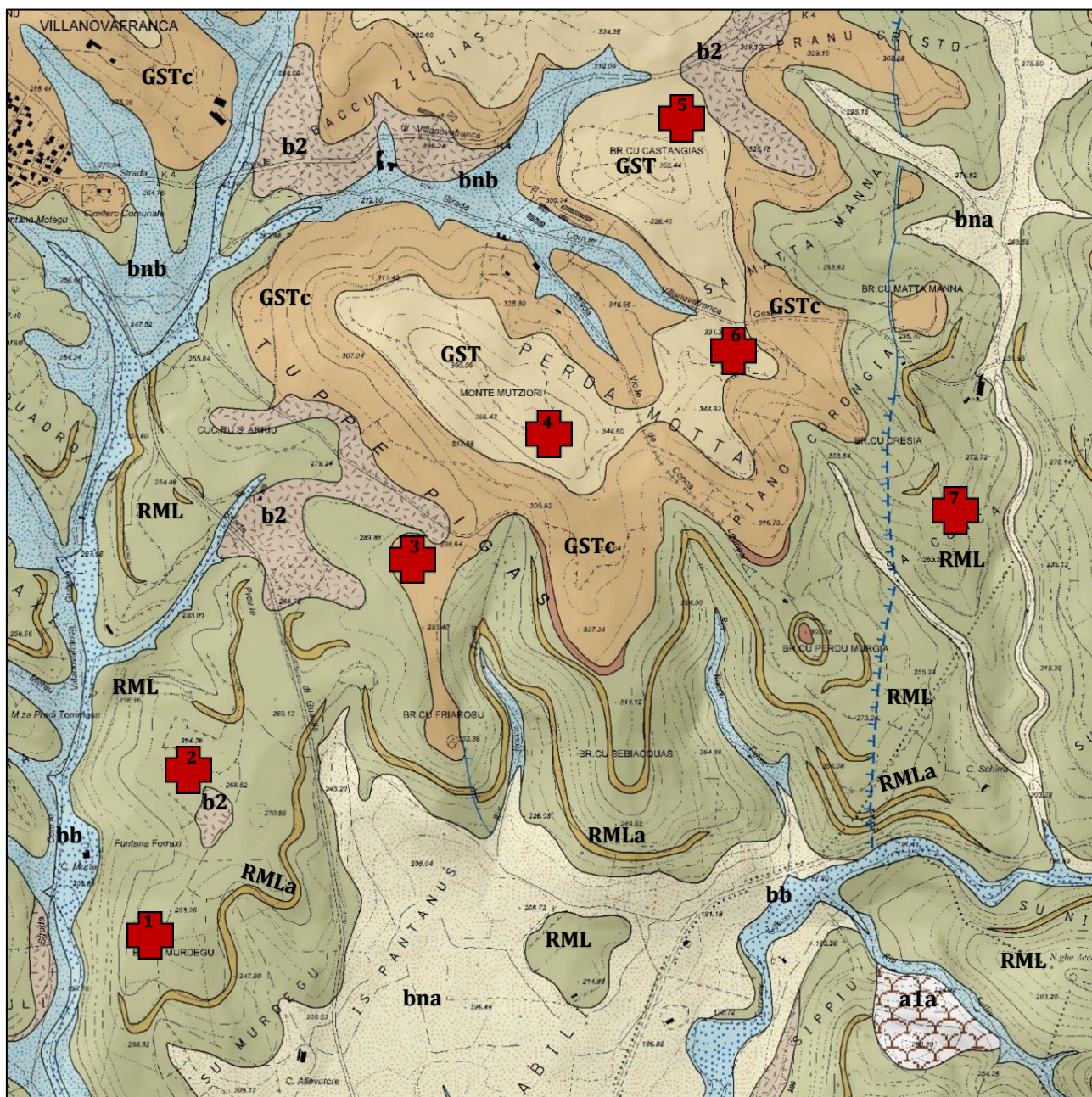
Talvolta il detrito è costituito da piccole coltri terroso-argillose con livelli grossolani, di spessore variabile, maggiore in corrispondenza degli avvallamenti con tendenza a ridursi verso gli spartiacque, e nei versanti collinari a maggiore acclività. Gli spessori e le caratteristiche geotecniche dovranno essere definitivi puntualmente attraverso idonee indagini, al fine di effettuare una corretta progettazione delle opere di fondazione degli aerogeneratori.

Di seguito viene descritta sinteticamente la stratigrafia dell'ambito di intervento, a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia geologica edita dall'APAT [Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia], integrata da ulteriori informazioni provenienti dal rilievo geologico di campagna mirato in particolare a definire la distribuzione delle coperture detritico-alluvionali quaternarie.

A partire dalle più recenti, sono state distinte le seguenti unità:

b2	Coltri eluvio-colluviali	[Olocene]
a1a	Corpi di frana antichi	[Olocene]
bb	Depositi alluvionali terrazzati	[Olocene]
bn	Depositi alluvionali terrazzati	[Olocene]
bnb	Depositi alluvionali terrazzati	[Olocene]
GST	Formazione delle Marne di Gesturi	[Burdigaliano superiore]
GSTb	Litofacies nelle Marne di Gesturi	[Burdig. sup. – Langhiano medio]
GSTc	Litofacies nelle Marne dei Gesturi	[Burdig. sup. – Langhiano medio]
RML	Formazione della Marmilla	[Aquitano – Burdigaliano inf.]
RMLa	Formazione della Marmilla	[Aquitano – Burdigaliano inf.]

per la cui distribuzione areale si rimanda alla carta geologica fuori fascicolo.



	bb Depositi alluvionali costituiti da sabbie con subordinati limi ed argille [Olocene].
	b2 Coltri eluvio-colluviali costituiti da detriti immersi in matrice fine [Olocene].
	a Depositi di versante costituiti da detriti con clasti angolosi talora parzialmente cementati [Olocene].
	bnc Depositi alluvionali terrazzati costituiti da limi ed argille [Olocene].
	GSTc Litofacies nelle Marne di Gesturi [Burdigaliano superiore].
	GST Formazione di Gesturi costituita da marne arenacee e siltitiche [Burdigaliano superiore].

FIGURA 3.7 – Ubicazione del parco eolico su stralcio della “CARTA GEOLOGICA D’ITALIA” a cura di: APAT - Agenzia per la protezione dell’Ambiente e per i Servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d’Italia. modificata (scala 1:10.000).

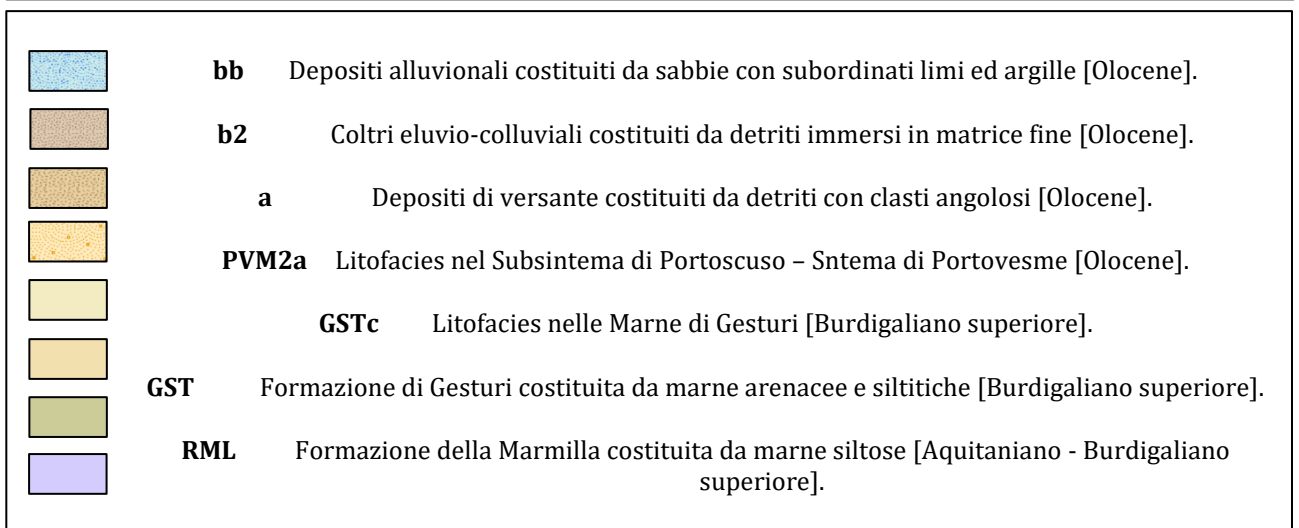
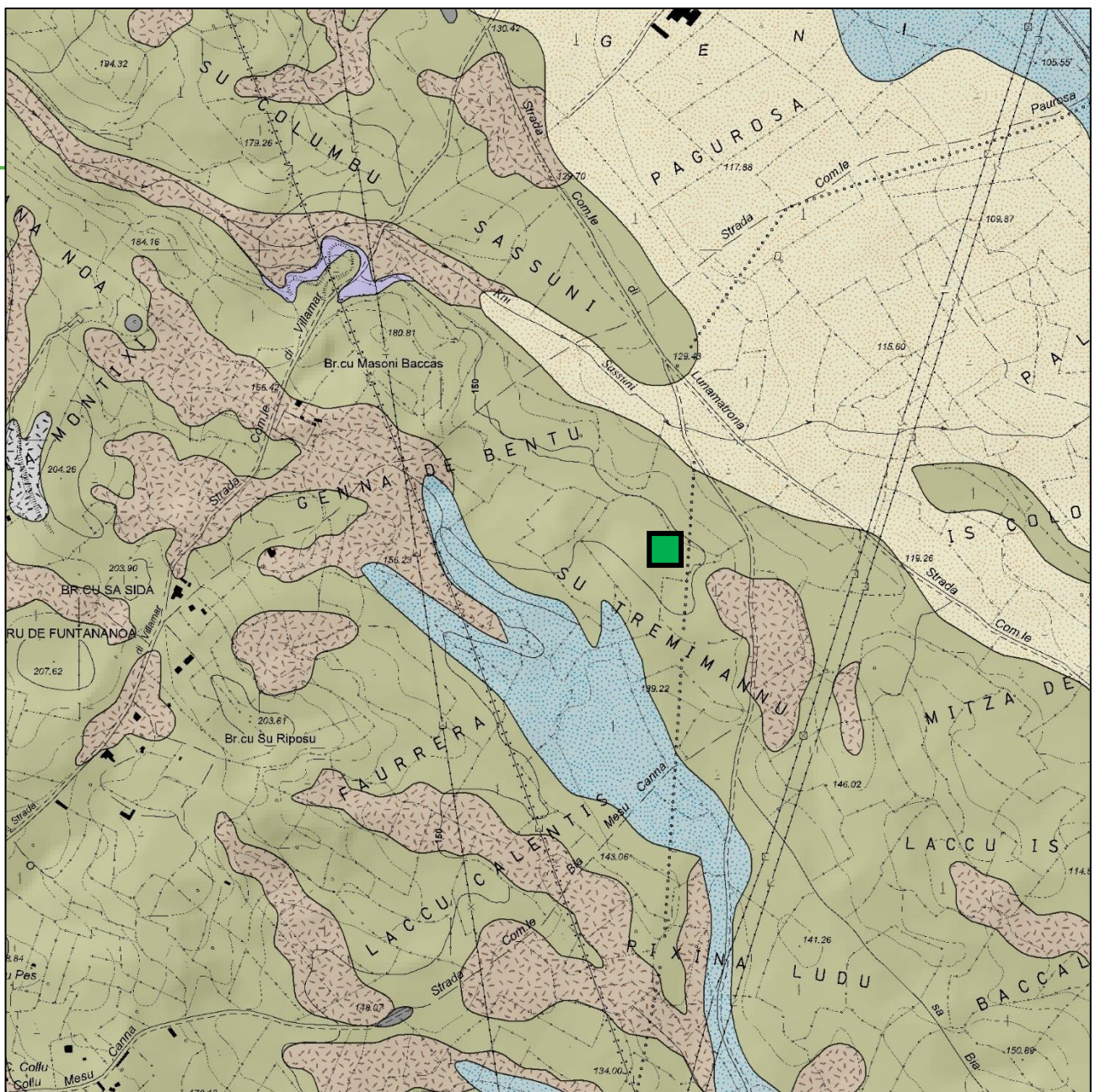


Figura 3.8 – Ubicazione della stazione elettrica su stralcio della "CARTA GEOLOGICA D'ITALIA" a cura di: APAT - Agenzia per la protezione dell'Ambiente e per i Servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geologico d'Italia, modificata (scala 1:10.000).

bb – Alluvioni attuali e recenti

Sedimenti prevalentemente limo-argillosi e sabbiosi di colore bruno, talvolta con ciottoli e blocchi di rocce mioceniche, generalmente incoerenti e sciolti, legati ai corsi d'acqua attuali e quindi ancora in evoluzione.

Nell'ambito in studio tali depositi non rivestono alcuna significatività, in quanto gli aerogeneratori saranno localizzati in versanti collinari, a debita distanza da fondovalle e compluvi.

a1a – Corpi di frana antichi

Sono costituiti da estesi accumuli gravitativi che non presentano indizi di attività recente. Affiorano diffusamente ai bordi dei rilievi tabulari, in corpi di estensione molto variabile. Tali depositi presentano la base della corona ricoperta da spessori anche non trascurabili di depositi detritici e colluviali vegetati e spessori considerevoli e omogenei di suoli.

Tali depositi affiorano in un'area immediatamente a sud del parco eolico in progetto, in località *Sippiu* e in prossimità dell'alveo del *Riu Salliu*, affluente del *Torrente Lanessi*.

Lo spessore di questi accumuli è molto variabile, ma di rado supera i 15 m.

Nell'ambito in studio tali depositi non rivestono alcuna significatività.

b2 – Depositi eluvio-colluviali

Si rinvencono perlopiù in corrispondenza di paleo-depressioni e sui fondovalle attuali 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. A luoghi sono costituiti da frazioni più grossolane (sabbie con sporadici clasti o blocchi) derivanti dal rimaneggiamento dei termini arenacei miocenici.

Si riconoscono facilmente lungo le recenti arature poiché dal tipico colore marroncino in contrapposizione alle sfumature biancastre visibili nelle zone dove risulta affiorante o subaffiorante la roccia arenaceo-marnosa.

Lo spessore stimato è dell'ordine di qualche metro nel fondovalle, ma nei versanti può raggiungere anche il metro.

bn – Alluvioni terrazzate

Depositi a granulometria variabile ma per lo più ghiaioso-ciottolose [**bn**a], eterometriche e poligeniche con elementi derivanti dallo smantellamento dei rilievi paleozoici del Gerrei (scisti, quarziti, etc.), più rari clasti di rocce mioceniche (arenarie, marne, calcari) e spesso ricche in concrezioni carbonatiche. L'addensamento è solitamente elevato, talora con una leggera cementazione da ossidi e idrossidi di ferro e manganese nonché da carbonati di ricircolazione secondaria.

Lo spessore è in genere pluridecimetrico, con locali eteropie verticali e laterali conseguenti alle variazioni del regime idrico dei corsi d'acqua, dando luogo a lenti e lingue di materiali a granulometria più fine (limi e argille) o a sacche conglomeratiche.

Nell'ambito in studio tali depositi non rivestono alcuna significatività.

GST – Formazione della Marne di Gesturi

È costituita da marne arenacee e siltitiche ben stratificate, di colore da colore grigio e giallastro, con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiliotici e frustoli vegetali [GST]

La sequenza, in discordanza sui depositi del primo ciclo sedimentario miocenico, esordisce con un'arenaria microconglomeratica [GSTc] e prosegue con depositi arenacei grossolani di ambiente marino disposti in bancate suborizzontali poco inclinate, massimo 4÷5°.

L'ambiente di sedimentazione è rappresentato da condizioni batiali-epibatiali per quasi tutta la successione con limitati apporti di materiali detritici. Detta litofacies – che testimonia un evento di tipo torbido depositatosi in un bacino ampio e profondo – poggia in discordanza o talvolta in contatto tettonico con la Formazione della Marmilla.

Talora entro la sequenza sono interposti livelli di calcareniti a litotamni [GSTb], che affiorano diffusamente a Sud Ovest del centro abitato di Villanovafranca e non interessano il sito di intervento, mentre a tetto si ritrovano tufi pomicei associati ad arenarie feldspatiche molto grossolane [GSTa] giallo-rossastre per alterazione superficiale, anch'essi poco rappresentati nell'area di intervento.

Sui litotipi appartenenti alla Formazione appena descritta sono impostati gli aerogeneratori V3 [GSTc], V4, V5 e V6 [GST].

RML – Formazione della Marmilla

È costituita da alternanze marnoso-arenacee [RML], siltiti arenacee ad arenarie marnose e siltitiche di colore giallognolo ad elevata componente vulcanica e con talvolta intercalazioni di tufi biancastri [RMLa], talora torbidoitiche, ricche in foraminiferi ed in organismi planctonici, riconducibili ad un ambiente marino distale.

Detta unità alterna livelli a prevalente composizione marnosa, quindi meno competenti e più facilmente erodibili, ad altri fortemente arenacei e molto più competenti, talora grossolani e compatti di colore dal giallognolo al grigiastro.

Gli spessori sono considerevoli anche dell'ordine di 200 m, come direttamente rilevato in sondaggi per ricerche idriche eseguite in territorio di Selegas⁽¹⁾.

La giacitura è perlopiù suborizzontale o leggermente inclinata, mediamente dell'ordine di 5-10° e solo localmente 13-15°. 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.

Su tale litotipo sono impostati gli aerogeneratori V1, V2 e V7.

3.2.5 Stratigrafia dei terreni di fondazione

3.2.5.1 Torri eoliche

L'assetto geologico e litostratigrafico dei siti designati per le torri eoliche è sostanzialmente omogeneo, in quanto si limita di fatto a poche tipologie di terreni che rappresentano il substrato su cui poggia buona parte della locale viabilità di penetrazione agraria ed interpodereale e sulla quale andranno posti i cavidotti e le fondazioni degli aerogeneratori.

⁽¹⁾ Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio n. 548 Senorbì

Sulla base delle ricostruzioni eseguite durante i sopralluoghi e dei lavori effettuati dagli scriventi in aree limitrofe con analoghe caratteristiche geologiche e geotecniche, si evince la diffusa presenza del basamento marnoso-argilloso di colore beige giallognolo, da alterato nella parte sommitale fino a litoide in profondità, sormontato da una coltre terrigena costituita da suoli e depositi colluviali limo-argillosi.

Schematicamente, la sequenza stratigrafica può essere ricondotta alla sovrapposizione dei seguenti strati a partire dal più recente:

A	Suoli e terre nere	[Attuale]
B	Argille limose grigio-brunastre	[Olocene]
C	Colluvio limo-argilloso	[Olocene]
D	Basamento marnoso-arenaceo da alterato a litoide	[Miocene inferiore]

A - Suoli e terre nere

Spessore min *0,20 m*

Spessore max *0,50 m*

Terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore variabile dal marroncino al nerastro.

Trattasi di materiali perlopiù argillosi, poco o moderatamente consistenti, riconducibili a prodotti di colmata di zone depresse in condizioni di ristagno idrico.

A luoghi si rinvencono concentrazioni di clasti di arenaria, poco elaborati.

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.

C - Colluvio limo-argilloso

Spessore min *1,50 m*

Spessore max *2,50 m*

Colluvio argilloso-carbonatico di colore beige-avana, con noduli carbonatici, asciutto, consistente per effetto della temporanea essiccazione.

Come per lo strato precedente, il rinvenimento di questo deposito è localizzato

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 3.00 m di profondità, localmente ridotte alla stregua di un'argilla a scaglie consistenti con patine di ossidazione nella porzione sommitale.

In aggiunta a quanto sopra riportato, per maggiore chiarezza e dettaglio, è stata elaborata, per ciascun aerogeneratore una scheda descrittiva delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni di sedime, che riporta anche l'esatta ubicazione dell'intervento e l'insieme di tutte le informazioni tecniche utili per una corretta progettazione del singolo intervento.

3.2.5.2 Sottostazione elettrica

Riscontri estrapolati da indagini eseguite nelle immediate vicinanze per altre iniziative edilizie, documentano la presenza, al di sotto di una copertura terrigena poco più che metrica costituita da colluvi argillosi e più o meno rimaneggiati dalle pratiche agrarie, del basamento miocenico marnoso-arenaceo.

Il basamento antico soggiace, ascrivibile alla *Formazione della Marmilla [RLM]*, intorno al metro di profondità: si presenta alterato e decompresso in sommità e poi via via lapideo ed indeformabile, preceduto da una copertura terrigena argillosa e più o meno rimaneggiata dalle pratiche agrarie.

3.2.5.3 Cavidotto interrato

Poiché nella gran parte del tracciato, il cavidotto correrà a latere della viabilità interpoderale locale, interferirà con gli stessi materiali costituenti il sottofondo stradale piuttosto che con i sedimenti argilloso-limosi di origine eluvio-colluviale. Quest'ultima eventualità è ancor più verosimile quando il tracciato si distacca dalle strade interpoderali e negli ultimi 200 m fino alla stazione elettrica in progetto.

Per le esigue profondità di scavo si esclude un'interazione con il basamento litificato miocenico.

Come accennato in premessa, la stesura del presente elaborato si è avvalsa di una base informativa e cognitiva diretta, confortata da descrizioni diverse e da dati in possesso degli scriventi: seppur relativi a lavori di differente natura ed in assenza di test geognostici diretti, hanno consentito una modellazione geologica confacente alla fase progettuale in essere ed una caratterizzazione indicativa geotecnica dei terreni interagenti con le opere in programma.

Per tale motivo quindi, si ribadisce la necessità di indagini per la determinazione del reale spessore dei depositi sopra descritti e delle relative caratteristiche geotecniche.

3.2.6 Aspetti geotecnici

Richiamando quanto esposto nel capitolo dedicato alla modellazione geologica, vista l'ampiezza del settore di intervento, si ritiene utile analizzare gli aspetti geotecnici degli stessi limitatamente alle zone di imposta degli aerogeneratori, che costituiscono le opere di maggior impatto sul sottosuolo.

La semplicità dell'assetto litostratico dei luoghi precedentemente decritta facilita questa prima valutazione in quanto, sostanzialmente, è possibile definire una stratigrafia litotecnica con tre distinte unità che hanno diretto riferimento con quelle definite nella modellazione geologica.

Non essendo stato possibile al momento eseguire 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 1,50 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. A suffragio di quanto, test condotti su terreni similari per altre iniziative edilizie hanno ascrivuto 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 $E_{ed} = 50\div 60 \text{ daN/cm}^2$

D – Basamento marnoso-arenaceo

Spessore pluridecametrico

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 $E = >1.000 \text{ daN/cm}^2$

Per i dettagli sito specifici, si rimanda alle schede a corredo del presente documento.

3.2.7 Caratterizzazione sismica

3.2.7.1 Sismicità dell'area

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 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 decenni non pochi sono stati i terremoti di energia non trascurabile localizzati in Sardegna o nelle sue immediate vicinanze⁽²⁾.

⁽²⁾ (<https://ingvterremoti.wordpress.com/2016/06/04/i-terremoti-nella-storia-cagliari-adi-4-juny-terremotus-factus-est-1616/>).

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04, consultabili dal sito web “DBMI04”, 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. 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 de ipocentro a profondità tra 11 km e circa 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 1000-2014.

L'archivio non indica alcun evento con epicentro nel Comune di Villanovafranca.

Si segnalano altresì il terremoto magnitudo 4,77 del 26.04.2000 con epicentro nel Tirreno centrale (40.955 N – 10.097 E, profondità circa 1 km), quello magnitudo 4,52 del 15.05.1897 con epicentro nel Tirreno meridionale e quello del 17.08.1771 con magnitudo 4,43 e area epicentrale nella Sardegna meridionale.

Non si hanno testimonianze degli effetti di questi terremoti per il territorio di Villanovafranca, né per i comuni vicini ove sono stati avvertiti, per cui si presume siano stati irrilevanti.

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.

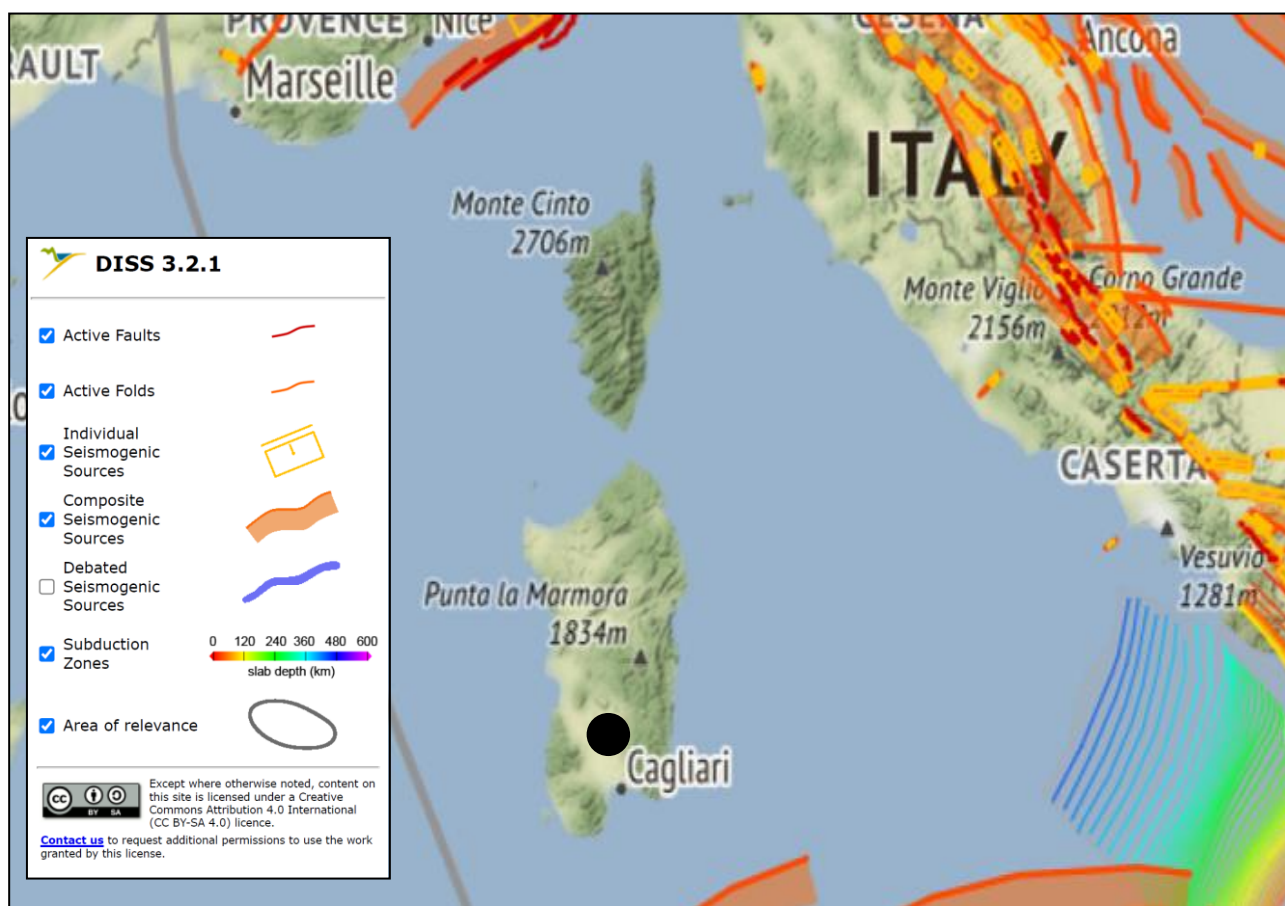


FIGURA 3.9 – Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5,5$ rispetto all'area di intervento (estratto da DISS Working group 2018, Database of Individual Seismogenic Sources ver. 3.2.1., <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>).

3.2.7.2 Classificazione sismica

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 alle quali si applicano norme tecniche differenti le costruzioni.

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 e del progresso scientifico, attraverso l'applicazione WebGIS, è possibile consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica. Il sito di specifico intervento edilizio, così come tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro a_g è assegnato un valore di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) compreso tra **0,025÷0,05 g** da adottare nella progettazione.

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.

3.2.7.3 Pericolosità sismica

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 ogni 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..

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.

3.2.7.4 Categoria di sottosuolo

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 stato 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.

Alla luce di quanto, 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.

3.2.7.5 Caratterizzazione sismica attraverso prospezioni sismiche MASW

Durante gli studi progettuali si è convenuto di realizzare alcune prospezioni sismiche con tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) in modo da ricostruire, attraverso la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , una sismostratigrafia atta alla definizione della categoria di suolo, mediante elaborazione delle velocità equivalenti ($V_{s,eq}$), in ossequio alla normativa antisismica vigente (Ordinanza n.3274) e delle «Norme tecniche per le Costruzioni» (D.M. 17.01.2018), aggiornamento 2019» le cui risultanze fanno parte della relazione in oggetto.

In prossimità della postazione V2 si sono rinvenuti i seguenti risultati:

ESITO CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Profondità piano di posa	0,00 m
$V_{s,eq}$ (H = 30,00 m)	
Categoria di sottosuolo	A

CATEGORIA DI SUOLO "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.

In prossimità della postazione V4 si sono rinvenuti i seguenti risultati:

ESITO CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Profondità piano di posa	0,00 m
$V_{s,eq}$ (H = 30,00 m)	413,75
Categoria di sottosuolo	B

CATEGORIA DI SUOLO “B”

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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.

In prossimità della postazione V6 si sono rinvenuti i seguenti risultati:

ESITO CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Profondità piano di posa	0,00 m
Vs,eq (H = 30,00 m)	413,75
487,62	B

CATEGORIA DI SUOLO “B”

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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.

3.2.8 Geopedologia e uso del suolo

3.2.8.1 Descrizione dei suoli

L'analisi pedologica è stata portata a termine attraverso una serie di sopralluoghi, effettuati in data 01/03/2022 che hanno consentito allo scrivente di analizzare e verificare le effettive caratteristiche dei suoli dell'area su cui verranno ubicati gli aerogeneratori e costruita la sottostazione elettrica. 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, in cui ricadono le stazioni V3 e V6; nei suoli in cui verranno ubicate le turbine eoliche V4 e V5, sviluppatasi sulle marne arenacee e siltitiche giallastre delle Marne di Gesturi; e infine, su quelli sviluppatasi sulla Formazione della Marmilla che comprende i siti V1, V2 e V7.

3.2.8.2 Piano di campionamento

I rilevamenti sono stati eseguiti per ogni singola stazione in cui è prevista l'installazione degli aerogeneratori. Per raccogliere informazioni dettagliate si è provveduto ad effettuare dei minipit che saranno utili per redigere la Land Capability e la Land Suitability. Tali strumenti saranno necessari a valutare rispettivamente: le limitazioni e le capacità d'uso del territorio e la suscettività d'uso, in previsione degli usi potenziali che potrebbero essere attuati sulla base delle caratteristiche riscontrate.

3.2.8.2.1 Unità di Terre

3.2.8.2.1.1 Introduzione

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.

3.2.8.2.2 Unità delle terre nell'aria di studio

MAN (sottounità fisiografica -2, -1, 0, +1, +2)

Unità caratterizzata da diverse morfologie (concave e convesse) localizzata sulle aree sommitali pianeggianti e subpianeggianti dei rilievi collinari e sui relativi versanti semplici, lineari e ondulati.

Uso del suolo prevalentemente costituito da seminativi, pascoli e colture permanenti come oliveti (principalmente) e vigneti. 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 a erosione idrica laminare, specialmente in aree a elevate pendenze, ridotta profondità dei suoli e/o a difficoltà di drenaggio.

ATN (sottounità fisiografica -2, -1, 0, +1, +2)

Alternanza di forme concave e convesse, ubicata su aree pianeggianti e subpianeggianti dei rilievi collinari presenti nell'area e sui relativi versanti semplici, lineari e ondulati. Gli usi più frequenti sono i 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 profondità dei suoli.

3.3 AMBIENTE IDRICO

3.3.1 Premessa

In analogia con quanto segnalato a proposito della componente ambientale "Suolo e sottosuolo", la descrizione che segue è stata sviluppata attraverso le specifiche conoscenze scaturite dallo studio geologico-tecnico redatto dalla I.A.T. Consulenza e Progetti nell'ambito della progettazione dell'intervento, a firma del Dott. Geol. Mauro Pompei e della Dott.ssa Geol. Francesca Maria Lobina.

3.3.2 Inquadramento idrogeologico

L'assetto idrogeologico locale è condizionato dal basamento marnoso siltoso-argilloso pressoché impermeabile a grande scala a meno di particolari condizioni di elevata fratturazione o variazioni stratigrafiche con presenza di lenti arenaceo-sabbiosi e/o di bancate detritico-carbonatiche, entro le quali potrebbe instaurarsi una circolazione idrica profonda.

Le coperture superficiali, di natura colluviale-alluvionale, risultano contraddistinte da porosità e permeabilità di fatto poco favorevoli a consentire un'infiltrazione efficace degna di nota e pertanto la formazione di una falda freatica superficiale: ciò in ragione della spiccata composizione argillosa e del ridotto spessore della stessa coltre, in genere non superiore a 2 m. Questa constatazione, insieme alla presenza di uno sviluppato sistema di irrigazione facente parte della rete consortile irrigua che fa capo al Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale e che serve gli abitati limitrofi di Guasila, Guamaggiore e Villamar, è la ragione della quasi totale assenza di pozzi superficiali.

Alle unità litologiche precedentemente distinte possono associarsi le seguenti classi di permeabilità.

Medio-alta

Vi rientrano i depositi alluvionali attuali e recenti [**b**], spesso sciolti ed incoerenti, in particolare per le frazioni sabbioso-ghiaiose la cui permeabilità alta per porosità diminuisce fino a medio-bassa nelle facies limoso-argillose.

Medio-bassa

Appartengono a questa classe i depositi olocenici terrazzati [**bn**], la cui permeabilità è funzione del tenore di argilla e del grado di ferrettizzazione e cementazione. Vi rientrano le coltri eluvio-colluviali [**b2**] le quali, derivando dal rimaneggiamento di terreni marnosi, presentano complessivamente permeabilità bassa per porosità, localmente media laddove prevale la componente sabbiosa.

Da molto bassa a bassa

Comprendono le successioni marnose della Marmilla [**RML**] e di Gesturi [**GST**] caratterizzate nell'insieme da una permeabilità molto bassa o nulla, localmente medio-alta per fessurazione in corrispondenza delle bancate arenacee fratturate, le quali però a scarsa della ridotta potenza (circa 1÷5 m) e della mancanza di apporti idrici dagli affioramenti della formazione in cui sono immerse, non costituiscono un acquifero molto produttivo.

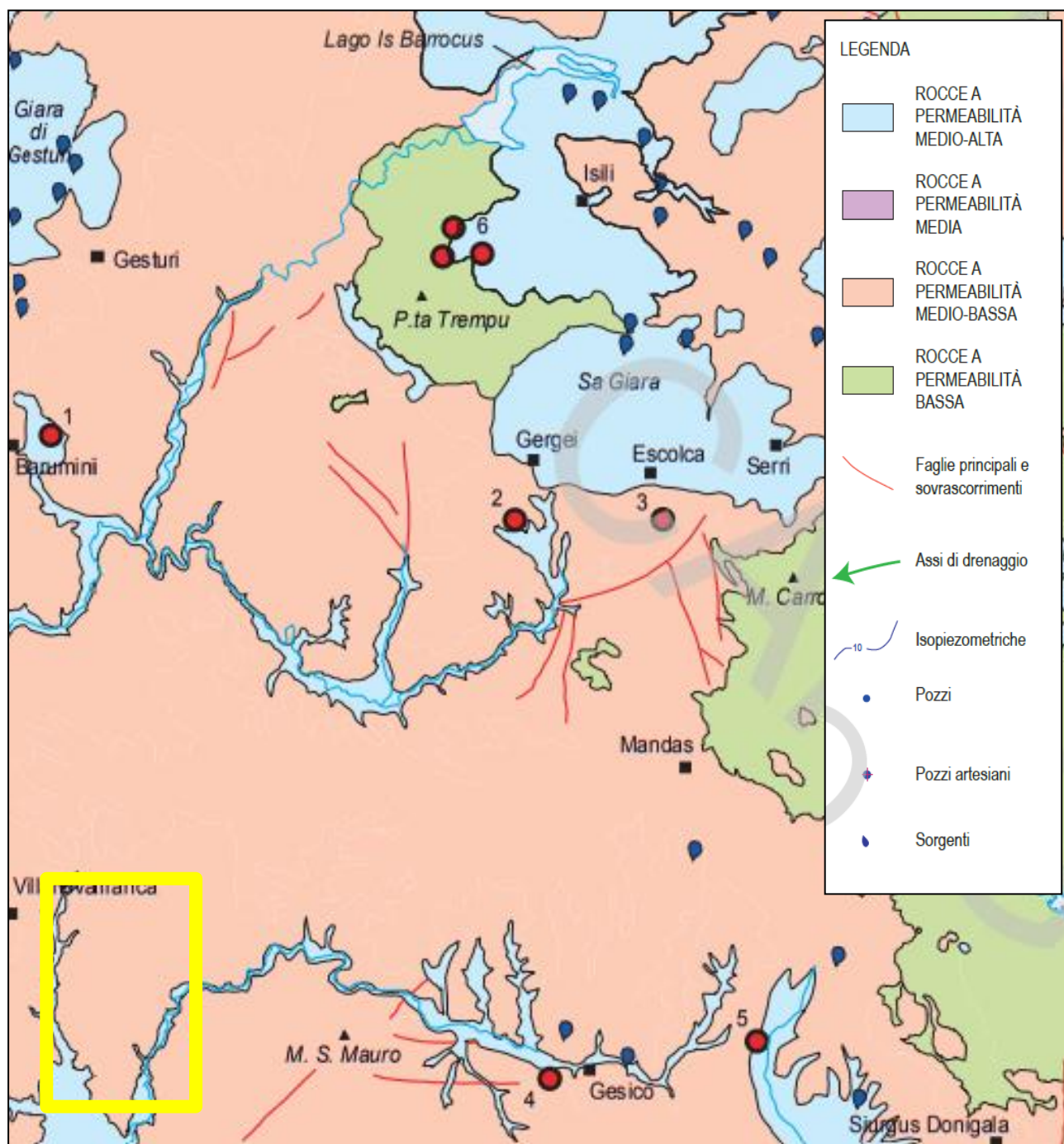


FIGURA 3.10 – Stralcio schema idrogeologico del Foglio 540 "Mandas" – Fonte Progetto CARG.

Come si evince dallo schema idrogeologico per il Foglio 540 Mandas nel progetto CARG⁽³⁾ di cui uno stralcio è riportato in FIGURA 3.10, vi è una certa omogeneità nelle caratteristiche dei litotipi interessati dal progetto, ma non è possibile, allo stato attuale, ricavare uno schema preciso e attendibile della circolazione sotterranea locale, poiché non si dispongono dati sull'andamento delle

⁽³⁾ Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Servizio Geologico d'Italia

isofreatiche e neppure su perforazioni e portate dei livelli idrici superficiali e profondi. I pozzi esistenti, infatti, sono pochi e mal distribuiti e soprattutto a distanza rilevante dall'area in studio.

Gli unici dati che possono fornire qualche informazione sono quelli relativi ad una perforazione localizzata a Sud dell'abitato di Gesico, a circa 8 km dall'area in studio, che ha intercettato una falda in pressione alla profondità di 140 m, ospitata in un livello calcareo-arenaceo, con una portata di 1,5 l/sec⁽⁴⁾.

A causa delle caratteristiche geologiche, ma soprattutto morfologiche e strutturali, l'assetto idrogeologico dell'area si presenta alquanto complesso. Gli acquiferi, prevalentemente fessurati, pur essendo dotati in qualche caso di buona potenzialità, non hanno in genere continuità areale, in quanto frazionati da limiti tettonici e morfologici. Le falde freatiche, diffuse soprattutto nei fondivalle e nelle zone pianeggianti in terreni terziari, hanno scarsa rilevanza, mentre di maggiore interesse sono gli acquiferi profondi delle formazioni marnoso-arenacee.

Dall'analisi della cartografia idrogeologica si evince infatti che, nel settore di intervento, la circolazione idrica sotterranea è strettamente vincolata dalla presenza di un substrato poco o nulla permeabile costituito dalle marne arenacee di Gesturi e dalle marne argillose della F.ne della Marmilla. Quest'ultima non consente l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo se non in corrispondenza di variazioni stratigrafiche con presenza di intercalazione sabbioso-arenacee o fratture e giunti all'interno della facies litoide. Neanche la copertura argilloso-limosa, per la granulometria molto fine e per il ridotto spessore, costituisce un acquifero di rilievo, ma localmente è interessato da una debole umidità al contatto con il sottostante basamento impermeabile.

Non è escluso che in concomitanza delle precipitazioni possano instaurarsi condizioni di locale saturazione dei terreni sommitali e ristagni idrici.

⁽⁴⁾ Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio n. 540 "Mandas"

3.4 PAESAGGIO

3.4.1 Premessa e criteri di analisi

Come esplicitato all'interno del quadro di riferimento programmatico, gli interventi in progetto non interessano aree sottoposte a tutela ai sensi degli artt. 142 e 143 del Codice Urbani. Per quanto sopra, per il presente progetto, non si ritiene sussistano i presupposti per la formulazione dell'istanza di autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 146 comma 3 del D.Lgs. 42/04 (Codice dei Beni Culturali e del paesaggio).

Tuttavia, anche in considerazione della particolare tipologia di opera, si è ritenuto opportuno corredare il progetto di un elaborato specialistico dedicato (Elaborato WVNF-RA8 *Analisi di inserimento paesaggistico*) redatto, per assimilazione, 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.

Per un'analisi organica ed esaustiva dei potenziali effetti del progetto sulla componente ambientale "Paesaggio" si rimanda pertanto all'esame dell'allegata Relazione di analisi di inserimento paesaggistico (Elaborato WVNF-RA8).

Al fine di fornire alcuni presupposti interpretativi alle più estese analisi e valutazioni contenute nell'Analisi di inserimento paesaggistico, 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.

3.4.2 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 dell'Analisi di inserimento paesaggistico.

3.4.2.1 *Diversità: riconoscimento di caratteri / elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, storici, culturali, simbolici*

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

- al sistema 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.);
- all'importanza strategica della direttrice infrastrutturale della Strada Statale 197 di S. Gavino e del Flumini di collegamento tra i territori del *Campidano*, della *Marmilla* e del *Sarcidano* e la Strada Statale 131 (collegata alla SS197 poco a sud di Sanluri);
- alle dinamiche evolutive e di sviluppo dell'Area Metropolitana di Cagliari;
- alla marcata impronta ambientale del sistema di rilievi del *Gerrei* a est e la sua importante attrattività turistica in ambito escursionistico;
- all'unicità paesaggistica dei profili a *mesa* dei numerosi altipiani basaltici tipici della *Marmilla* (la *Giara di Gesturi* costituisce l'elemento paesaggistico dominante per le sue dimensioni, ma

sono presenti anche degli altopiani più piccoli come: *Pranu Siddi, Pranu Mannu, Pranu Muru e Sa Giara di Serri*);

- alla marcata attrattività turistica e storico-archeologica dell'area della regione storica della *Marmilla* stessa, con aree di spiccato interesse (complessi nuragici come ad esempio *Barumini* e *Su Mulinu*, ma tante altre emergenze storiche e archeologiche di pregio).

Su scala ristretta dell'ambito di intervento può riferirsi:

- al rapporto simbiotico delle popolazioni dell'interno con la terra, testimoniato dalla prosecuzione delle tradizionali pratiche agro-zootecniche, in particolare legate alla produzione di vino e olio, grano e altri seminativi e dello zafferano Dop.

Alle presenti considerazioni che consentono di inquadrare in termini generali i connotati paesaggistici segue una parte di relazione strutturata in termini analitici, in funzione delle indicazioni suggerite dal D.P.C.M. 12/12/2005.

3.4.2.2 *Integrità: permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi antropici storici (relazioni funzionali, visive, spaziali, simboliche, ecc. tra gli elementi costitutivi)*

Villanovafranca. In particolare, gli aerogeneratori si trovano nella parte sud-orientale del territorio comunale di Villanovafranca con due di essi quasi al confine con il territorio comunale di Gesico a est e con il territorio comunale di Villamar a sud. Tale area è delimitata a nord dalla SP36 e da alcuni rilievi collinari che non superano i 360 m; a est dal rilievo collinare *Brunco Planu Mesa* e dall'omonimo altopiano; a sud-est dal *Riu Sippiu* che scorre in direzione sud-ovest nel territorio di Gesico a ovest e Guasila a sud; a sud dalla Piana del Medio Campidano e, infine, a ovest dalla SP35 per 5 aerogeneratori, mentre i restanti 2 sono localizzati tra la SP35 e il *Riu Canna*, che scorre a ovest di quest'ultima.

Sotto il profilo geomorfologico il territorio è abbastanza omogeneo, si tratta, come descritto in precedenza, di un ambito collinare regolare ed uniforme in cui risaltano i profili a *mesa* dei numerosi altipiani basaltici (la *Giara di Gesturi* costituisce l'elemento paesaggistico dominante per le sue dimensioni, ma sono presenti anche degli altopiani più piccoli come: *Pranu Siddi, Pranu Mannu, Pranu Muru e Sa Giara di Serri* che si trovano nel territorio della *Marmilla*). Tale ambito collinare si è sviluppato 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. Quest'ultima caratterizza gli affioramenti collinari per la presenza diffusa di ciottoli eterometrici arrotondati derivati dall'intensa azione di smantellamento del basamento paleozoico, riportati alla luce dal denudamento delle coperture vegetali e dalle lavorazioni dei campi per l'uso agricolo. Tale territorio, infatti, è dedicato da secoli alle colture agrarie e alle attività zootecniche.

Attorno a tale sistema collinare sono presenti numerosi canali e affluenti delle aste fluviali principali che scorrono con direzione ortogonale ai versanti collinari sia a nord-ovest che a sud-est. In particolare, sono presenti i seguenti corsi d'acqua: *Riu Baccu Tufau, Riu Sippiu* e il *Riu Sa Canna* e alcuni rii e canali minori affluenti di quelli sopra indicati a sud-est; il *Flumini Mannu*, che prosegue il suo corso verso sud, e la *Gora di Baccu Margiani* a nord-ovest.

Proprio grazie alla presenza dell'acqua questo territorio risulta essere molto fertile con l'agricoltura come attività prevalente. In particolare, l'area dove si trova l'impianto risulta essere dedicata a seminativi non irrigui e prati artificiali. La vegetazione arborea o arbustiva risulta essere quasi

completamente assente, tranne per alcune aree dedicate ad oliveti, vigneti e a colture temporanee associate all'olivo.

La conformazione morfologica del settore di intervento, contraddistinta da estese superfici sub pianeggianti o in debole pendenza, ha favorito un importante utilizzo antropico dei luoghi che ha notevolmente condizionato la conservazione della copertura vegetazionale originaria, ora variamente degradata da coltivazioni, sopra-pascolo, disboscamenti e decespugliamenti.

In particolare, risulta evidente l'utilizzo dei suoli agricoli locali per coltivazioni di cereali e frumento, ma anche di ortaggi, foraggi, vite, olivo, mandorlo e soprattutto dello zafferano, prodotto a marchio Dop. Sono presenti anche delle aree dedicate al pascolo di bovini e ovini.

3.4.2.3 Qualità visiva: presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche

La *Marmilla*, essendo una regione a prevalenza collinare, che confina con il Campidano a sud-ovest, la *Trexenta* a sud-est, il *Sarcidano* a nord-est, l'*Alta Marmilla* a nord-ovest, non ha delle vette che permettano di osservare un panorama di grande ampiezza. I rilievi, infatti, sono molto contenuti con culmine nell'altura di *Monte Mutziori* (366 m). Questo territorio assume una particolare suggestione in inverno e in primavera quando, con la stagione delle piogge, il verde domina le vallate rendendo ancor più gradevole il panorama. Non sono presenti strade che appartengono alla categoria "panoramiche" che attraversano da vicino il territorio in esame. L'infrastruttura a valenza paesaggistica e di fruizione turistica più prossima all'impianto è la SS 128 Centrale Sarda.

3.4.2.4 Degradato: perdita, deturpazione di risorse naturali e di caratteri culturali, storici, visivi, morfologici, testimoniali

Il contesto di progetto è un territorio che appare oggi in equilibrio con gli usi tradizionali, in cui non si possono individuare specifici fenomeni di degrado.

3.5 VEGETAZIONE, FLORA ED ECOSISTEMI

3.5.1 Inquadramento geobotanico del territorio

L'opera in esame ricade nel distretto della Marmilla, in territorio comunale di Villanovafranca (VS), nella Sardegna meridionale. La quota massima e minima del sito di installazione degli aerogeneratori è pari rispettivamente a circa 350 e 264 m s.l.m., mentre la distanza minima dal mare è pari a circa 44 km (costa di Arborea).

Secondo la Carta Geologica della Sardegna (CARMIGNANI et al., 2008) il sito di installazione degli aerogeneratori è caratterizzato da litologie sedimentarie oligo-mioceniche, rappresentate dalle marne siltose della Formazione della Marmilla e dalle marne arenacee della formazione delle Marne di Gesturi, incluse le relative litofacies ad arenarie grossolane. I restanti substrati consistono in depositi alluvionali e coltri eluvio-colluviali recenti (olocenici).

Per quanto riguarda gli aspetti bioclimatici, secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna (RAS, 2014) il sito è caratterizzato da un bioclima Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico, e ricade in piano bioclimatico Mesomediterraneo inferiore, secco superiore, euoceanico debole.

Dal punto di vista biogeografico, secondo la classificazione proposta da ARRIGONI (1983a), l'area in esame ricade all'interno della Regione mediterranea, Sottoregione occidentale, Dominio sardo-corso (tirrenico), Settore sardo, Sottosegno costiero e collinare, Distretto campidanese.

3.5.1.1 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 PPR⁵, *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).

Il Sito Natura 2000 più vicino è rappresentato dalla ZSC ITB042237 "Monte San Mauro", ricadente ad una distanza minima di circa 0,75 km dal sito di installazione degli aerogeneratori.

3.5.1.2 Alberi monumentali

Sulla base dei più recenti elenchi ministeriali⁶, 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).

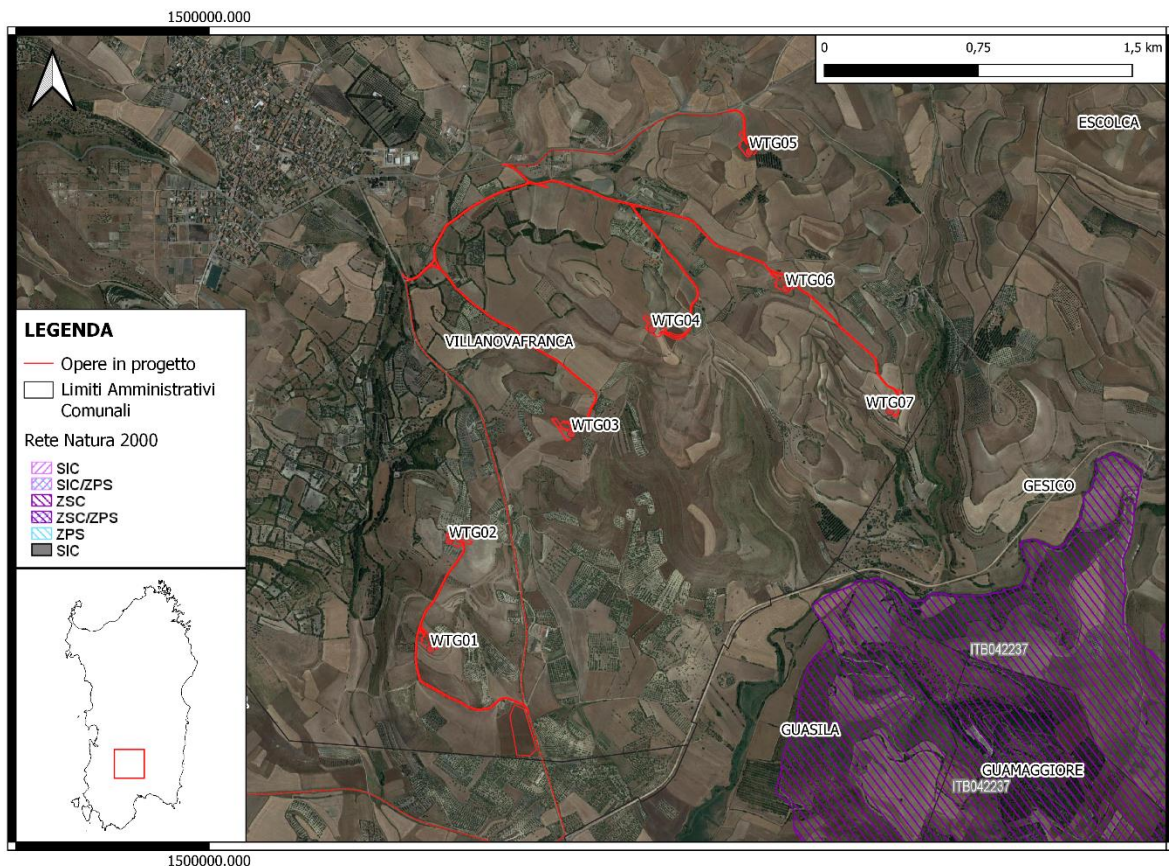


Figura 3.11 – Inquadramento territoriale rispetto a Siti Rete Natura 2000

3.5.2 Caratteristiche floristiche dell'area di intervento

Conoscenze pregresse

Le conoscenze floristiche del territorio comunale di Villanovafranca e comuni limitrofi si devono alle segnalazioni di alcuni autori, di seguito riportate:

⁵ PPR Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ex art. 143 D.Lgs 42/04 e succ. mod.

⁶ Elenco degli alberi monumentali d'Italia aggiornato al 05/05/2021 (quarto aggiornamento. Riferimento D.M. n. 205016 del 05/05/2021)

- *Cymbalaria mulleri* (Moris) A.Chev. subsp. *mulleri* - Villanovafranca, Piano Corongia. ARRIGONI, 1979. Pianta erbacea perenne endemica esclusiva della Sardegna, che vegeta nelle rupi calcaree della Sardegna centrale, a sud del Gennargentu (ARRIGONI, 2013). La specie viene classificata come Vulnerabile (VU) secondo le ultime Liste Rosse Ministeriali (ROSSI et al. 2020).
- *Echium plantagineum* L. – Villanovafranca, Cantoniera Serri. VALSECCHI, 1971 (SS).
- *Carex caryophyllea* Latourr - Villanovafranca, Riu Sa Canna. ARRIGONI & RAFFAELLI, 1970 (FI) (sub *Carex caryophyllea* Latourr. subsp. *insularis* (Christ ex Barbey) ARRIGONI).
- *Iris florentina* L. - Villanovafranca, S.S. 197. LAZZERI et al., 2014 (sub *Iris albicans* Lange).

Per quanto riguarda i comuni confinanti e maggiormente prossimi al sito in esame (Gesico, Escolca, Guasila e Villamar), si riportano di seguito le segnalazioni floristiche reperite riguardanti i *taxa* di maggior rilievo:

- *Polygonum scoparium* Loisel. - Guasila (RAFFAELLI M., 1978; ATZEI E MANUNTA, SASSA, 1973). Suffrutice prostrato endemico di Sardegna e Corsica (ARRIGONI, 2010), classificato come Minacciato (EN, Endangered, In pericolo) nelle più recenti Liste Rosse Nazionali (ROSSI et al., 2020, ORSENIGO et al., 2021).
- *Ophrys forestieri* (Rchb. f.) Lojac. - Escolca, Monte Carrogas (SCRUGLI et al. 1988) (sub *Ophrys fusca* Link subsp. *iricolor* (Desf.) K.Richt). Orchidea stenomediterranea non endemica, tutelata dalla CITES (Convenzione di Washington) contro il commercio illegale.

Il Piano Forestale Regionale (PFR) del Distretto n. 21 “Trexenta” (BACCHETTA et al., 2007) segnala, per il Sub-distretto Miocenico (21a), la presenza delle seguenti “*Altre specie di importanza conservazionistica (endemiche e/o di interesse fitogeografico*)*”:

- **Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand et Schinz;
- *Biarum dispar* (Schott) Talavera;
- *Ophrys eleonora* J. Devillers-Terschuren et P. Devillers;
- *Plagius flosculosus* (L.) Alavi et Heywood.

Per le sopraindicate specie, allo stato attuale delle conoscenze non si dispone di specifiche segnalazioni riguardanti i territori comunali in esame. In particolare, *Biarum dispar*, specie rara in Sardegna, viene segnalata a Nurri, Isili, Ortacesus, Guamaggiore (PICCI, ATZEI e MANUNTA, 1973), Samatzai (BOCCHIERI & IIRITI, 2006) e Monastir sul Monte Zara (BACCHETTA et al., 2009).

La specie *Plagius flosculosus*, paleoendemismo sardo-corso considerato Minacciato (EN) secondo le ultime Liste Rosse Nazionali, vegeta in luoghi freschi e umidi, senza preferenze per la natura geologica del substrato. Il mancato interessamento di corsi d’acqua e zone umide da parte delle opere in progetto permette di ritenere poco probabile il coinvolgimento della specie.

Risulta di contro maggiormente plausibile la presenza sul territorio di *Ophrys eleonora*, orchidea che vegeta in prati, garighe, incolti e margini campestri (ARRIGONI, 2015), attualmente considerata non endemica, nonché della specie di interesse fitogeografico *Ampelodesmos mauritanicus*, pianta erbacea cespitosa ampiamente diffusa nelle colline mioceniche della Trexenta. Il PFR del distretto non indica la presenza di “Specie inserite nell’All. II della Direttiva 43/92/CEE”.

Tabella 3.8 - Inquadramento della flora endemica e di interesse segnalata per i territori in esame

Taxon	Status di protezione e conservazione										Endemismo				Di	L.R. n.		
	Dir. 92/43/CEE			IUCN 2021 ⁸	Liste Rosse europee, nazionali e regionali						Conv.	CITES	Esclusivo della Sardegna	Non esclusivo della Sardegna			Subendemica	Endemica italiana
	Allegato II	Allegato IV	Allegato V		Lista Rossa EU 2011 ¹⁰	Lista Rossa MITE (ROSSI et al, 2020)	Lista Rossa ITA (ORSENIKO et al.	Lista Rossa ITA (ROSSI G. et al. 2013)	Liste Rosse regionali (CONTI et al.,	Libro Rosso (CONTI et al. 1992)								
<i>Cymbalaria mulleri</i> (Moris) A.Chev. subsp. <i>mulleri</i>					VU								•			•		
<i>Ophrys eleonora</i> J. Devillers-Terschuren et P. Devillers					LC							All. B						
<i>Ophrys forestieri</i> (Rchb.f.) Lojac.												All. B						
<i>Polygonum scoparium</i> Req. ex Loisel.					EN	EN								•				

⁷ Regione autonoma della Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, All. C: Glossario e dizionario, Specie rare e di interesse fitogeografico (pagg. 165-167);

⁸ IUCN. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species v. 2021-01. <http://www.iucnredlist.org>.

⁹ Convenzione di Washington (C.I.T.E.S. - Convention on International Trade of Endangered Species).

¹⁰ BILZ, M., KELL, S.P., MAXTED, N., LANSDOWN, R.V., 2011. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

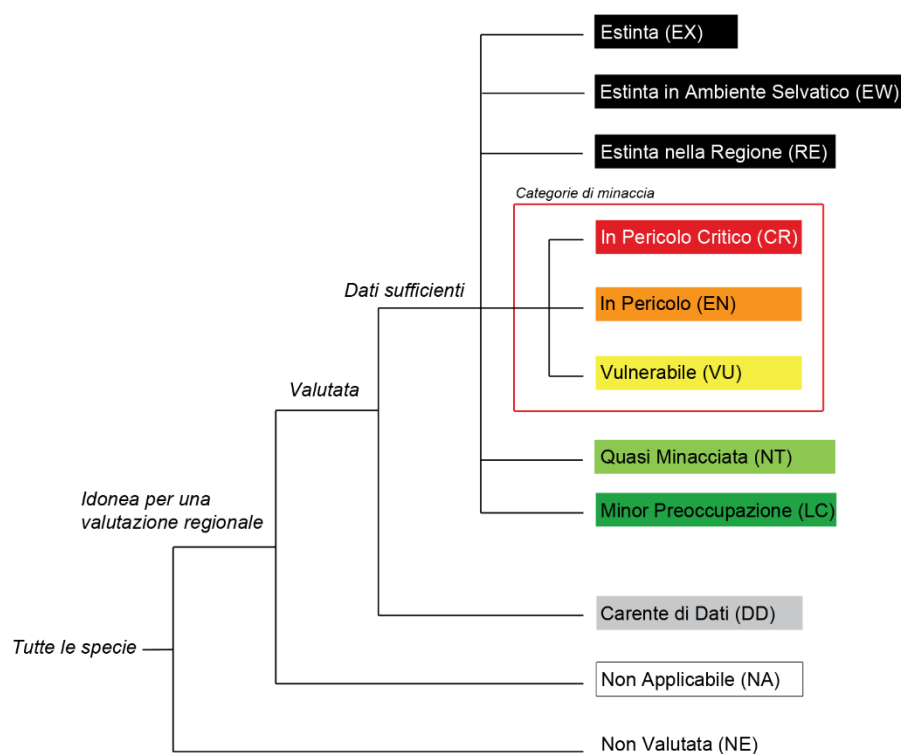


Figura 3.12 - Categorie di minaccia IUCN. Fonte: www.iucn.it/categorie

Indagini floristiche sul campo

L'indagine sul campo ha riguardato i siti di realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori ed i tracciati viari di nuova realizzazione e da adeguare. Sono state inoltre indagate tutte le superfici che saranno coinvolte temporaneamente dalle attività di cantiere ed il sito di realizzazione della nuova sottostazione elettrica. Le ricerche sono state eseguite nella prima metà del mese di marzo 2022. La determinazione degli esemplari raccolti sul campo è stata eseguita sulla base delle opere "Flora dell'Isola di Sardegna Vol. I-VI" (ARRIGONI, 2006-2015) e "Flora d'Italia Vol. IV" (PIGNATTI et al., 2019). Per gli aspetti tassonomici e nomenclaturali si è fatto riferimento a BARTOLUCCI et al. (2018). L'elenco floristico di seguito riportato è da ritenersi solo parzialmente rappresentativo dell'effettiva composizione floristica del sito, data la limitata durata dei rilievi rispetto all'intero ciclo fenologico annuale.

Tabella 3.9 - Elenco dei principali *taxa* di flora vascolare riscontrati all'interno dei siti interessati dalla realizzazione delle opere in progetto

n.	Taxon	WTG							Viabilità novativa e da	SSE
		1	2	3	4	5	6	7		
1.	<i>Allium triquetrum</i> L.								●	
2.	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) T.Durand & Schinz	●						●	●	
3.	<i>Anacamptis collina</i> (Banks & Sol. ex Russell) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase	●	●						●	
4.	<i>Anagyris foetida</i> L.	●							●	●
5.	<i>Andryala integrifolia</i> L.								●	
6.	<i>Anisantha madritensis</i> (L.) Nevski subsp. <i>madritensis</i>								●	
7.	<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz. subsp. <i>vulgare</i>								●	●
8.	<i>Artemisia arborescens</i> (Vaill.) L.	●		●					●	
9.	<i>Arum italicum</i> Mill. subsp. <i>italicum</i>								●	
10.	<i>Arum pictum</i> L.f. subsp. <i>pictum</i>								●	
11.	<i>Arundo donax</i> L.								●	
12.	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	●	●	●				●	●	●
13.	<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	●	●	●	●			●	●	●
14.	<i>Bellis perennis</i> L.								●	
15.	<i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>	●	●			●			●	
16.	<i>Borago officinalis</i> L.								●	
17.	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.		●		●			●	●	
18.	<i>Carex riparia</i> Curtis								●	
19.	<i>Carlina corymbosa</i> L.	●	●	●	●			●	●	
20.	<i>Carthamus lanatus</i> L.							●	●	
21.	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.								●	
22.	<i>Cerinthe major</i> L. subsp. <i>major</i>				●				●	
23.	<i>Chamaemelum fuscatum</i> (Brot.) Vasc.								●	
24.	<i>Cichorium intybus</i> L.								●	
25.	<i>Clematis cirrhosa</i> L.							●	●	
26.	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.			●					●	
27.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.				●				●	●
28.	<i>Crepis vesicaria</i> L.			●	●	●		●	●	
29.	<i>Cynara cardunculus</i> L. subsp. <i>cardunculus</i>	●	●		●	●		●	●	●
30.	<i>Cynoglossum creticum</i> Mill.	●	●	●				●	●	●
31.	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman	●	●						●	
32.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	●		●	●	●		●	●	●
33.	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter subsp. <i>viscosa</i>		●						●	
34.	<i>Ecballium elaterium</i> (L.) A.Rich.								●	●
35.	<i>Echium italicum</i> L.	●				●			●	
36.	<i>Echium plantagineum</i> L.								●	
37.	<i>Erodium chium</i> (L.) Willd.	●							●	
38.	<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.								●	
39.	<i>Eryngium campestre</i> L.	●		●	●				●	
40.	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. subsp. <i>camaldulensis</i>								●	
41.	<i>Euphorbia helioscopia</i> L. subsp. <i>helioscopia</i>							●	●	
42.	<i>Euphorbia pithyusa</i> L. subsp. <i>cupanii</i> (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.	●							●	
43.	<i>Ficaria verna</i> Huds. subsp. <i>ficariiformis</i> (F.W.Schultz) B.Walln.					●			●	
44.	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. subsp. <i>vulgare</i>	●	●	●	●	●		●	●	●
45.	<i>Fumaria capreolata</i> L. subsp. <i>capreolata</i>							●	●	
46.	<i>Galactites tomentosus</i> Moench		●						●	
47.	<i>Galium aparine</i> L.	●	●		●			●	●	
48.	<i>Galium verrucosum</i> Huds. subsp. <i>verrucosum</i>								●	

n.	Taxon	WTG							Viabilità novativa e da	SSE
		1	2	3	4	5	6	7		
49.	<i>Geranium molle</i> L.									●
50.	<i>Geranium rotundifolium</i> L.									●
51.	<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Spach	●	●	●	●			●	●	●
52.	<i>Hippocrepis biflora</i> Spreng.								●	
53.	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	●							●	
54.	<i>Lathyrus oleraceus</i> Lam. subsp. <i>oleraceus</i>						●		●	
55.	<i>Lolium perenne</i> L.		●						●	
56.	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb. subsp. <i>latifolia</i> (L.) Peruzzi								●	
57.	<i>Malva olbia</i> (L.) Alef.	●	●						●	
58.	<i>Malva parviflora</i> L.								●	
59.	<i>Malva sylvestris</i> L.								●	
60.	<i>Marrubium vulgare</i> L.	●							●	
61.	<i>Medicago polymorpha</i> L.								●	
62.	<i>Micromeria graeca</i> (L.) Benth. ex Rchb. subsp. <i>graeca</i>	●								
63.	<i>Olea europaea</i> L.								●	
64.	<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> (Mill.) Hegi			●					●	
65.	<i>Oloptum miliaceum</i> (L.) Röser & H.R.Hamasha								●	
66.	<i>Ononis spinosa</i> L. subsp. <i>antiquorum</i> (L.) Arcang.	●								
67.	<i>Onopordum illyricum</i> L. subsp. <i>illyricum</i>	●	●					●	●	
68.	<i>Ophrys iricolor</i> Desf. subsp. <i>eleonora</i> (Devillers-Tersch. & Devillers) Paulus & Gack ex Kreutz	●								
69.	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.								●	
70.	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.								●	
71.	<i>Papaver rhoeas</i> L. subsp. <i>rhoeas</i>								●	
72.	<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC. subsp. <i>rupestre</i>								●	
73.	<i>Phalaris coerulescens</i> Desf.				●	●			●	
74.	<i>Pistacia lentiscus</i> L.								●	
75.	<i>Plantago afra</i> L.						●		●	
76.	<i>Plantago lanceolata</i> L.				●				●	
77.	<i>Poa annua</i> L.								●	
78.	<i>Populus alba</i> L.								●	
79.	<i>Poterium sanguisorba</i> L. subsp. <i>sanguisorba</i>	●							●	
80.	<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A.Webb	●		●	●			●	●	
81.	<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	●							●	
82.	<i>Ranunculus macrophyllus</i> Desf.								●	
83.	<i>Ranunculus muricatus</i> L.								●	
84.	<i>Raphanus raphanistrum</i> L. subsp. <i>raphanistrum</i>								●	
85.	<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	●			●				●	●
86.	<i>Reseda alba</i> L.				●				●	
87.	<i>Rhamnus alaternus</i> L. subsp. <i>alaternus</i>								●	
88.	<i>Romulea ramiflora</i> Ten. subsp. <i>ramiflora</i>	●							●	
89.	<i>Rubia peregrina</i> L.								●	
90.	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott				●			●	●	
91.	<i>Rumex pulcher</i> L. subsp. <i>pulcher</i>								●	
92.	<i>Salvia verbenaca</i> L.	●				●			●	
93.	<i>Scandix pecten-veneris</i> L. subsp. <i>pecten-veneris</i>		●	●	●				●	
94.	<i>Scolymus maculatus</i> L.					●			●	
95.	<i>Senecio vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>	●					●		●	
96.	<i>Silene fuscata</i> Brot.					●			●	
97.	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	●				●		●	●	
98.	<i>Sinapis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	●		●				●	●	
99.	<i>Sixalix atropurpurea</i> (L.) Greuter & Burdet	●	●		●				●	
100.	<i>Smyrniolus olusatrum</i> L.								●	

n.	Taxon	WTG							Viabilità novativa e da	SSE
		1	2	3	4	5	6	7		
101.	<i>Sonchus oleraceus</i> L.			●					●	●
102.	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.		●		●				●	
103.	<i>Stachys major</i> (L.) Bartolucci & Peruzzi								●	
104.	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. media								●	
105.	<i>Sulla coronaria</i> (L.) Medik.	●	●		●	●		●	●	
106.	<i>Thapsia garganica</i> L. subsp. <i>garganica</i>								●	
107.	<i>Theligonum cynocrambe</i> L.	●							●	
108.	<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.								●	
109.	<i>Trifolium repens</i> L.								●	
110.	<i>Ulmus minor</i> Mill. subsp. <i>minor</i>								●	
111.	<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy								●	
112.	<i>Urtica membranacea</i> Poir.								●	
113.	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	●							●	●
114.	<i>Veronica arvensis</i> L.	●							●	
115.	<i>Vicia faba</i> L.						●		●	
116.	<i>Yucca aloifolia</i> L.								●	

La componente floristica riscontrata nei siti di realizzazione delle opere si compone di 116 unità tassonomiche. Lo spettro biologico mostra una dominanza di elementi erbacei sia annui che perenni/bienni, ma con una buona componente legnosa (prevalentemente fanerofite e nanofanerofite). Lo spettro corologico evidenzia una netta dominanza di elementi mediterranei, ma con una rilevante percentuale di corotipi eurasiatici e ad ampia distribuzione, questi ultimi legati alla marcata presenza antropica sul territorio. La componente alloctona è costituita da alcuni elementi erbacei segetali infestanti delle colture e generalmente diffusi in contesto agricolo.

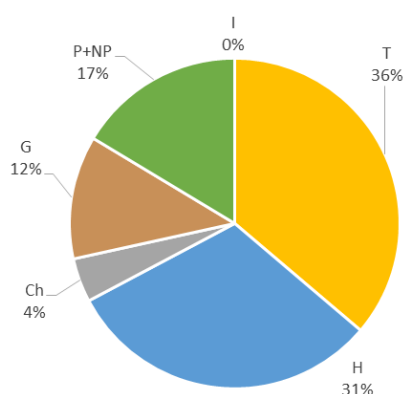


Figura 3.13 - Spettro biologico

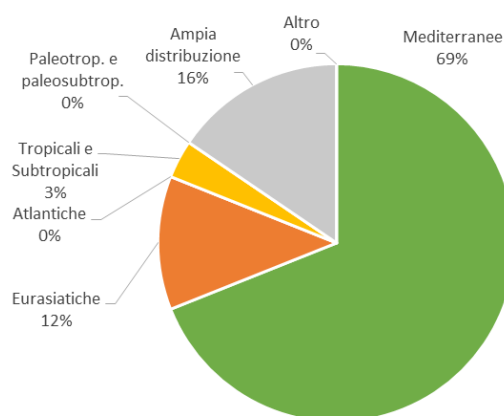


Figura 3.14- Spettro corologico

La componente endemica e di interesse riscontrata nei siti coinvolti dalla realizzazione delle opere si compone dei seguenti elementi floristici:

- ***Arum pictum* L.** Geofita rizomatosa endemica del Mediterraneo occidentale, presente in Sardegna, Corsica, Baleari e Isola di Montecristo. In Sardegna risulta assai frequente, dal mare agli orizzonti montani (ARRIGONI, 2015), piuttosto diffusa negli ambienti pascolati. Nel sito la specie risulta sporadica, osservabile all'interno di alcune siepi arbustive lungo la viabilità esistente.
- ***Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.** Si tratta di una pianta perenne, suffruticosa, endemica di Sardegna, Sicilia e Corsica, frequente nei prati e negli incolti, a volte in aree ruderali (ARRIGONI, 2010). Il *taxon* risulta ampiamente diffuso nell'Isola, in particolare negli ambienti pascolati, negli incolti e nei margini delle strade, anche falciati. Si tratta quindi di una specie che non riveste un reale interesse conservazionistico. All'interno del sito la specie risulta sporadica, osservabile lungo i margini di strade e coltivi.
- ***Anacamptis collina* (Banks & Sol. ex Russell) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase.** Orchidea non endemica, tardivernale, termofila e xerofila, preferenzialmente calcicola, che vegeta su prati vernali, macchie e garighe (ARRIGONI, 2015). Come tutte le orchidacee, la specie risulta tutelata dalla CITES (Convenzione di Washington) contro il commercio illegale. Nel sito la specie risulta comune nelle formazioni erbacee subnaturali e lungo i margini dei coltivi e delle strade.
- ***Ophrys iricolor* Desf. subsp. *eleonora* (Devillers-Tersch. & Devillers) Paulus & Gack ex Kreutz.** Orchidea tardivernale che vegeta su prati, garighe, incolti e margini campestri (ARRIGONI, 2015). Specie inizialmente considerata endemica di Sardegna e Corsica, attualmente riconosciuta come non endemica (presente anche in Puglia, Basilicata e Molise) e di dubbio valore tassonomico (*Taxonomically doubtful*: "T") secondo BARTOLUCCI et al., (2018). Come tutte le orchidacee, la specie risulta tutelata dalla CITES (Convenzione di Washington) contro il commercio illegale. Nel sito la specie risulta rara, osservata esclusivamente nelle formazioni erbacee in contesto di elevata pietrosità nel sito di realizzazione della WTG_01.
- ***Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand et Schinz.** Pianta erbacea perenne cespitosa e rizomatosa di grossa taglia, frequente soprattutto nelle zone litoranee e del Campidano. Xerofila ed eliofila, vegeta su suoli degradati e garighe rocciose (ARRIGONI, 2015). All'interno del sito la specie risulta comune, localmente abbondante nel complesso WTG_01-02.

In merito al contingente orchidologico, è plausibile la presenza di ulteriori orchidee nel sito, non osservabili durante il periodo di svolgimento dei rilievi.

Non è stata riscontrata la presenza di esemplari interferenti di *Quercus suber* (quercia da sughero), specie tutelata dalla Legge Regionale n. 4/1994.

Si riscontrano alcuni esemplari di ulivo coltivato (*Olea europaea*, *O. europaea* var. *sativa*), tutelati dal Decreto Legislativo Luogotenenziale n. 475/1945. Tale specie è presente lungo il perimetro di alcuni appezzamenti che verranno costeggiati dalla viabilità da adeguare.

Tabella 3.10 - Inquadramento dei taxa endemici e di interesse rilevati all'interno dell'area interessata dalla realizzazione delle opere

Taxon	Status di protezione e conservazione										Endemismo		Subendemica	Di interesse Fitogeografico ¹¹	L.R. n. 4/1994	
	Dir. 92/43/CEE			IUCN 2021 ¹²	Liste Rosse europee, nazionali e regionali					Conv. di Berna	CITES (Conv. di Washington) ¹³	Non esclusivo della Sardegna				Esclusivo della Sardegna
	Allegato II	Allegato IV	Allegato V		Lista Rossa EU 2011 ¹⁴	Lista Rossa MITE (ROSSI et al. 2020)	Lista Rossa ITA (ORSENIGO et al. 2021)	Lista Rossa ITA (ROSSI et al. 2013)	Liste Rosse regionali (CONTI et al. 1997)							
<i>Arum pictum</i> L.				LC	LC							•				
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) T. Durand et Schinz.						LC									•	
<i>Euphorbia pithyusa</i> L. subsp. <i>cupanii</i> (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.					LC	LC						•				
<i>Anacamptis collina</i> (Banks & Sol. ex Russell) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase											All . B					
<i>Ophrys iricolor</i> Desf. subsp. <i>eleonorae</i> (Devillers-Tersch. & Devillers) Paulus & Gack ex Kreutz				LC							All . B					

¹¹ Regione Autonoma della Sardegna, Piano Paesaggistico Regionale, All. C: Glossario e dizionario, Specie rare e di interesse fitogeografico (pagg. 165-167); Piano Forestale Regionale (PFR), schede di Distretto.

¹² IUCN. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species v. 2021-01. <http://www.iucnredlist.org>.

¹³ Convenzione di Washington (C.I.T.E.S. - Convention on International Trade of Endangered Species).

¹⁴ BILZ, M., KELL, S.P., MAXTED, N., LANSDOWN, R.V., 2011. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union.



Figura 3.15 - Euphorbia pithyusa L. subsp. cupanii (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm



Figura 3.16 - Ophrys iricolor Desf. subsp. eleonorae (Devillers-Tersch. & Devillers) Paulus & Gack ex Kreutz



Figura 3.17 - Anacamptis collina (Banks & Sol. ex Russell) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase



Figura 3.18 - Ampelodesmos mauritanicus (Poir.) T. Durand et Schinz.

3.5.3 Caratteristiche vegetazionali dell'area di intervento

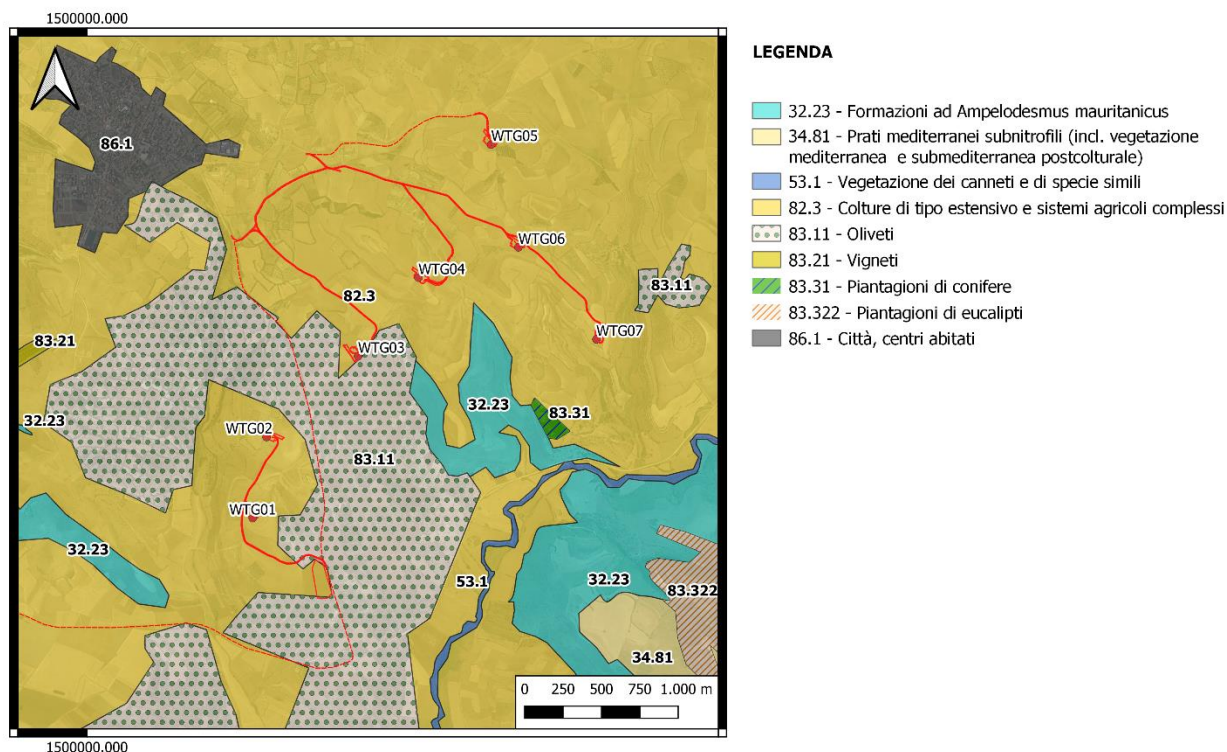


Figura 3.19 - Inquadramento dell'area secondo la Carta della Natura della Regione Sardegna: Carta degli habitat alla scala 1:50.000 (CAMARDA et al., 2011)

Il paesaggio vegetale attuale del sito consiste in un complesso mosaico di seminativi e frutteti (oliveti e mandorleti), all'interno del quale si conservano modesti lembi di vegetazione spontanea di tipo prevalentemente erbaceo perenne e basso-arbustivo. Nel complesso, si tratta di formazioni semi-naturali, fortemente influenzate e dipendenti dalle attività antropiche.

I seminativi a riposo da uno o due anni risultano occupati da comunità nitrofile di erbe alte annue e bienni a dominanza di *Foeniculum vulgare* e *Daucus carota*, afferenti alla classe ARTEMISIETEA VULGARIS. I terreni abbandonati da più tempo e le superfici ad elevata pietrosità non idonee alla coltivazione, sistematicamente percorse dal fuoco, risultano invece occupate da praterie perenni xeriche ad *Asphodelus ramosus* e *Dactylis glomerata* subsp. *hispánica*, localmente in fase di evoluzione verso stadi più maturi, come testimoniato dall'ingresso di alcuni elementi legnosi quali *Anagyris foetida* ed *Artemisia arborescens*. Tali formazioni si caratterizzano per una elevata ricchezza floristica, favorita dalla natura carbonatica dei substrati.

Particolarmente diffusi nel territorio sono inoltre gli ampelodesmeti: si tratta di praterie perenni alte dominate da *Ampelodesmos mauritanicus*, graminacea cespitosa di grossa taglia. Tali formazioni occupano i versanti dei deboli rilievi collinari del sito, in particolare le fasce non coinvolte dalle lavorazioni del terreno a causa dell'eccessiva acclività del pendio. Si presentano pertanto sotto forma di fasce di vegetazione disposte parallelamente alle curve di livello, mentre coperture di maggiore estensione possono essere osservate nelle aree sommitali di alcuni rilievi collinari, non idonee alla coltivazione. Gli ampelodesmeti risultano fortemente dipendenti dalle pratiche agricole tradizionali, in particolare dagli abbruciamenti periodici.

Le restanti formazioni erbacee sono rappresentate dalle comunità spiccatamente nitrofile di margini stradali, ad elevata percentuale di specie ad ampia distribuzione, afferenti alle classi STELLARIETEA MEDIAE ed ARTEMISIETEA VULGARIS.

Le formazioni di macchia mediterranea risultano poco diffuse nel sito. Queste, costituite da *Pistacia lentiscus* ed *Olea europaea* var. *sylvestris*, sporadicamente con *Rhamnus alaternus*, si presentano generalmente con un medio-alto grado di copertura e con ridotte estensioni, a mosaico con formazioni erbacee. Nelle superfici direttamente coinvolte dalle opere, tali formazioni risultano assenti, mentre singoli esemplari di olivastro e lentisco possono essere osservati lungo i margini di alcuni tratturi e sterrati oggetto di adeguamento.

Nel sito sono presenti alcuni canali di scolo costeggiati da lembi di vegetazione ripariale arborea ad olmi e pioppi (*Ulmus minor* e *Populus alba*). La restante vegetazione igrofila di tali luoghi è rappresentata da cespuglieti di *Rubus ulmifolius* e canneti di *Arundo donax*, raramente associati ad esemplari di *Tamarix* sp. pl.



Figura 3.20 – Paesaggio vegetale dell'area vasta, dominato da seminativi e colture arboree



Figura 3.21 – Paesaggio vegetale dell'area vasta, dominato da seminativi, vigneti, oliveti e siepi di rovo comune



Figura 3.22 – Rilievi collinari con seminativi e fasce di vegetazione erbacea



Figura 3.23 – Mosaico di formazioni di macchia mediterranea a lentisco e olivastro, ampelodesmeti e seminativi



Figura 3.24 – Formazioni di macchia a lentisco e olivastro a mosaico con ampelodesmeti. In secondo piano: colture arboree e seminativi



Figura 3.25 – Ampelodesmeti (formazioni di Ampelodesmos mauritanicus)



Figura 3.26 – Fascia residuale di ampelodesmeto



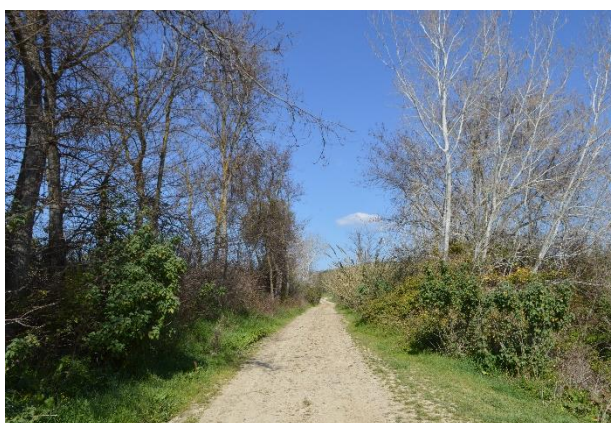
Figura 3.27 – Praterie perenni ad Asphodelus ramosus e Dactylis glomerata subsp. hispanica con sporadici esemplari di Ampelodesmos mauritanicus



*Figura 3.28 – Praterie perenni ad **Asphodelus ramosus** e **Dactylis glomerata subsp. hispanica** con sporadici esemplari arbustivi di **Artemisia arborescens**, **Anagyris foetida** e **Ampelosedmos mauritanicus***



*Figura 3.29 – Comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post coltura a **Foeniculum vulgare** e **Daucus carota***



*Figura 3.30 – Formazioni ripariali ed alberature di **Ulmus minor** e **Populus alba***



*Figura 3.31 – Pioppeti di **Populus alba***



Figura 3.32 – Seminativi non irrigui



Figura 3.33 - Eucalipteto



Figura 3.34 – Vigneto



Figura 3.35 – Oliveto

3.5.3.1 Vegetazione presente all'interno dei siti di installazione degli aerogeneratori

V1. La piazzola ricade a cavallo tra un patch di vegetazione erbacea spontanea ed un seminativo. Il seminativo si presenta attualmente inerbito, con sporadici elementi floristici segetali infestanti delle colture. Il patch di vegetazione spontanea è caratterizzato da un elevato grado di pietrosità, e ospita praterie perenni a *Asphodelus ramosus*, *Dactylis glomerata* subsp. *hyspanica*, con sporadici individui di *Ampelodesmos mauritanicus*, localmente con arbusteti ad *Artemisia arborescens* e con sporadici esemplari di *Anagyris foetida*. Nel complesso, si tratta del patch di vegetazione erbacea a maggiore ricchezza floristica tra quelli coinvolti dalla realizzazione delle piazzole.

V2. La piazzola si inserisce all'interno di un seminativo, a ridosso di due oliveti. L'unico lembo di vegetazione spontanea antropozoogena coinvolta dalla realizzazione della piazzola temporanea è rappresentata da quella che separa il seminativo dal tratturo, costituita da elementi nitrofilo di scarso rilievo. Ulteriore vegetazione spontanea di tipo erbaceo si ripresenta al margine degli oliveti limitrofi.

V3. La piazzola si inserisce all'interno di un ampio seminativo su rilievo collinare. L'unico lembo di vegetazione spontanea coinvolta è rappresentata da una fascia erbacea ed arbustiva disposta parallelamente alle curve di livello, esentata dalle lavorazioni del terreno. Tale fascia è costituita in prevalenza da *Artemisia arborescens*, *Asphodelus ramosus*, *Carlina corymbosa* e numerose altre

essenze, inclusi alcuni esemplari di *Prunus dulcis* (mandorlo) in stadio prevalentemente di plantula o di giovani individui cespitosi (uno solo dei quali con habitus di alberello).

V4. La piazzola ricade nella parte sommitale di un rilievo collinare, coinvolgendo prevalentemente seminativi, ma anche i lembi residuali di vegetazione erbacea spontanea ed in misura minore incolti (seminativi a riposo). Il *patch* di vegetazione spontanea residuale è costituito da comunità subnitrofile antropozoogene a prevalenza di *Asphodelus ramosus*, *Daucus carota*, *Cynara cardunculus*, *Carlina corymbosa*, *Eryngium campestre*, *Glebionis coronaria*, mentre la componente legnosa è rappresentata da un nucleo di *Rubus ulmifolius* e *Crataegus monogyna* che occupano la parte centrale del patch.



Figura 3.36 – V1, vista E → W



Figura 3.37 – V1. Vista NE → SW



Figura 3.38 – V2. Vista W → E



Figura 3.39 – V2. Vista E → W



Figura 3.40 – V3. Vista E → W



Figura 3.41 – V3. Vista NW → SE



Figura 3.42 – V4. Vista E → W



Figura 3.43 – V4. Vista W → E

V5. La piazzola ricade all'interno di un ampio seminativo. L'unico lembo di vegetazione coinvolto è rappresentato da una stretta fascia residuale di vegetazione erbacea nitrofila a prevalenza di *Foeniculum vulgare*, *Daucus carota*, *Silybum marianum* e *Ficaria verna*.

V6. La piazzola si inserisce all'interno di un terreno seminato, totalmente delimitato da un muretto a secco (prevalentemente in cattivo stato di conservazione) interessato, per buona parte della sua lunghezza, da fasce erbacee e siepi arbustive di rovo comune, con sporadici esemplari arborei o alberelli di *Prunus dulcis* (mandorlo). La realizzazione della piazzola (in particolare l'area di accesso) coinvolgerà circa 26 metri lineari di perimetrazione a muretto a secco residuale e siepe di rovo comune e vegetazione erbacea.

V7. La piazzola si inserisce all'interno di un seminativo. L'unico lembo di vegetazione coinvolta è rappresentato da una sottile fascia erbacea residuale ad orientazione NW → SE costituita da *Foeniculum vulgare*, *Daucus carota*, *Asphodelus ramosus*, *Asparagus acutifolius* e sporadici individui di *Ampelodesmos mauritanicus*. Non si prevede il coinvolgimento degli sporadici esemplari arbustivi di *Pistacia lentiscus* ricadenti nel margine orientale della piazzola.



Figura 3.44 – V5. Vista W → E



Figura 3.45 – V5. Vista SE → NW



Figura 3.46 – V6. Vista NW → SE



Figura 3.47 – V6. Vista SE → NW



Figura 3.48 – V7. Vista S → N



Figura 3.49 – V7. Vista W → E

3.5.3.2 *Vegetazione interessata dalla realizzazione dei nuovi percorsi viari, dall'adeguamento dei percorsi esistenti e dalla posa dei cavidotti*

Per quanto riguarda i tracciati viari di nuova realizzazione, questi coinvolgeranno in prevalenza seminativi ed, in misura minore, andranno ad intercettare deboli fasce erbacee residuali tra i coltivi.

Per quanto riguarda l'adeguamento dei tracciati esistenti, il maggior coinvolgimento di vegetazione spontanea è previsto per l'allargamento del percorso di accesso alla V1 e V2, essendo costeggiato da coperture sia erbacee che arbustive particolarmente eterogenee e ricche in specie, con alcuni esemplari alto-arbustivi ed arborei di olivastro, lentisco, biancospino, perastro e mandorlo, con elementi di gariga quali *Thymelaea hirsuta* ed *Artemisia arborescens*.

Per quanto riguarda la posa dei cavidotti, essi verranno interrati su percorsi di viabilità da adeguare, viabilità pubblica asfaltata e, nell'ultimo tratto in comune di Sanluri, lungo sterrati e tratturi esistenti. Tali percorsi risultano privi di vegetazione spontanea, presente esclusivamente lungo le aree di banchina, ad eccezione dell'ultimo tratto di posa in avvicinamento alla sottostazione elettrica, interessato da vegetazione ruderale e nitrofila anche nella parte centrale del percorso.



Figura 3.50 – Seminativo sede della realizzazione del nuovo tratto viario per l'accesso alla V7



Figura 3.51 – Fascia residuale di ampelodesmeto (sinistra) e di rovo comune (destra) attraversata dal tratturo su seminativo sede di realizzazione del nuovo tratto viario per l'accesso alla V7



Figura 3.52 – Seminativo costeggiato da siepe di rovo comune interessato dalla realizzazione del nuovo tratto viario per l'accesso alla V4



Figura 3.53 – Seminativo interessato dalla realizzazione del nuovo tratto viario per l'accesso alla V5



Figura 3.54 – Tratturo da adeguare per l'accesso alla V1 costeggiato da arbusteti ad Artemisia arborescens, praterie perenni e sporadici mandorli. Vista N → S



Figura 3.55 - Tratturo da adeguare per l'accesso alla V1 costeggiato da arbusteti ad Artemisia arborescens, praterie perenni e sporadici mandorli e perastri. Vista S → N



Figura 3.56 - Tratturo da adeguare per l'accesso alla V1 costeggiato da garighe, praterie perenni e sporadici esemplari di olivastro, mandorlo e perastro.



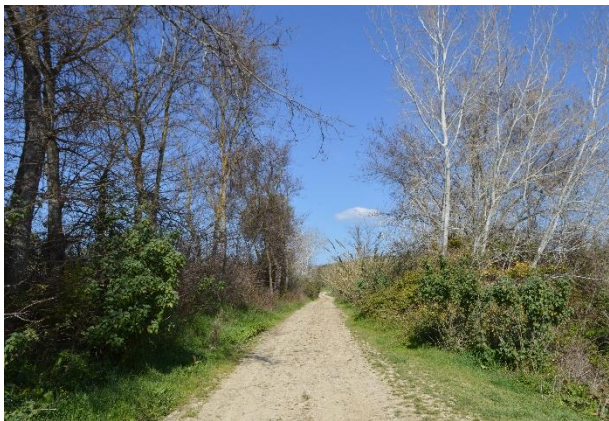
Figura 3.57 - Tratturo da adeguare per l'accesso alla V1



Figura 3.58 – Parte iniziale dello sterrato per l'accesso al complesso V1-V2



Figura 3.59 – Tratturo da adeguare tra la V1 e la V2



*Figura 3.60 – Sterrato da adeguare costeggiato da vegetazione ripariale ad olmi e pioppi (*Ulmus minor* e *Populus alba*).*



Figura 3.61 – Sterrato da adeguare costeggiato da vegetazione ripariale ad olmi e pioppi nei pressi dell'innesto alla S.P. 36

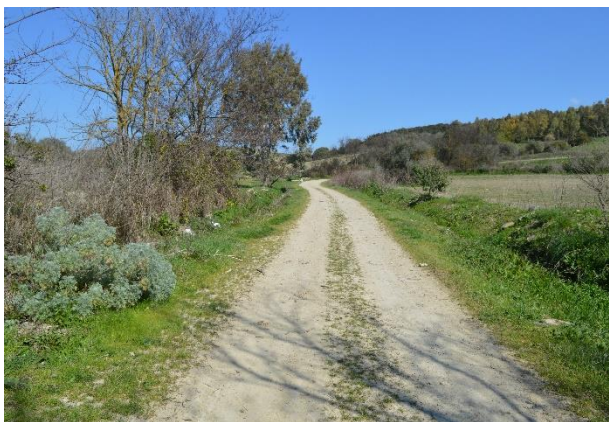


Figura 3.62 – Sterrato da adeguare



Figura 3.63 – Sterrato da adeguare



Figura 3.64 – Viabilità asfaltata esistente



Figura 3.65 - Viabilità asfaltata esistente



Figura 3.66 – Tratturo nei pressi della Sottostazione elettrica e sede di posa del cavidotto



Figura 3.67 – Sterrato costeggiato da alberature di eucalipti nei pressi della Sottostazione elettrica e sede di posa del cavidotto

3.5.3.3 *Vegetazione interessata dalla realizzazione della sottostazione elettrica e dell'area di deposito temporaneo di cantiere, trasbordo e manovra*

La sottostazione verrà realizzata in corrispondenza di un ampio seminativo. La componente vegetazionale risulta sostanzialmente assente, con l'esclusiva presenza di poche specie erbacee infestanti delle colture, mentre gli unici elementi legnosi (*Anagyris foetida* e pochi individui di *Crataegus monogyna*) si osservano lungo un cumulo di spietramento residuale parzialmente coinvolto (per circa 23 metri) dalla realizzazione dell'opera (Figura 3.68).

L'area di deposito temporaneo di cantiere e trasbordo e l'area di manovra verranno predisposte in corrispondenza di due diversi seminativi a ridosso della S.P. 5, privi di vegetazione spontanea, con la presenza esclusiva di poche specie erbacee infestanti delle colture.



Figura 3.68 - Sito di realizzazione della SSE. Vista NW
→ SE



Figura 3.69 - Sito di realizzazione della SSE. Vista W
→ E



Figura 3.70 - Sito di realizzazione dell'area di
deposito temporaneo di cantiere. Vista NW → SE



Figura 3.71 - Area di manovra. Vista NW → SE

3.5.4 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). Sulla base delle indicazioni fornite dalle opere sopra citate, è possibile individuare, per il territorio in esame, le seguenti formazioni vegetazionali di rilievo e di interesse conservazionistico:

- Praterie di *Ampelodesmos mauritanicus* (ampelodesmeti);
- Formazioni erbacee afferenti al Thero-Brachypodietea;
- Formazioni ripariali a *Populus alba* e *Ulmus minor*.

Le formazioni di *Ampelodesmos mauritanicus* (ampelodesmeti) costituiscono una sottoclasse dell'habitat 5330 "Arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici" (Sottotipo 32.23: Cenosi a

dominanza di *Ampelodesmos mauritanicus*). Sebbene l'*ampelodesma* rappresenti un elemento floristico tipico delle formazioni arbustive termomediterranee, le comunità a netta dominanza di *Ampelodesmos mauritanicus* assumono più frequentemente un significato di formazione vegetale secondaria, a seguito dell'eliminazione della vegetazione legnosa messa in atto dall'uomo per scopi colturali. L'*ampelodesmeto* può costituire inoltre una vegetazione di ripresa a seguito dell'abbandono dei terreni agricoli; ne sono un esempio i versanti terrazzati delle aree collinari del Campidano, colonizzati da fitte coperture di *Ampelodesmos mauritanicus* a seguito del progressivo abbandono dell'attività agricola di tipo tradizionale. Facendo seguito alle praterie annue del Thero-Brachypodietea, che innescano la successione, l'*ampelodesmeto* può così condurre la progressione della dinamica vegetazionale verso formazioni arbustive legnose più complesse. Il mantenimento di queste formazioni è quindi favorito dalla persistenza di alcune pratiche agronomiche tradizionali. Ottime rappresentazioni dell'habitat possono essere osservate presso il vicino Sito Natura 2000 n. ITB042237 "Monte San Mauro". All'interno di tale sito, alcune tipologie di formazioni erbacee a dominanza di graminacee ed altre essenze sia annuali che perenni vengono inquadrare nell'habitat prioritario 6220* "Percorsi substeppeici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea". In particolare vengono inquadrare in tale habitat le praterie perenni a prevalenza di *Brachypodium retusum*, *Lygeum spartum* e *Brachypodium dystachyon*. Tali formazioni di pregio vengono distinte dalle restanti fitocenosi erbacee, meno evolute, a prevalenza di essenze nitrofile e subnitrofile, inquadrare come "vegetazione antropozoogena in aree agricole". All'interno del sito in esame, non si osservano comunità erbacee con presenza di *Brachypodium retusum* e *Lygeum spartum*.

Le formazioni ripariali a *Populus alba* e *Ulmus minor* si presentano sottoforma di modesti nuclei e fasce lungo canali di scolo e zone interessate da una certa disponibilità idrica, a ridosso di seminativi, incolti e tratturi. Non si riscontrano quindi veri e propri boschi alluvionali e ripariali.

3.6 FAUNA

3.6.1 *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 42 MW (7 WTG) ricadente in territorio comunale di Villanovafranca.

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 gennaio 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 dicembre 2022); 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 15.30 a.m. e sospesi alle 18.30 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 marzo, 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 "transetti", 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 10x42 BA 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 transetti 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 transetti 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 cavodotto 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 Villamar, Furtei e Sanluri comune, quest'ultimo, in cui è ubicata la sottostazione elettrica (Figura 3.72 e Figura 3.73). Si precisa inoltre

che dall'area d'indagine circoscritta dal buffer di 0,5 km è esclusa si 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.

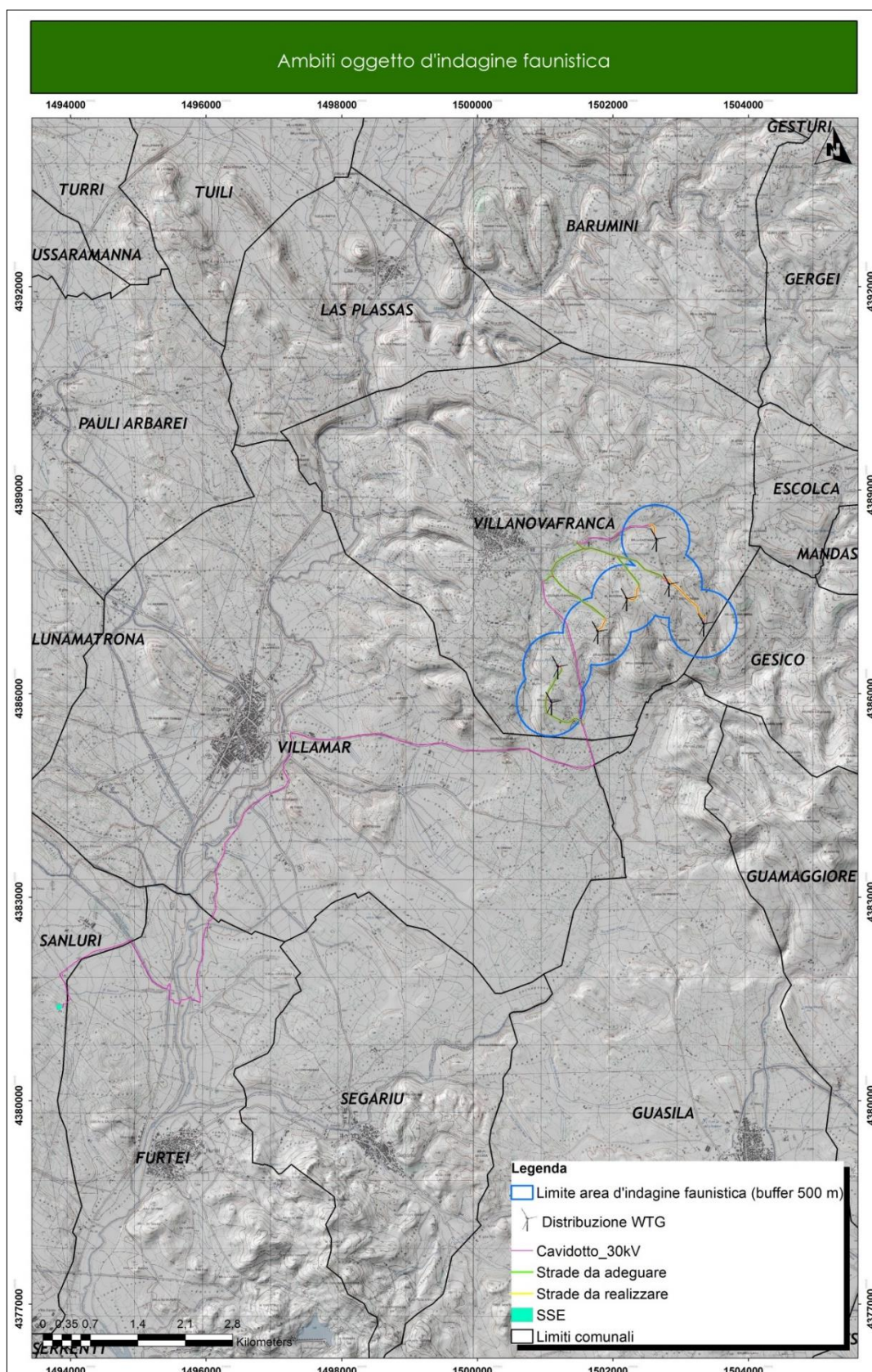


Figura 3.72 - Inquadramento area d'intervento progettuale ed ambito faunistico di rilevamento

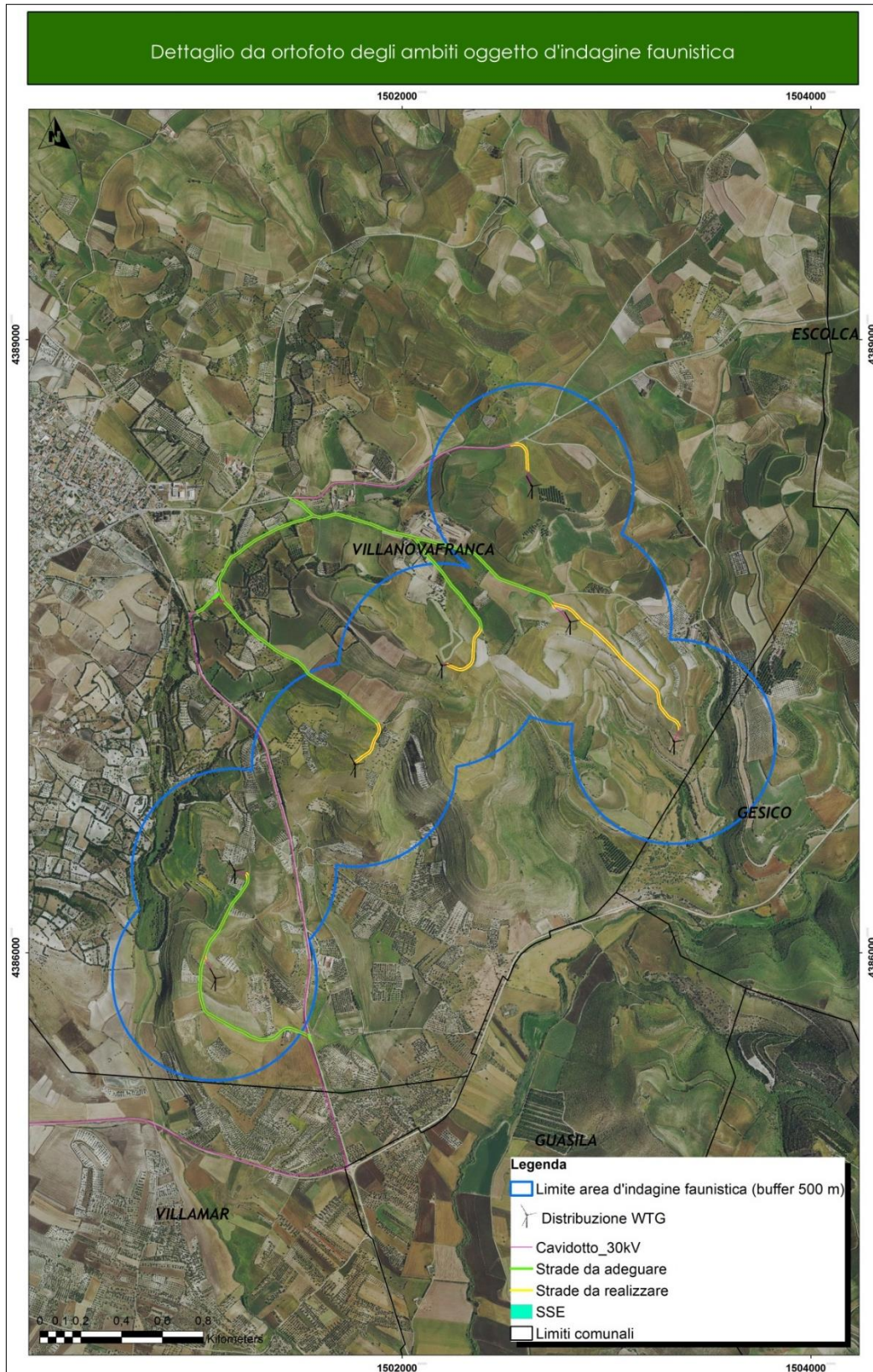


Figura 3.73 - Dettaglio da ortofoto degli ambienti compresi nell'ambito di rilevamento faunistico

3.6.2 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 451 ettari. Tale area ricade nella più ampia porzione geografiche della Marmilla nel settore sud-orientale confinante con la Trexenta e risulta essere ubicata in un contesto morfologico di tipo collinare; limitatamente alle superfici d'indagine faunistica l'altimetria varia gradualmente tra i 200 e i 600 metri s.l.m. circa, con le sommità *M. Mutziori*, *Brunco Castangias* e *Brunco Cresia* che rappresentano le quote più elevate rispettivamente con i seguenti valori altimetrici: 366 m, 350 e 316 metri s.l.m.

All'interno delle superfici oggetto di analisi non sono rilevabili elementi idrici riconducibili a corsi d'acqua permanenti o di consistente portata; 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 Baccu Tuffau* e il *Riu Canniga* entrambi poi confluenti nel corso d'acqua *Riu Sa Canna* ubicato a sud-ovest dell'area d'indagine ed esterno a essa.

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, i cui tracciati sono previsti lungo le pertinenze della rete stradale, e un'area adibita a cantiere, in località *Su Murdegu*, esterna all'area d'indagine ma confinante con quest'ultima a sud-est dell'aerogeneratore V1.

Sotto il profilo della destinazione d'uso che caratterizza l'area di indagine faunistica, come evidenziato nella Tabella 3.11 e nella Figura 3.74, 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*, dai *sistemi colturali e particellari complessi* e dai *prati artificiali* che da soli costituiscono l'80.00% dell'intera area d'indagine; valori nettamente inferiori per le restanti tipologie appartenenti alla categoria degli ecosistemi naturali-seminaturali quali le *aree a pascolo naturale* (7.42%), la *gariga* (1.78%) e la *macchia mediterranea* (0.79%) che insieme rappresentano circa il 10.00% dell'intera area d'indagine. Non significative le restanti tipologie quali le *aree industriali* (0.45%), le *aree estrattive* (0.32%) e i *vigneti* (0.13%) e gli *olivetti* (0.20%).

Tabella 3.11 - Percentuale tipologie ambientali (Uso del Suolo) presenti nell'area di indagine faunistica

Tipologie ambientali uso del suolo	Sup. (Ha)	% rispetto al sup. tot. indagata
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	265,32	59,22
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	49,44	11,04
PRATI ARTIFICIALI	40,77	9,10
AREE A PASCOLO NATURALE	33,25	7,42
OLIVETTI	24,04	5,37
GARIGA	7,99	1,78
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	7,22	1,61
AREE AGROFORESTALI	5,68	1,27
AREE PREV. OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	4,09	0,91
MACCHIA MEDITERRANEA	3,56	0,79
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI	2,57	0,57
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	2,01	0,45
AREE ESTRATTIVE	1,41	0,32
VIGNETI	0,57	0,13

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 maggiormente nel settore centrale e orientale; in tali aree si alternano, durante le diverse stagioni, la produzione agricola con la possibilità di utilizzo a pascolo al termine della raccolta. Il settore occidentale dell'area di studio è quello più eterogeneo in termini di tipologie di destinazione d'uso del suolo e in cui prevalgono maggiormente i *sistemi colturali e particellari complessi* e i *pascoli naturali*. Tuttavia, in merito a queste due ultime tipologie ambientali, è stato riscontrato sul campo che le aree a pascolo naturale nel settore ovest dell'area d'indagine sono state assimilate ai seminativi, mentre parzialmente sono ancora destinate a pascolo brado nel settore centrale e in quello orientale; al contrario i sistemi colturali e particellari complessi possono essere considerati totalmente un'estensione della tipologia dei seminativi, pertanto coincidenti anche questi con la produzione di foraggiere e il pascolo. In merito alle porzioni residuali di vegetazione naturale/seminaturale a *gariga*, questa è circoscritta alle porzioni più pendenti che caratterizzano i versanti collinari in cui scorre il *Riu Canniga* dove la gestione agricola del suolo sarebbe più difficoltosa, mentre tali aree sono comunque soggette a pascolo.

In occasione dei rilievi sul campo è stato inoltre riscontrato che in tutta l'area d'indagine faunistica c'è una scarsa diffusione di siepi sia lungo le strade di penetrazione agraria, sia lungo i confini delle aziende agricole.

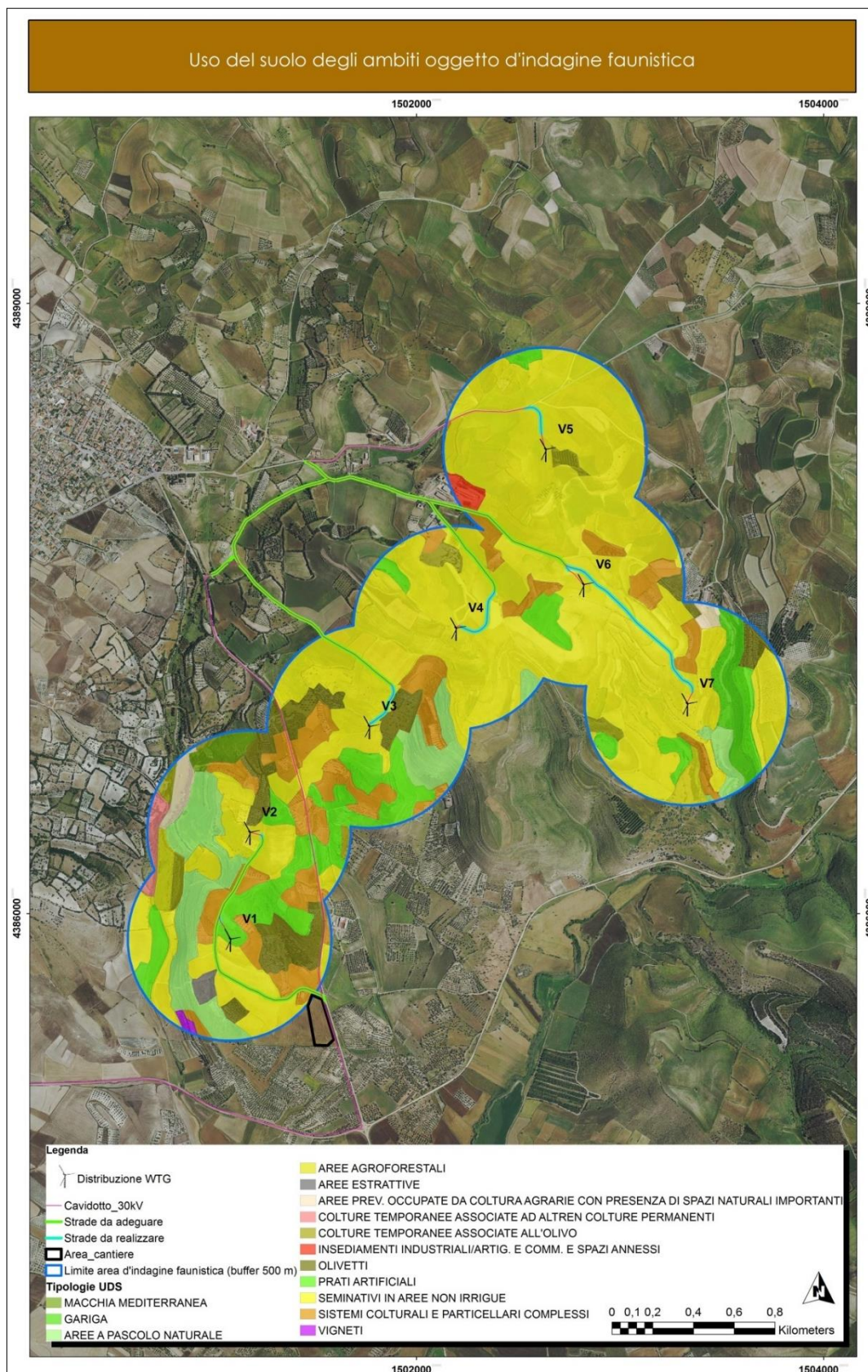


Figura 3.74 – Tipologie uso del suolo all'interno dell'area d'indagine faunistica

3.6.3 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, Bing Maps);
- b. verifica nell'area di interesse e nel contesto di intervento di:
 - Siti di Importanza comunitaria secondo la Direttiva Habitat 92/43 ;
 - Zone di Protezione Speciale secondo la Direttiva Uccelli 147/2009 (79/409);
 - Aree Protette (Parchi Nazionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.N. Quadro 394/91;
 - IBA (*Important Bird Areas*) quali siti di importanza internazionale per la conservazione dell'avifauna;
 - Aree Protette (Parchi Regionali, Riserve Naturali ecc..) secondo la L.R. 31/89;
 - 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 di individui o segni di presenza (tracce e/o siti di nidificazione).

3.6.4 Profilo ed ecosistema faunistico dell'area in esame

3.6.4.1 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). 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'area d'indagine ricadono anche alcuni settori di superficie modesta valutati a medio-bassa densità

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 3.76).

Per quanto riguarda specie di interesse conservazionistico e/o venatorio, come la pernice 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 2006-2007 (*Censimento delle specie faunistiche di interesse venatorio nelle zone di ripopolamento e cattura della provincia del medio campidano, 2014 – Medda M.*), si riscontra che in quell'occasione è stata oggetto d'indagine faunistica la ZTRC denominata "Santu Larenzu", come già indicato distante dall'aerogeneratore più vicino circa 0.2 km; nell'ambito di tale area si era riscontrata l'assenza della *pernice sarda* e si entrambe le specie di lagomorfi, ciò probabilmente dovuto alla carenza di habitat di rifugio e di zone trofiche condizionate dalla gestione agricola-pastorale delle superfici. Sulla base delle caratteristiche di uso del suolo pressoché simili con l'attuale ZTRC di cui sopra, è prevedibile una situazione faunistica non dissimile (nelle rispettive carte tematiche in legenda sono riportati le classi di idoneità che decresce dai valori 1 fino a 13) (Figura 3.77, Figura 3.78, Figura 3.79).

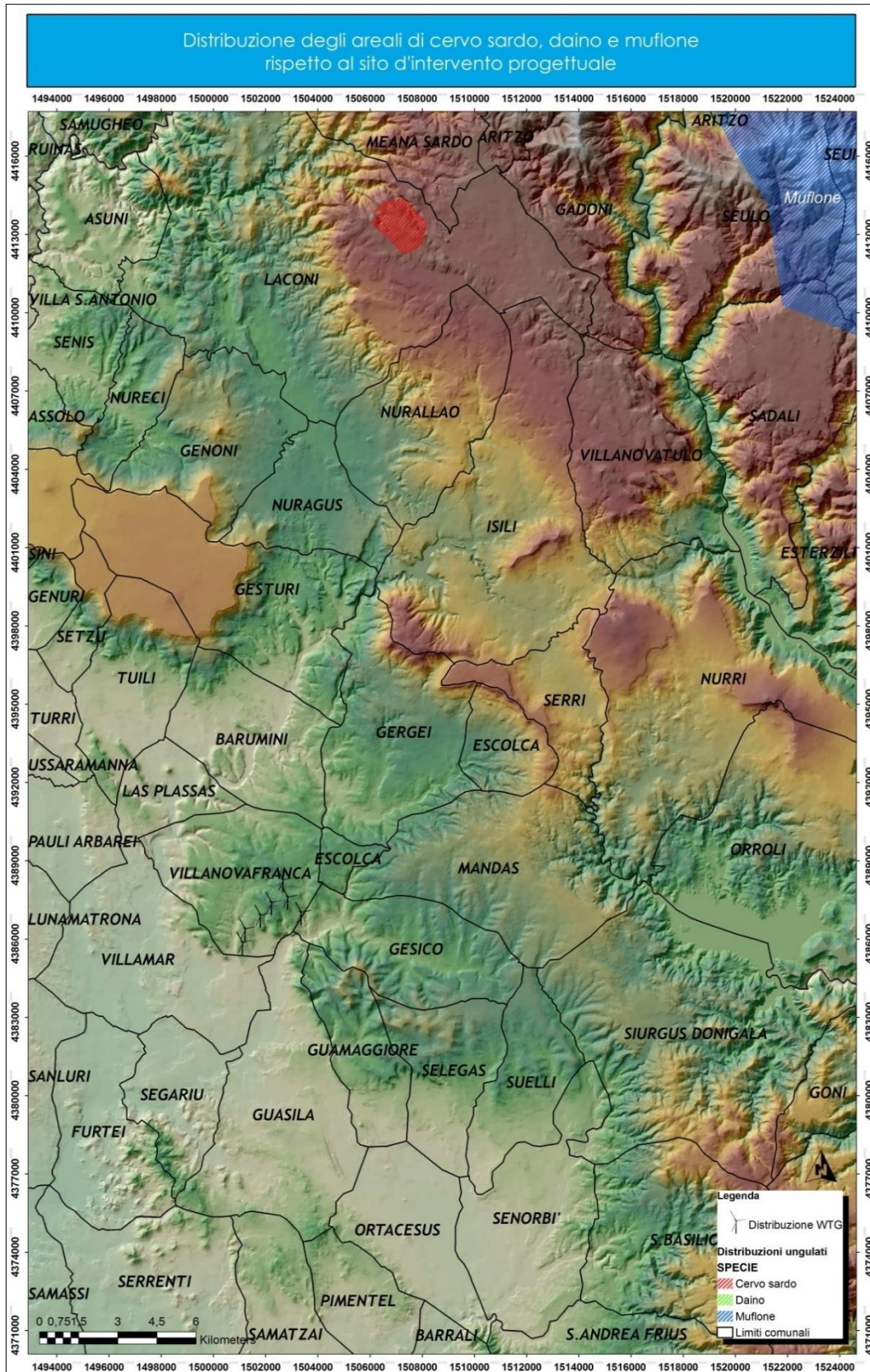


Figura 3.75 - Distribuzione delle specie di ungulati nell'area vasta rispetto all'ubicazione dell'intervento progettuale

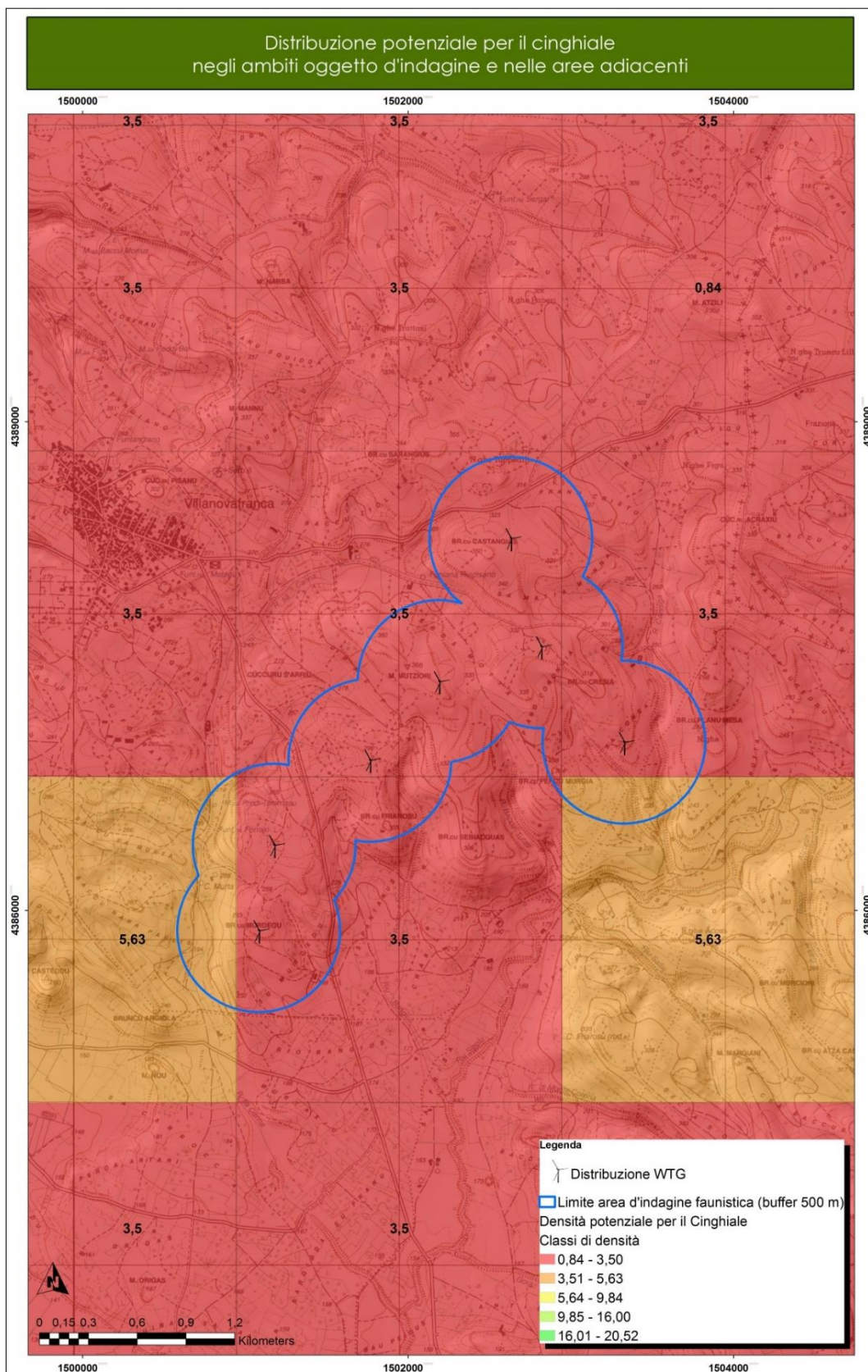


Figura 3.76 - Densità potenziale del cinghiale in relazione all'area dell'intervento progettuale

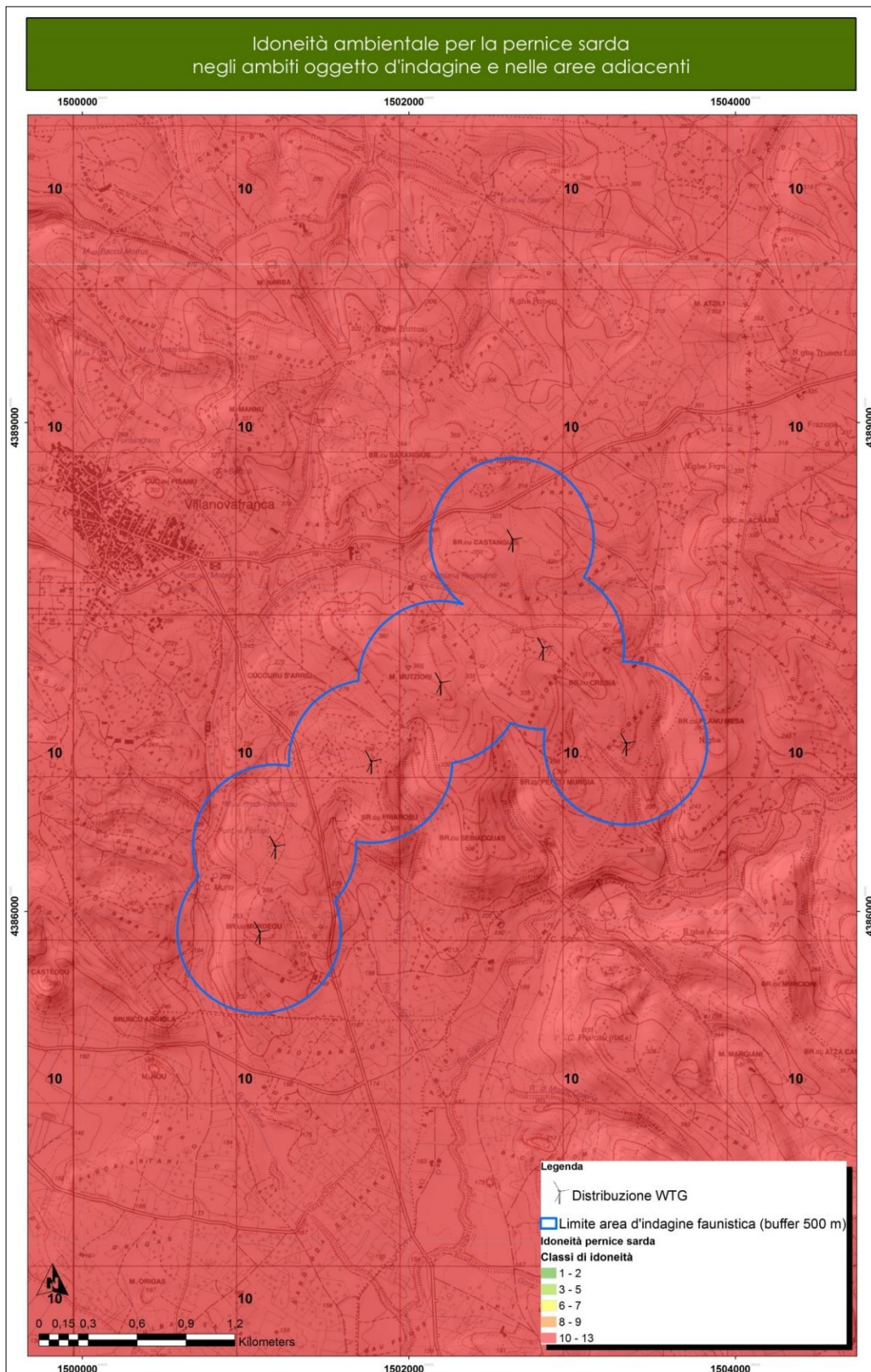


Figura 3.77 - Idoneità ambientale per la pernice sarda in relazione all'area di intervento progettuale

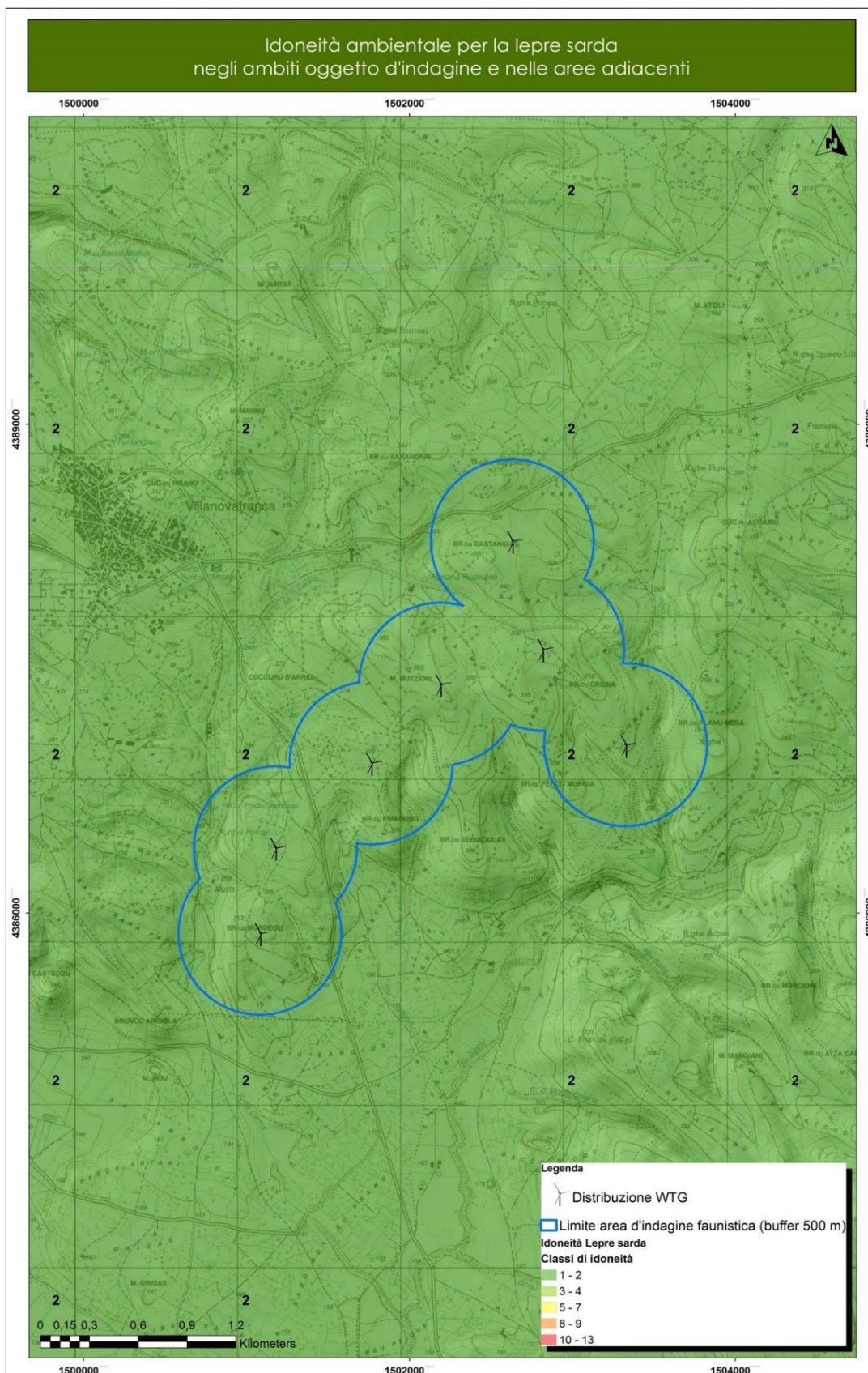


Figura 3.78 - Idoneità ambientale per la lepre sarda in relazione all'area di intervento progettuale

3.6.4.2 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 3.80e Figura 3.83). 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 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 3.80, 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 3.81e Figura 3.82), 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 particolare modo, frequenta anche zone caratterizzate da una buona diffusione di vegetazione arborea-arbustiva, in questo poco rappresentata dalla diffusione di siepi o zone a macchia mediterranea. Considerate le caratteristiche del territorio oggetto di 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 3.81 il *Discoglossus sardus* (Discoglossino sardo) è segnalato in aree distanti da quella d'intervento e considerata l'assenza di habitat idonei alla specie, se ne esclude la presenza.

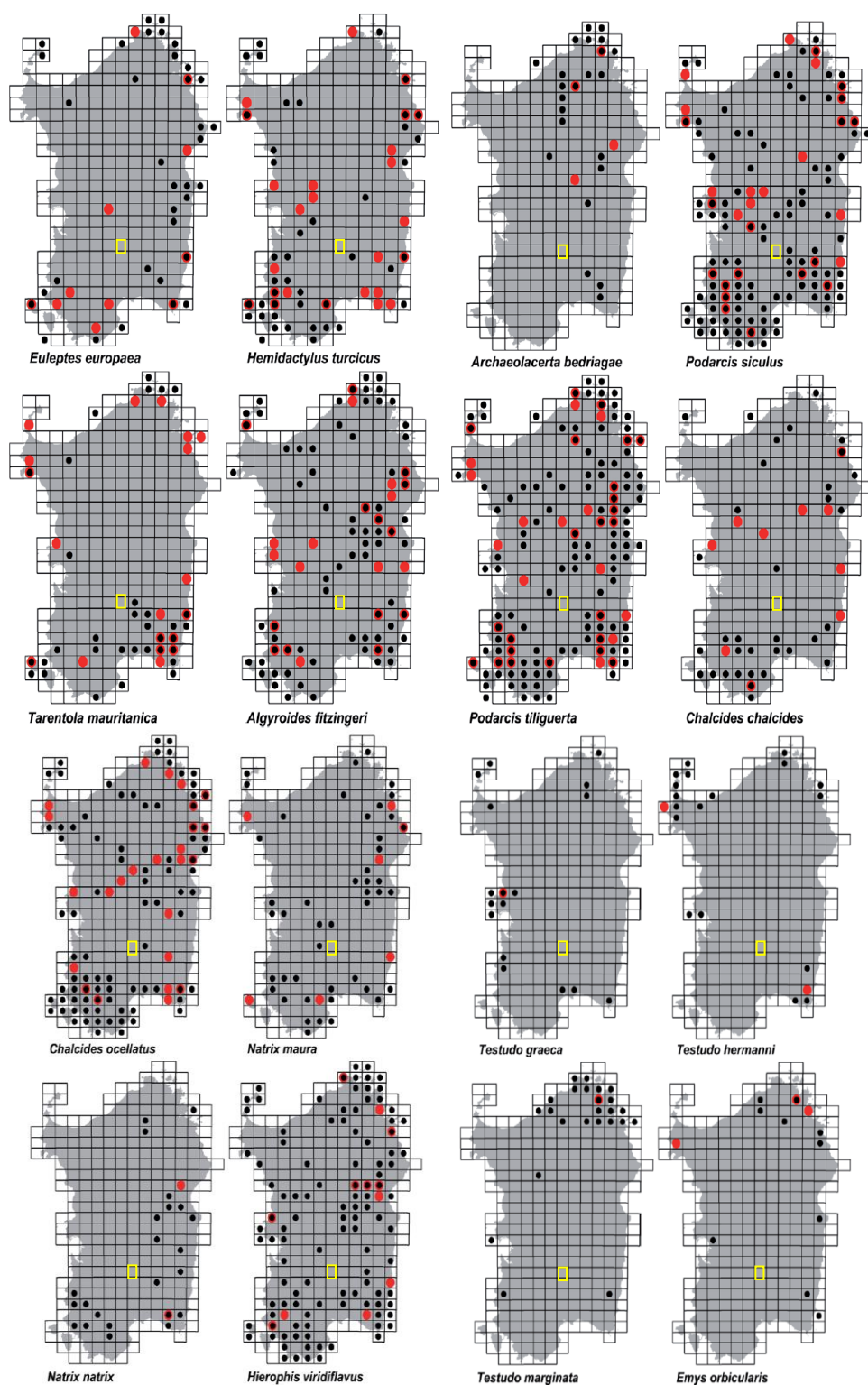


Figura 3.80 Distribuzione accertata in Sardegna per le specie di Rettili (A contribution to the atlas of the terrestrial herpetofauna of Sardinia, 2012 – in rosso le ultime località accertate in nero quelle riportate in studi precedenti, il rettangolo giallo indica l'ambito di ubicazione della proposta progettuale)

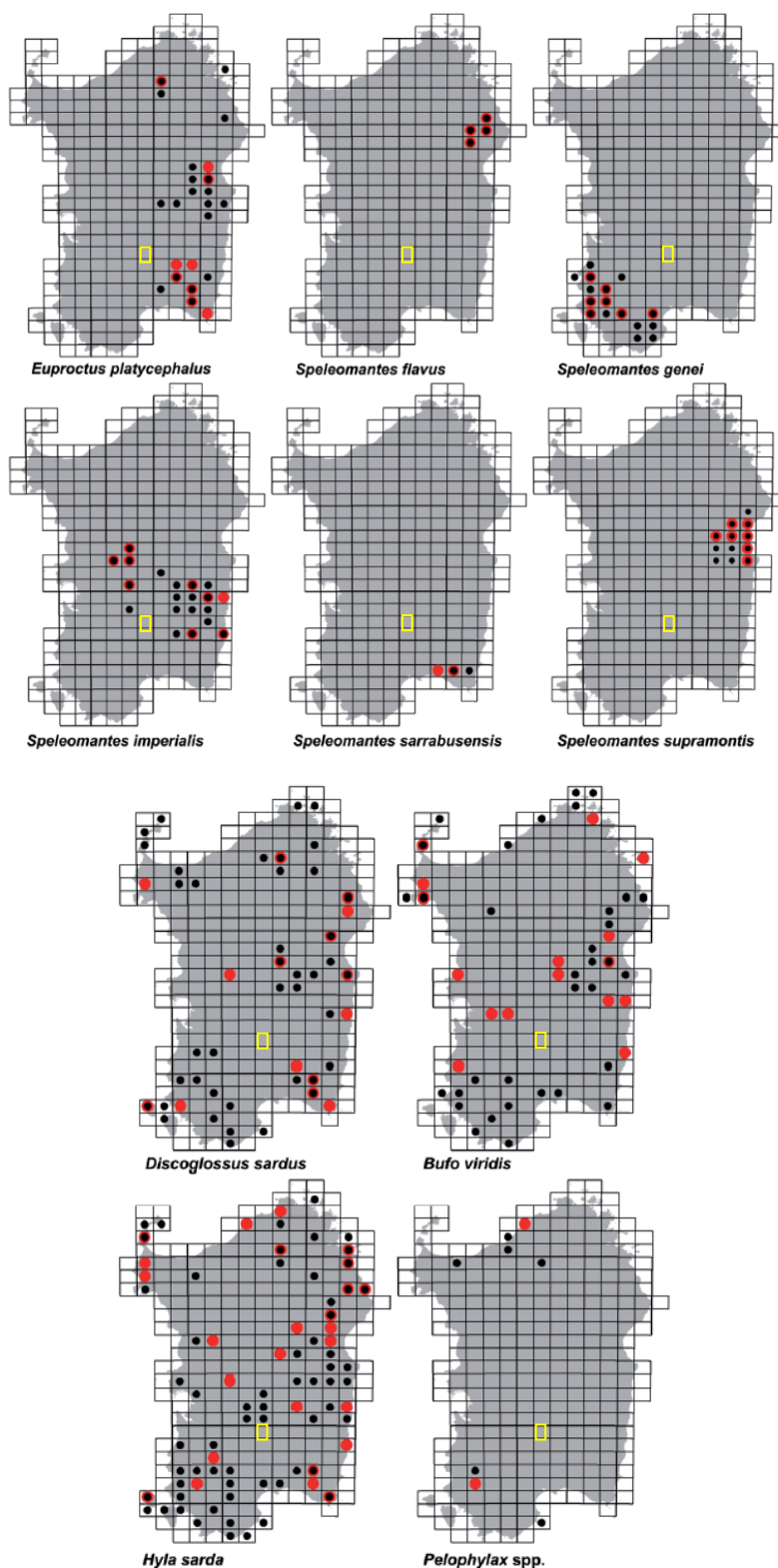


Figura 3.81 Distribuzione accertata in Sardegna per le specie di Anfibi (A contribution to the atlas of the terrestrial herpetofauna of Sardinia, 2012 – in rosso le ultime località accertate in nero quelle riportate in studi precedenti, il rettangolo giallo indica l'ambito di ubicazione della proposta progettuale).

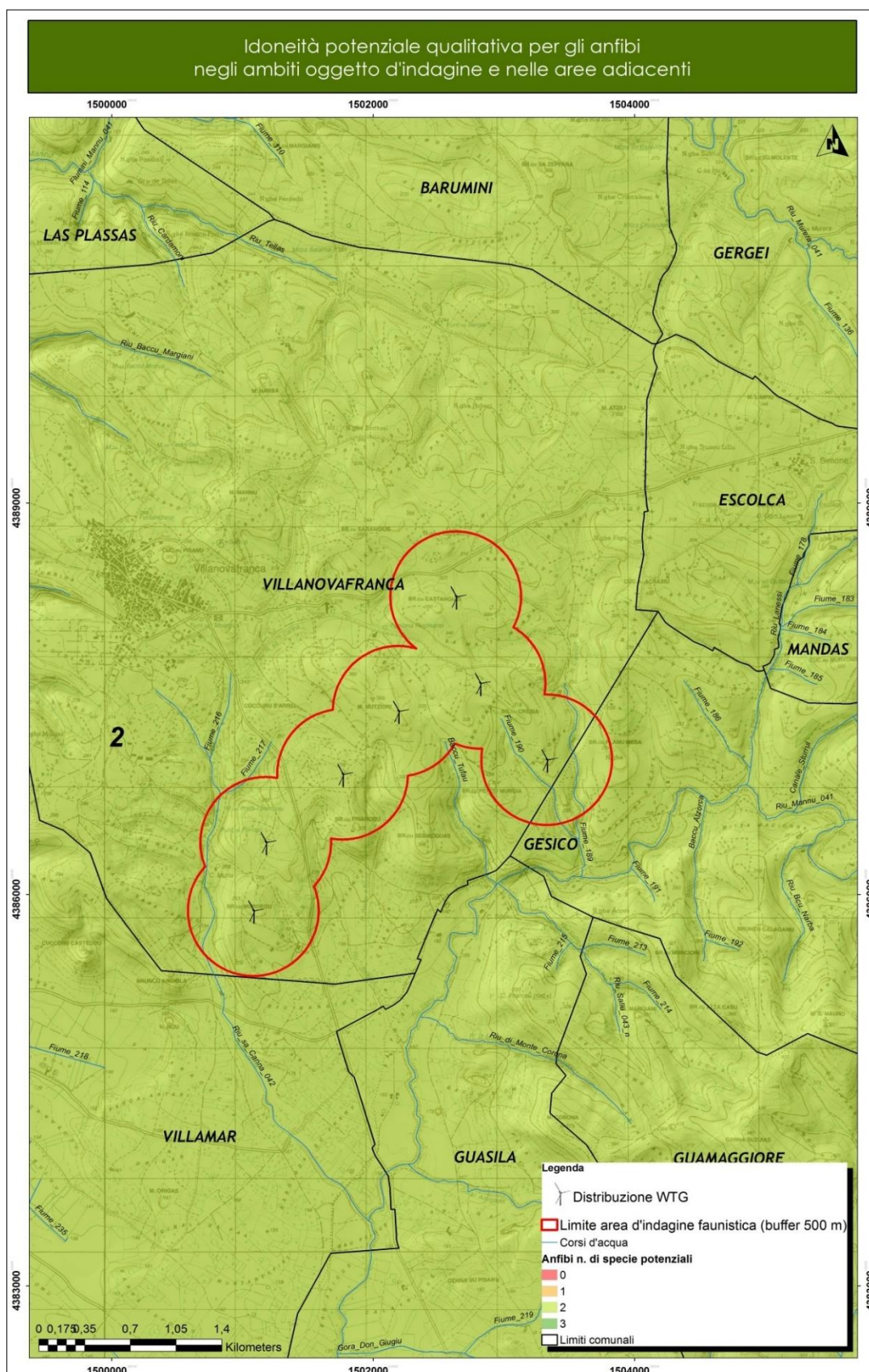


Figura 3.82 - Modello d'idoneità ambientale per gli Anfibi – n. di specie potenziali all'interno dell'area d'indagine

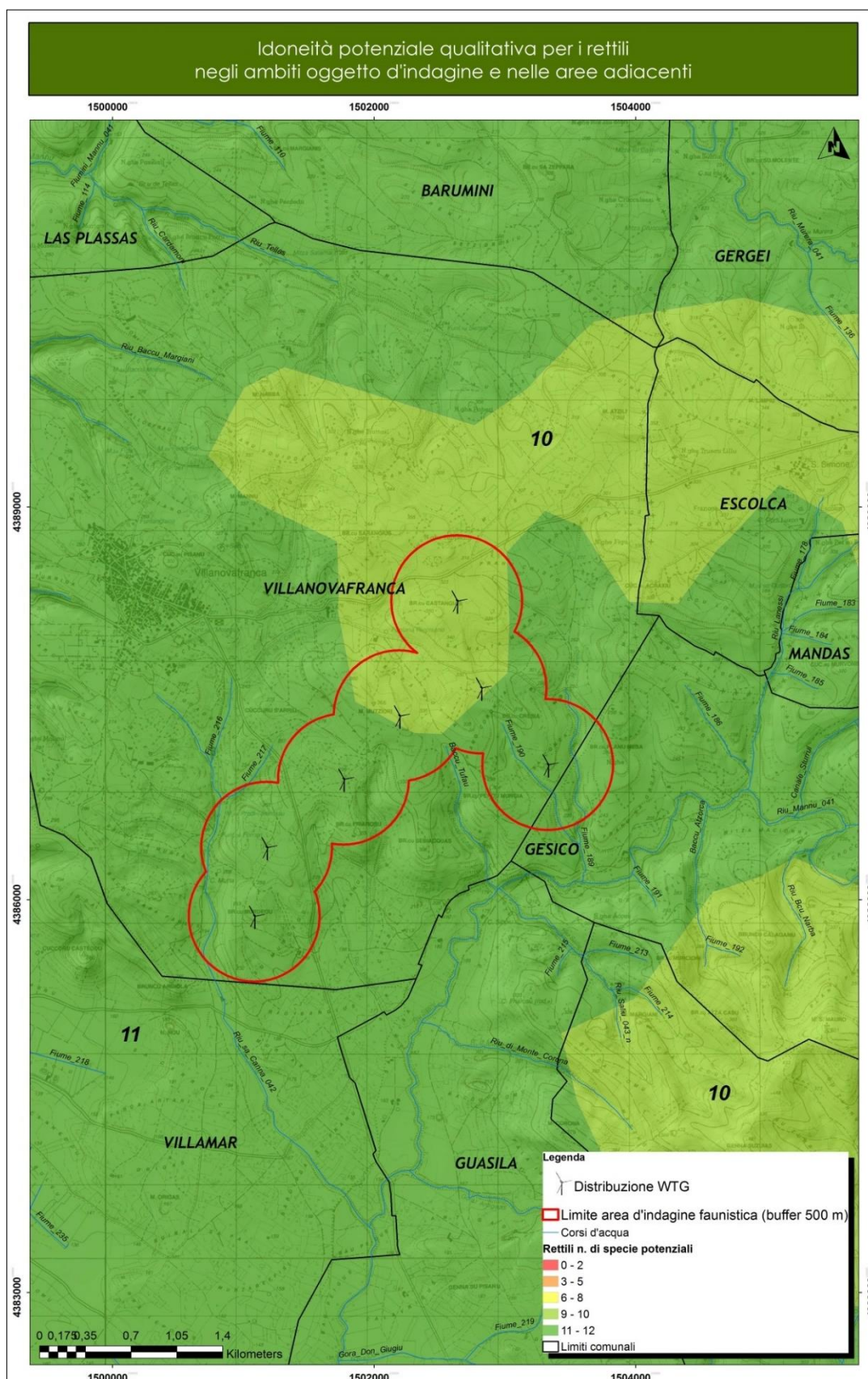


Figura 3.83 - Modello d'idoneità ambientale per i Rettili – n. di specie potenziali all'interno dell'area d'indagine.

3.6.4.3 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 o particolarmente fondamentali come aree di svernamento per gli uccelli acquatici. Nell'area vasta sono presenti modesti bacini artificiali, comunque di minore importanza sotto il profilo della presenza di uccelli acquatici e non rientrati nell'elenco delle zone umide oggetto di censimento, come evidenziato dai dati IWC (2003-2013), ricadenti in territorio di *Selegas* (7,2 km) e *Furtei* (9.8 km).

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.

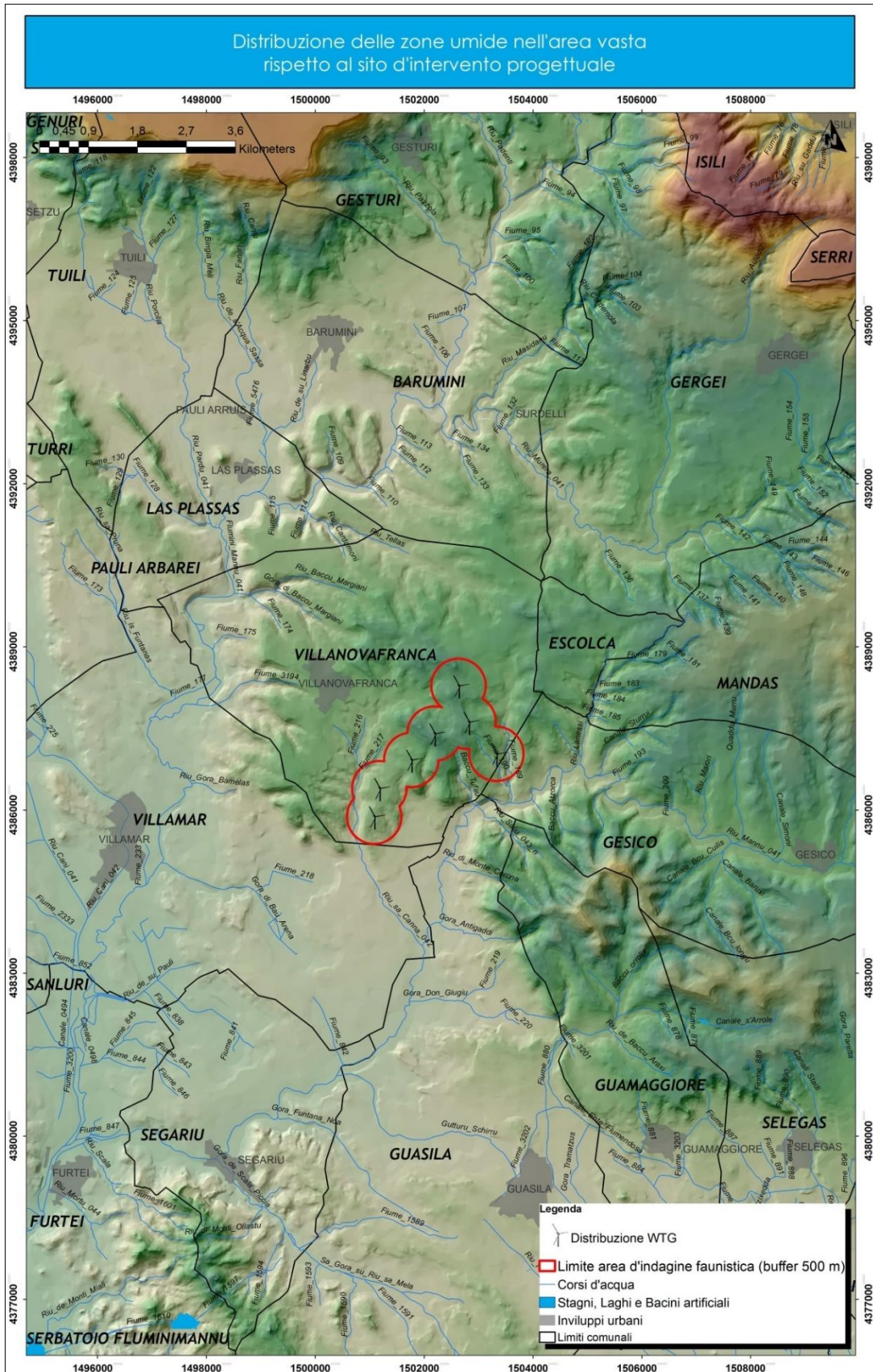


Figura 3.84 - Distribuzione zone umide nell'area vasta rispetto all'ubicazione dell'area d'intervento progettuale

3.6.4.4 *Verifica importanza ecosistemica dell'area d'intervento progettuale dalla Carta della Natura della Sardegna*

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 3.85) è ritenuto basso in pressoché tutti i settori, a eccezione di modeste superfici classificate a *VE molto alto* che coincidono con versanti collinari, 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* sono le zone occupate dai pascoli naturali.

Le zone contermini agli ambiti d'indagine tendono a confermare i valori di *VE basso* e medio in quanto coincidenti con aree occupate prevalentemente da agroecosistemi, ad esclusione del settore a sud-est 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.

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.

Dalla stessa Carta della Natura è possibile, inoltre, evidenziare anche il tematismo relativo alla *Sensibilità Ecologica SE* (Figura 3.86), 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 bassa*, settore centro-orientale, comprendente 4 aerogeneratori, e occidentale in cui vi ricadono 2 aerogeneratori, mentre molto bassa nel settore centro-occidentale in cui vi ricade un aerogeneratore 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-est dell'area d'indagine faunistica.

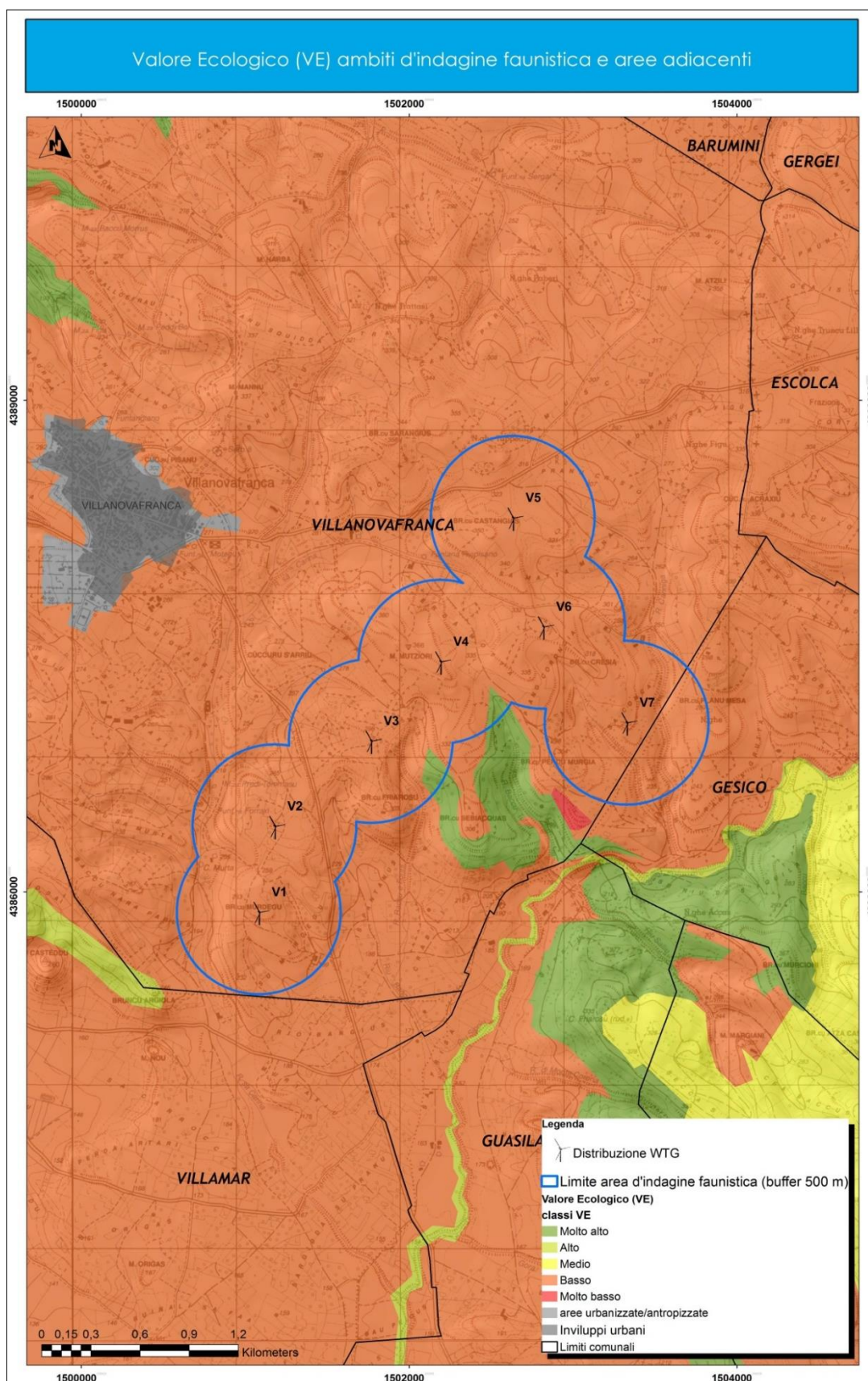


Figura 3.85 - Valore ecologico dell'area d'indagine faunistica e delle zone oggetto di intervento progettuale

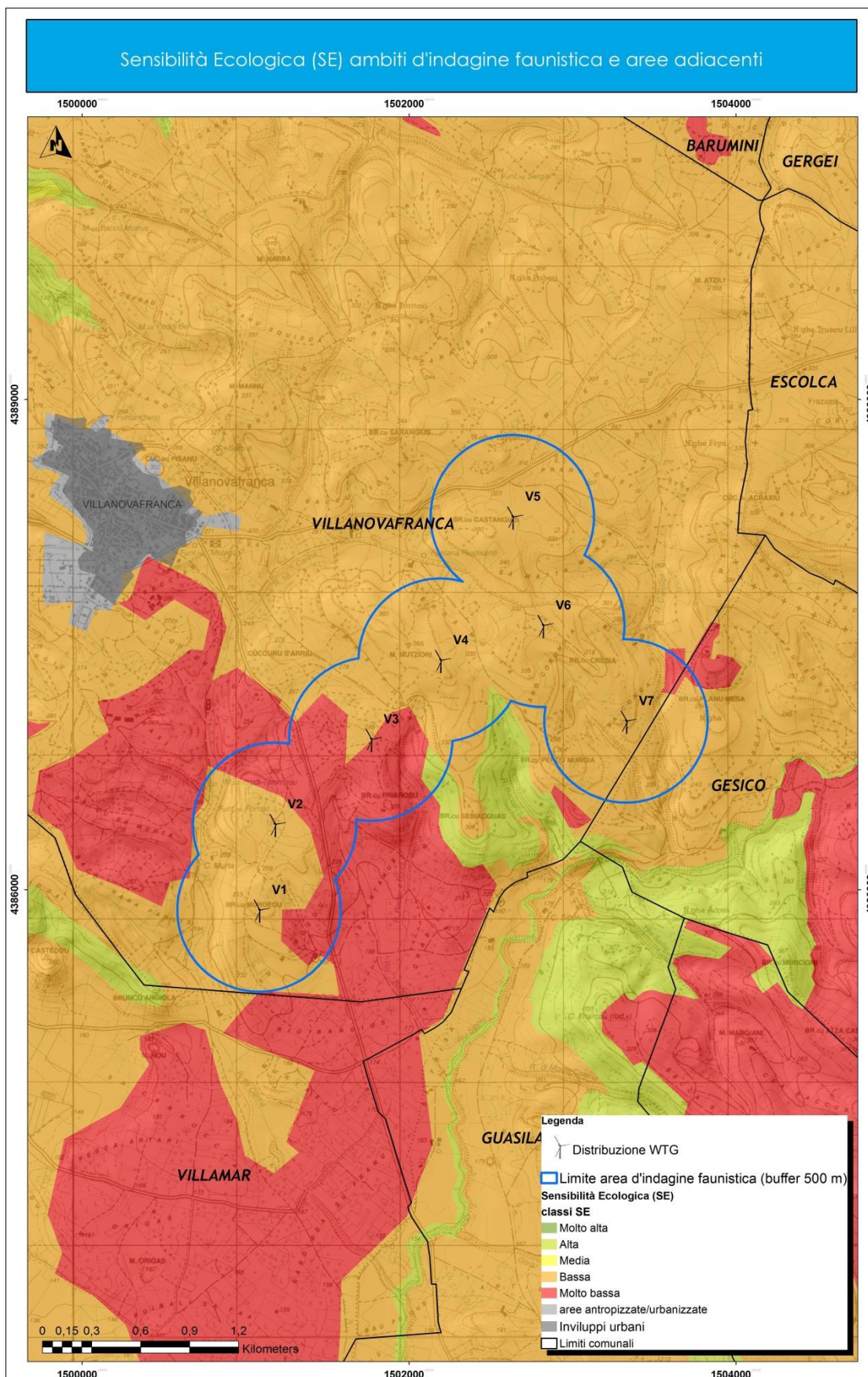


Figura 3.86 - Sensibilità ecologica dell'area di indagine faunistica e delle zone oggetto di intervento progettuale

3.6.4.5 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 2013 e nella Lista Rossa Europea degli Uccelli aggiornata al 2021.

Si evidenzia inoltre che in attesa dei dati definitivi sulla componente avifauna e chiroterofauna, che si otterranno al termine del monitoraggio ante-operam di durata pari a 12 mesi la cui conclusione è prevista a dicembre 2022, in questa fase gli elenchi di seguito esposti, pur aggiornati, sono pertanto parziali e 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.

3.6.4.5.1 Classe uccelli

Tabella 3.12 - Elenco delle specie di avifauna certe/possibili 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
GALLIFORMES									
1. <i>Coturnix coturnix</i>	Quaglia	C	M, B, W		3	L	DD		
PELECANIFORMES									
2. <i>Bubulcus ibis</i>	Airone guardabuoi	A2	SB par			L	LC	All*	P
3. <i>Ardea cinerea</i>	Airone cenerino	C	M, W, B?			L	LC		P
ACCIPITRIFORMES									
4. <i>Accipiter nisus</i>	Sparviere	1	SB,M W?			L	LC	AI	PP
5. <i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude	B	SB, M, W	I		L	VU	All	PP
6. <i>Buteo buteo</i>	Poiana	I2	SB, M, W			L	LC	All	PP
CHARADRIIFORMES									
7. <i>Burhinus oedichnemus</i>	Occhione	E	SB, M, W	I	3	C	VU	All*	PP
8. <i>Larus michahellis</i>	Gabbiano reale mediterraneo	I4	SB par	I			LC		P
COLUMBIFORMES									

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
9. <i>Columba palumbus</i>	Colombaccio	I4	SB, M, W	I		L	LC		
10. <i>Streptopelia decaocto</i>	Tortora dal collare orientale	E	SB	I		L	LC		no
STRIGIFORMES									
11. <i>Athene noctua</i>	Civetta	I4	SB		3	L	LC		PP
APODIFORMES									
12. <i>Apus apus</i>	Rondone	I1	M, B			LC	LC		P
FALCONIFORMES									
13. <i>Falco peregrinus</i>	Falco pellegrino	1	SB, M, W				LC	A	P
14. <i>Falco tinnunculus</i>	Gheppio	C	SB, M		3	L	LC	All	PP
PASSERIFORMES									
15. <i>Melanocorypha calandra</i>	Calandra	M1	SB, M	I	3		VU		
16. <i>Lullula arborea</i>	Tottavilla	L1	SB, M, W	I	2	C	LC		
17. <i>Hirundo rustica</i>	Rondine	F1	M, B, W		3	L	NT		
18. <i>Delichon urbica</i>	Balestruccio	E	M, B, W?		3	L	NT		
19. <i>Anthus cervinus</i>	Pispola	F2	M, W				LC		P
20. <i>Motacilla alba</i>	Ballerina bianca	E	M, W			L	LC		
21. <i>Erithacus rubecula</i>	Pettiroso	L1	SB, M, W			L	LC		P
22. <i>Phoenicurus ochruros</i>	Codiroso spazzacamino		M, W				LC		
23. <i>Cettia cettii</i>	Usignolo di fiume	I	SB				LC		n
24. <i>Sylvia atricapilla</i>	Capinera	I	SB, M			L	LC		
25. <i>Saxicola torquata</i>	Saltimpalo	C	SB, M, W?			L	VU		P
26. <i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto	M4	SB, M?			L	LC		
27. <i>Phylloscopus collybita</i>	Luì piccolo	I1	W, M, B?			L	LC		
28. <i>Parus major</i>	Cinciallegra	E	SB, M?				LC		P
29. <i>Corvus monedula</i>	Taccola		SB, M?	I			LC		
30. <i>Corvus corax</i>	Corvo imperiale		SB			L	LC		P
31. <i>Corvus corone</i>	Cornacchia grigia	I1	SB, M?	I			LC		
32. <i>Sturnus unicolor</i>	Storno nero	M7	SB			LC	LC		
33. <i>Sturnus vulgaris</i>	Storno	I	M reg, W	I	3	L	LC		

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
34. <i>Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda	M1	SB			L	VU		
35. <i>Fringilla coelebs</i>	Fringuello	I1	SB, M, W				LC		P
36. <i>Carduelis chloris</i>	Verdone	I6	SB,M, W				NT		P
37. <i>Carduelis carduelis</i>	Cardellino	I1	SB, M				NT		
38. <i>Carduelis cannabina</i>	Fanello	I4	SB, M, W		2		NT		P
39. <i>Emberiza calandra</i>	Strillozzo	I6	SB,M, W?		2	LC	LC		P
40. <i>Emberiza cirius</i>	Zigolo nero	M	SB			C	LC		

Per quanto riguarda la classificazione e la nomenclatura riportata nella Tabella 3.12, 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 estese 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 2 sono indicati con un numero da 1 a 3 quelle specie la cui conservazione risulta di particolare importanza per l'Europa (BirdLife International 2004). 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 di 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 secondo lo schema proposto nella Figura 3.87.

A livello nazionale lo stato di minaccia delle specie riscontrate è individuato dalle categorie evidenziate secondo la *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani*. (Rondinini, C., Battistoni, A., Peronace, V., Teofili, C., 2013.) che adotta le medesime categorie della precedente lista rossa IUCN e con lo schema riproposto in figura 23.

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.

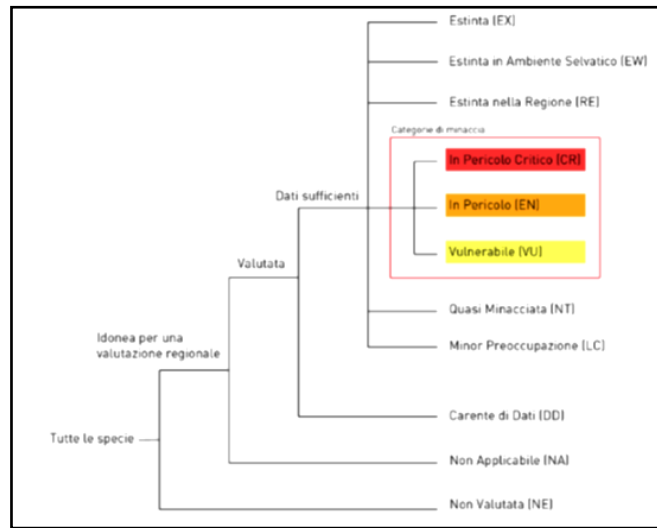


Figura 3.87 - Categorie di minaccia IUCN (BirdLife International, 2021).

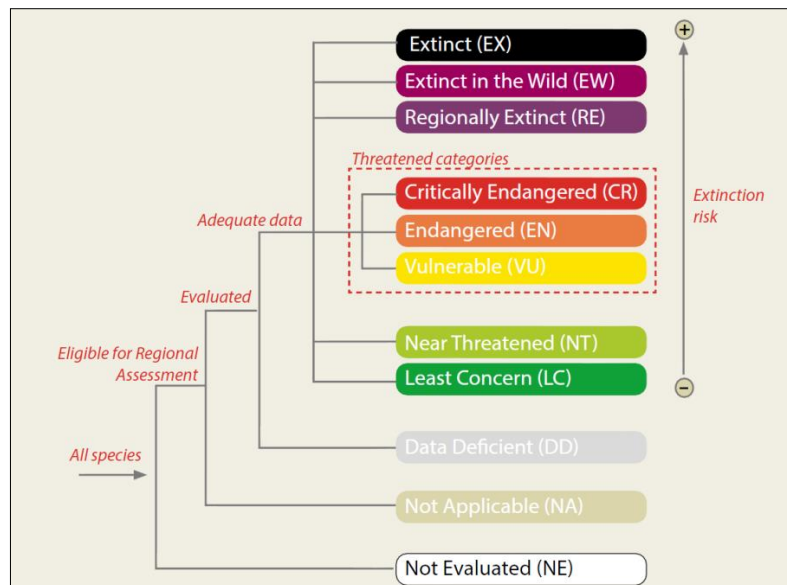


Figura 3.88 - Struttura delle categorie IUCN adottate nella Lista Rossa dei Vertebrati Italiani 2013

3.6.4.5.2 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 censimento faunistici nelle ZTRC avviati su iniziativa della Provincia del Medio Campidano nel 2014, 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 idonee in cui è diffusa la macchia mediterranea e la gariga.

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 chiroteri, attualmente, a partire da dicembre 2022, sono in corso rilievi condotti dalla Ce.Pi.Sar. (Centro Pipistrelli Sardegna) nell'ambito del monitoraggio faunistico ante-operam, pertanto ad oggi non è possibile avere un quadro sufficientemente esaustivo riguardo la composizione qualitativa della componente chiroterofauna; 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 3.13. 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 3.13 - 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 ichnusae</i>	Volpe sarda		LC	LC	
2. <i>Mustela nivalis</i>	Donnola		LC	LC	
INSETTIVORI					
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	
CHIROTERI					
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	

3.6.4.5.3 Classe rettili

Tra le specie di rilievo elencate in Tabella 3.14, quella di maggiore importanza conservazionistica, in quanto endemismo, risulta essere la *lucertola tirrenica* (endemismo sardo) che nell'Isola risulta essere una specie comune e discretamente diffusa. Le celle vuote riportate in Tabella 3.14 indicano che la specie corrispondente non rientra in nessuna categoria di minaccia o non è richiamata negli allegati delle normative indicate.

Tabella 3.14 Elenco delle specie di rettili presenti nell'area d'indagine faunistica (in rosso le specie da accertare).

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
SQUAMATA					
1. <i>Tarantola mauritanica</i>	Geco comune		LC	LC	
2. <i>Hemidactylus turcicus</i>	Geco verrucoso		LC	LC	All. 1
3. <i>Euleptes europaea</i>	Tarantolino	All. II, IV	LC	NT	All. 1
4. <i>Algyroides fitzingeri</i>	Algiroide nano	All. IV	LC	LC	All. 1
5. <i>Podarcis sicula</i>	Lucertola campestre	All. IV	LC	LC	
6. <i>Podarcis tiliguerta</i>	Lucertola tirrenica	All. IV	NT	LC	All. 1

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
7. <i>Chalcides chalcides</i>	Luscengola comune		LC	LC	
8. <i>Chalcides ocellatus</i>	Gongilo	All. IV	LC	-	
9. <i>Hierophis viridiflavus</i>	Biacco	All. IV	LC	LC	All. 1
10. <i>Natrix maura</i>	Natrice viperina		LC	LC	All. 1

3.6.4.5.4

3.6.4.5.5 *Classe anfibi*

Per quanto riguarda le specie di anfibi si esclude la presenza di specie di notevole importanza conservazionistica quali tutti i *geotritoni* e del *tritone sardo*; mentre è da accertare la presenza del *rospo smeraldino* in quanto ad oggi la specie non è stata ancora segnalata nell'area geografica in cui ricade il sito d'intervento progettuale.

Tabella 3.15 Elenco delle specie di anfibi presenti nell'area d'indagine faunistica (in rosso le specie da accertare)

Nome scientifico	Nome italiano	D.H. 92/43	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98
ANURA					
1. <i>Bufo viridis</i>	Rospo smeraldino	All. IV	LC	LC	
2. <i>Hyla sarda</i>	Raganella tirrenica	All. IV	LC	LC	

3.6.5 Distribuzione delle specie faunistiche nell'area d'indagine

3.7 SALUTE PUBBLICA E QUALITÀ DELLA VITA

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 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 (WVNF-RA13 – 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 WVNF-RA8 - 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 WVNF-RA12 – Studio 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. 4.7.5.3).

3.7.2 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

3.7.2.1 Clima acustico

Come evidenziato nell'allegato Studio previsionale di impatto acustico (Elaborato WVNF-RA13), nell'area direttamente interessata dall'impianto in progetto non sono presenti sorgenti sonore significative, ad eccezione fatta per alcuni tratti della SP 35 e SP 36 che influenzano il clima acustico della porzione est e nord dell'impianto eolico.

Il territorio è attraversato, inoltre, da strade rurali a bassissimo traffico veicolare, del tutto ininfluenti rispetto al clima acustico della zona.

In definitiva il clima acustico dell'area di interesse varia tra quello di una tipica zona rurale (area centrale e occidentale del parco) e quello di una zona in cui le infrastrutture viarie influenzano il clima acustico. I livelli sonori oscillano nel range 35,3÷62,5 dBA nel periodo diurno e nell'intervallo 29,0÷59,9 dBA nel periodo notturno, con livelli più alti in corrispondenza degli assi viari e i livelli più bassi in corrispondenza del settore settentrionale del parco eolico.

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, demografica e infrastrutturale, l'attuale livello qualitativo della componente può ritenersi elevato.

3.8 AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO

3.8.1 Premessa

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 del focalizzando l'attenzione sulle dinamiche dell'area di Villanovafranca, di particolare interesse per il presente studio.

3.8.2 La dinamica demografica ed il sistema sociale

3.8.2.1 Il contesto sovralocale

Il primo contesto di relazione di area vasta che ospita il Comune di Villanovafranca che ne influenza le dinamiche demografiche è senz'altro quello provinciale.

Con la Legge regionale n. 6 del 12 aprile 2021 si è riformata la disciplina dell'assetto degli enti di area vasta della Sardegna in coerenza con le identità storico-culturali dei singoli territori, al fine di realizzare un equilibrio territoriale tra le diverse aree della Regione e di promuovere opportunità di sviluppo e di crescita uniformi e omogenee nell'Isola.

Con tale legge il comune di Villanovafranca entra a far parte della circoscrizione territoriale della Provincia del Medio Campidano e viene conseguentemente escluso dalla circoscrizione territoriale della Provincia del Sud Sardegna. Valutato il recente trasferimento del Comune da un'amministrazione provinciale ad un'altra si è ritenuto più idoneo descrivere le caratteristiche del contesto sovralocale della provincia del Sud Sardegna considerato anche l'aggiornamento dei dati ISTAT al gennaio 2021.

La provincia del Sud Sardegna, istituita con L. R. n. 2 del 4 febbraio 2016, è costituita da 107 Comuni con una popolazione residente di 361.945 abitanti al 2011, scesa a 338.264 all'orizzonte temporale del 2021. Il trend di crescita demografica "negativa" dà conto dei vari processi in atto sul territorio, primo tra tutti il continuo spopolamento evidenziato dall'andamento negativo del tasso di crescita della popolazione.

Tabella 3.16 – Principali caratteri demografici delle province sarde

Provincia	Comune capoluogo	Superficie [km ²]	Popolazione(*)	Densità [ab/km ²]
Città Metropolitana di Cagliari	Cagliari	1.248,66	4221.488	338
Nuoro	Nuoro	5.637,97	201.517	36
Oristano	Oristano	2990,47	152.418	51
Sassari	Sassari	7.691,75	476.357	62
Sud Sardegna	Carbonia	6.530,67	338.264	52

(*) dati Istat aggiornati al 1.01.2021

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 risulta decisamente peggiore rispetto al contesto nazionale, e in linea con il dato dell'intera regione (Tabella 3.17).

Tabella 3.17 - Indice di vecchiaia (Fonte: www.tuttitalia.it)

	Italia	Sardegna	Sud Sardegna (prov.)	Carbonia (città)
2018	168,9	202,7	232,4	274,6
2019	174,0	212,4	243,3	293,9
2020	179,3	222,2	255,5	313,7
2021	182,6	231,5	265,7	330,8

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 si mostra in linea con i valori del contesto nazionale ma superiore ai valori regionali. La città di Carbonia invece mostra una migliore struttura della popolazione testimoniando così una dinamicità demografica superiore (Tabella 3.18).

Tabella 3.18 - *Indice di dipendenza strutturale (Fonte: www.tuttitalia.it)*

	Italia	Sardegna	Sud Sardegna (prov.)	Carbonia (città)
2018	56,0	52,9	56,2	54,5
2019	56,4	53,8	59,0	55,8
2020	56,7	54,9	61,1	57,3
2021	57,3	56,7	65,0	59,7

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

3.8.2.2 *Il contesto locale*

Il Comune di Villanovafranca, in cui gli interventi trovano collocazione geografica, presenta anch'esso 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 3.19 – 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%

L'esame delle dinamiche demografiche che hanno interessato il comune di Villanovafranca 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.

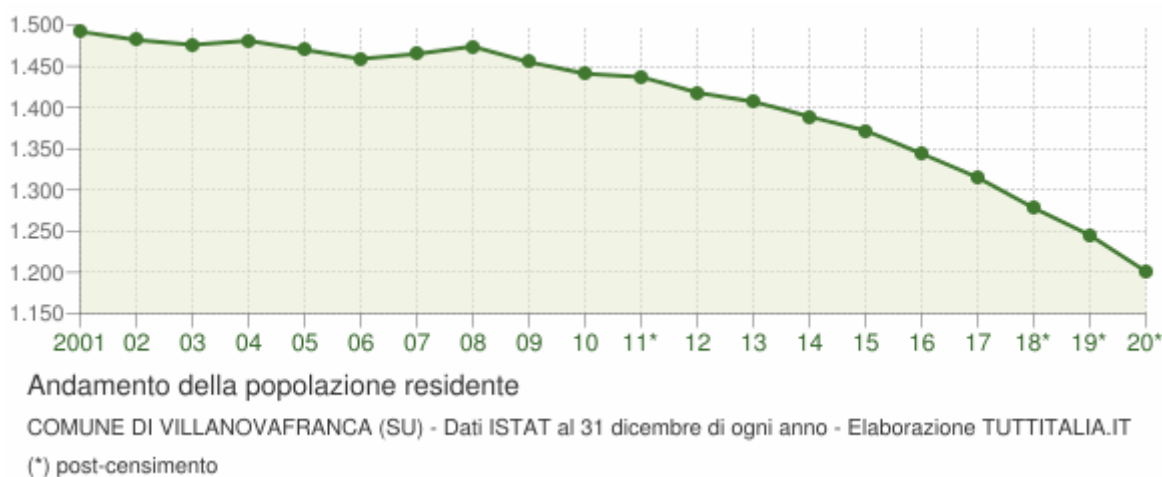


Figura 3.89 - Andamento della popolazione residente nel Comune di Villanovafranca (elaborazione tuttitalia.it)

Nel caso del comune di Villanovafranca, 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, ad 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.

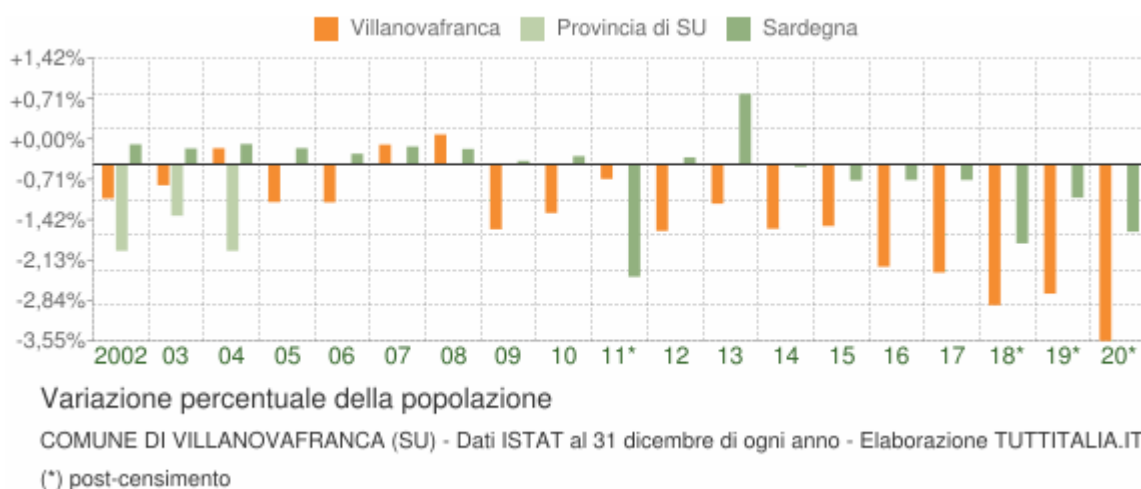


Figura 3.90 - Variazione percentuale della popolazione (elaborazione tuttitalia.it)

Il calo demografico nel Comune di Villanovafranca si associa all'invecchiamento della popolazione. La percentuale di persone di 65 anni e oltre, rispetto al totale residenti, è passata dal valore di 22,3% registrato nel 2002 al 31,2% del 2021, dato inferiore rispetto alle percentuali di popolazione anziana rilevati nel 2021 a livello provinciale, regionale e nazionale.

Si riduce altresì la fascia di popolazione di età inferiore ai 14 anni che nel 2002 costituiva il 11,7% della popolazione totale, mentre nel 2021 rappresenta il 8,0%. Per quanto riguarda invece la quota di popolazione attiva, dai 15 ai 64 anni, nel periodo compreso tra il 2002 e il 2019 si registra un incremento passando dal 66,0% 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.

Nel Comune di Villanovafranca 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 passando dal 191,4% (2002) al 390,6% (2021)

Tabella 3.20 - Principali indici di struttura della popolazione del comune di Serramanna (elaborazioni tuttalia.it)

Anno	Indice di vecchiaia	Indice di dipendenza strutturale	Indice di ricambio della popolazione attiva	Indice di struttura della popolazione attiva
2002	191,4	51,5	77,5	85,5
2003	198,3	52,9	96,3	87,4
2004	197	50,2	111,1	89,4
2005	204,9	50,5	106,4	88,5
2006	208,1	50,5	128,4	88,2
2007	210	51,5	149,2	95,7
2008	205,4	52,9	142,2	96,7
2009	208,5	52,3	149,2	97,1
2010	212,7	55	162,3	102,8
2011	230,8	57,5	150	108,4
2012	242,5	57,4	139,1	109,9
2013	257,2	57,6	144,1	114,3
2014	283,1	58,8	164,9	121,5
2015	293,2	59,7	146,6	125,4
2016	312,9	59,5	147,4	133,1
2017	328,3	61,9	165,3	146,3
2018	360	62,5	138,9	145,9
2019	362,4	65,1	152	148,1
2020	367	63	150,9	152,1
2021	390,6	64,5	183	160,7

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 il Comune di Serramanna indica un chiaro trend in aumento dal 2002 al 2021, passando dal 51,5% al 64,5% di persone a carico della collettività attiva. L'indicatore comunque risente della struttura economica della popolazione: ad esempio, in società con un'importante componente agricola, quale è Villanovafranca, 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.

A Villanovafranca, l'indice della struttura della popolazione attiva ha avuto, nel periodo 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 di Villanovafranca, 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.

3.8.3 La struttura produttiva

Secondo i dati pubblicati nel report "Sardegna in cifre 2018", elaborato nel 2018 dal Servizio della Statistica regionale della Regione Autonoma della Sardegna, nella provincia del Sud Sardegna nel 2016 erano presenti 3.844 imprese afferenti al settore Industria con 12.614 addetti, con un trend in calo rispetto ai precedenti due anni. Nel 2016, il numero medio di addetti per impresa si attestava a 3,3 disegnando un sistema produttivo improntato prevalentemente sull'attività di micro e piccole imprese.

Per quanto concerne il settore dei Servizi, nel territorio della Provincia in esame nel 2016 sono state registrate 13.234 imprese attive e 33.106 addetti con un lieve incremento della numerosità rispetto al precedente anno (13.054 imprese e 32.205 addetti). In accordo con quanto si evidenzia a livello regionale, anche nella Provincia del Sud Sardegna il settore dei Servizi rappresenta circa il 77% del sistema produttivo.

L'agricoltura è un'attività fondamentale dell'area, che poggia su aziende di piccole dimensioni, non competitive, orientate all'autoconsumo o all'integrazione di reddito, o comunque con dimensioni di superficie agricola e organizzazione insufficienti a permettere il confronto con mercati più ampi. Infatti, le realtà produttive sono spesso scarsamente collegate ai mercati di riferimento, quindi scarsamente integrate, e con una bassa produttività. Le aziende presenti nel territorio in esame sono nella stragrande maggioranza di tipo individuale, condotte direttamente dal coltivatore diretto, o con la sola manodopera familiare o con manodopera familiare prevalente (il coniuge o altri familiari del conduttore). Il settore agricolo soffre anche dell'elevata incidenza dei pascoli e dei prati-pascoli sulla superficie agricola utilizzata; della bassa produttività della terra; e della modesta dimensione economica delle aziende. Così un settore come quello dell'agro alimentare, che in Sardegna ha una rilevanza strategica e vanta numerose eccellenze, non riesce ad avere un ruolo di centro propulsivo dell'intero sistema che potrebbe competergli.

Molte produzioni locali vengono intercettate dalla grande distribuzione lasciando scarso valore aggiunto al territorio. Tuttavia, la vicinanza dell'area urbana di Cagliari, che costituisce il principale mercato dell'isola, e lo sviluppo delle moderne tecnologie della distribuzione e commercializzazione costituiscono un'importante opportunità per la diffusione dei prodotti e servizi locali.

Nell'utilizzo delle superfici agricole predominano le destinazioni a pascolo, a cui seguono i seminativi. La coltivazione del grano ha una tradizione di grande rilievo, associata ai prodotti da forno, che costituisce uno dei comparti di maggiore interesse enogastronomico del territorio. Altre filiere di rilievo sono quella vitivinicola e olivicola e le produzioni agrumicole.

3.8.4 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.

3.8.5 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.

3.8.5.1 Livello occupazionale e tessuto imprenditoriale locale

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.

3.8.5.2 Imprese agricole

Trattandosi di un territorio improntato allo sfruttamento estensivo delle risorse 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 alla conservazione e consolidamento dell'identità culturale dei luoghi.

In tale lettura la componente può pertanto dirsi strategica per l'intero sistema ambientale.

3.8.5.3 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 di Villanovafranca risulta collegato da arterie stradali di importanza statale e provinciale; pertanto, la sensibilità della componente, in rapporto a possibili

incrementi e/o variazioni della composizione del traffico, può ritenersi modesta in ragione, a fronte dei modesti livelli di traffico che attualmente caratterizzano la S.P. 5 e la S.P. 36.

3.9 RISORSE NATURALI

3.9.1 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.

3.9.2 Sottoarticolazione della componente ai fini della valutazione di impatto

3.9.2.1 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 seminativi e frutteti (oliveti e mandorleti), che costituiscono un'importante risorsa per il sistema delle economie locali.

3.9.2.2 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).

4 ANALISI DESCRITTIVA DEI PRINCIPALI IMPATTI ATTESI SULLE COMPONENTI AMBIENTALI

4.1 ATMOSFERA

4.1.1 Principali fattori di impatto (positivi e/o negativi) a carico della componente

4.1.1.1 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 e, orientare, conseguentemente le politiche economiche di contrasto (vedasi il sistema di scambio delle quote di emissione di CO₂).

4.1.1.2 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.

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 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 (al massimo circa 40 trasporti/d in andata e ritorno per l'intera durata del cantiere), 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).

4.1.2 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'esaffluoruro 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 in area del comune di Villanovafranca 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 7 aerogeneratori in progetto saranno in grado di erogare una potenza specifica di 6 MW ciascuno, per una potenza complessiva installata di 42 MW.

Preso atto che, dalle elaborazioni dei dati anemologici disponibili, il tempo di funzionamento dell'impianto a potenza nominale è valutato in circa 2.556 ore eq./anno e la potenza di ogni singolo aerogeneratore è pari a 6 MW, la producibilità netta stimata sarà di circa 107,4 GWh annui.

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 2019¹⁵, potrebbe ragionevolmente assumersi come dato di calcolo delle emissioni di anidride carbonica evitate il valore di 0,45 kg CO₂/kWh, attribuito alla produzione termoelettrica lorda nazionale. Tale dato, risulterebbe peraltro sottostimato se l'impianto fotovoltaico sottraesse emissioni direttamente alle centrali termoelettriche sarde, per le quali l'"emission factor" è valutato in 648 gCO₂/kWh¹⁶.

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 4.1.

Tabella 4.1 – Stima delle emissioni di CO₂ evitate a seguito della realizzazione del parco eolico in comune di Villanovafranca

Producibilità dell'impianto	Emissioni specifiche evitate (*) (kgCO ₂ /kWh)	Emissioni evitate (tCO ₂ /anno)
107.400.000 kWh/anno	0,648	69.595

(*) dato regionale

¹⁵ ISPRA, 2019. Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei (303/2019)

¹⁶ PEARS 2016 (https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20160129120346.pdf)

4.1.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi a livello locale o sovralocale

4.1.3.1 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 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 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).

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 WVNF-RC8 - *Cronoprogramma degli interventi* allegato al Progetto definitivo delle opere civili).

La limitata durata delle fasi di lavorazione unitamente, alla scarsa densità insediativa delle aree interessate dai lavori, 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 contenute, soprattutto in considerazione del modesto movimento di automezzi giornaliero necessario all'approvvigionamento della componentistica delle macchine eoliche e dei materiali edili (si veda il Quadro di riferimento progettuale).

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.

4.1.3.2 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 Enel¹⁷, 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 4.2).

Tabella 4.2 - Stima delle emissioni evitate a seguito della realizzazione del parco eolico in comune di Villanovafranca con riferimento ad alcuni inquinanti atmosferici

Producibilità dell'impianto	Parametro	Emissioni specifiche evitate (*) (g/kWh)	Emissioni evitate (t/anno)
107.400.000 kWh/anno	PTS	0,045	4,8
	SO ₂	0,969	104,1
	NO _x	1,22	131,0

(*) 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.

4.1.3.3 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.

4.1.4 Eventuali effetti sinergici

Valutata l'assenza di significative sorgenti di emissione puntuale o diffusa nell'area in esame e non essendo previsti, al momento, ulteriori significativi interventi infrastrutturali nel settore di intervento, in riferimento ai criteri di cumulo di cui all'allegato 7 alla parte seconda del D.Lgs. 152/06 (*progetti esistenti e/o approvati*), non si individuano apprezzabili effetti sinergici con altre sorgenti di emissione in relazione ai fattori di impatto negativi più sopra individuati.

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.

¹⁷ Rapporto Ambientale Enel 2013

4.1.5 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);
- 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).

4.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

4.2.1 Premessa

Sotto il profilo degli effetti a carico della componente in esame, va in primo luogo osservato come, sulla base del quadro di conoscenze al momento ricostruito, non siano state ravvisate problematiche di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico che possano di per sé pregiudicare la realizzazione ed il corretto esercizio degli aerogeneratori in progetto. Quanto precede fatto salvo un appropriato recepimento esecutivo degli accorgimenti individuati in progetto e nel presente SIA relativamente alle caratteristiche delle fondazioni, alle misure per assicurare la stabilizzazione delle scarpate e la regimazione delle acque di ruscellamento superficiale.

L’impatto sulla componente sarà avvertito principalmente nella fase di cantiere, allorché si procederà al tracciamento delle opere, all’asportazione della coltre superficiale ed alle operazioni di scavo e rinterro. Le inevitabili modificazioni morfologiche associate all’allestimento delle nuove piste e delle piazzole di cantiere potranno, peraltro, essere proficuamente mitigate, trattandosi generalmente di movimenti terra di modesta entità in rapporto a quelli associati alle ordinarie infrastrutture stradali; ciò a meno di tratti estremamente circoscritti di norma ubicati in corrispondenza delle piazzole di macchina, laddove i movimenti terra potranno risultare maggiormente apprezzabili.

4.2.2 Principali fattori 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;
- Alterazione dei caratteri morfologici;
- Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni;
- Rischi di destabilizzazione geotecnica;
- Rischi di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi.

4.2.2.1 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 240 ha; quella effettivamente occupata dalle opere in fase di cantiere è pari a circa 6,5 ettari, ridotti indicativamente a 4 ettari a seguito delle operazioni di ripristino morfologico-ambientale. Le superfici occupate dalle opere sono così suddivise:

Piazzole di cantiere aerogeneratori	~35.800 m ² (comprensivi di scarpate)
Piazzole definitive a ripristino avvenuto	~ 10.600 m ²
Ingombro fisico delle torri di sostegno	~140 m ²
Viabilità di impianto in adeguamento (nuovo ingombro complessivo stimato del solido stradale rispetto all'esistente)	~20.870 m ²
Viabilità di impianto di nuova realizzazione (ingombro complessivo stimato del solido stradale)	~11.380 m ²
Superfici complessivamente occupate in fase di cantiere	~65.400 m ²
Superfici complessivamente occupate a ripristino avvenuto	~42.850 m ²

Corre l'obbligo di evidenziare come in corrispondenza delle superfici funzionali al montaggio degli aerogeneratori, a fine lavori sarà favorita la ripresa della vegetazione naturale, assicurando la possibilità di recupero delle funzioni ecologiche delle aree nonché il loro reinserimento estetico-percettivo, in accordo con i criteri più oltre individuati (cfr. par 3.4).

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 30 anni dall'entrata in esercizio degli aerogeneratori) a seguito dei previsti interventi di dismissione, salvo *repowering* della centrale eolica.

4.2.2.2 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 (Elaborati WVNF-TC11 - Profili longitudinali viabilità di impianto, WVNF-TC10 - Piazzole di macchina - Dettaglio planimetrico, sezioni rappresentative e inquadramento fotografico) e la Relazione tecnica di progetto (Elaborati WVNF-RC1) documentano in modo circostanziato le modifiche morfologiche e l'entità dei movimenti di terra previsti a seguito della realizzazione degli interventi.

Da un esame dei profili longitudinali della viabilità di accesso alle postazioni di macchina si nota come il profilo altimetrico delle livellette stradali si sviluppi in sostanziale aderenza con il terreno in posto, a meno dei brevi tratti di raccordo con la quota di spianamento delle piazzole degli aerogeneratori, laddove le profondità di scavo sono valutabili indicativamente nell'intervallo 1÷5 metri.

L'altezza dei rilevati, necessari per l'allestimento di tutte le postazioni eoliche, al termine delle operazioni di conformazione finale delle piazzole di esercizio, sarà anch'essa generalmente contenuta. 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. Tali effetti morfologici saranno in gran parte reversibili per effetto delle successive attività di ripristino morfologico da condursi al termine dei lavori.

Come più oltre evidenziato (cfr. par. 4.5.5), la mirata calibrazione degli interventi di rinverdimento e stabilizzazione delle pareti in rilevato attraverso la messa a dimora di arbusti, consentirà una efficace integrazione degli interventi sotto il profilo ecologico e percettivo.

4.2.2.3 Rischi di destabilizzazione superficiale/strutturale dei terreni

Il contesto territoriale su cui è prevista la realizzazione del parco eolico risulta contraddistinto dalla presenza di suoli e vegetazione strettamente condizionati dal substrato geologico e dall'attività agro pastorale. In particolare, non sono stati riscontrati particolari fenomeni erosivi nonostante la scarsa copertura vegetale che caratterizza queste aree.

In tale quadro, la realizzazione e l'esercizio dell'impianto eolico esercita un'azione sostanzialmente neutra; valutata la modesta occupazione di suolo e le misure progettuali previste per assicurare l'ottimale drenaggio e smaltimento delle acque superficiali intercettate dalle nuove opere stradali e dalle piazzole, si può ritenere che la realizzazione degli interventi proposti non possa generare significativi processi degradativi a carico delle risorse pedologiche. Ciò a condizione che detti 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.

4.2.2.4 Rischi di destabilizzazione geotecnica dei terreni

In primo luogo, va ribadito come, dal punto di vista geomorfologico, nelle aree di ubicazione degli aerogeneratori e delle opere connesse non si ravvisino fenomeni franosi, né quiescenti né in atto. I versanti appaiono stabili e non si rilevano su di essi fenomeni di dissesto.

Per quanto concerne la stazione elettrica, l'adeguamento del PUC al PAI indica una perimetrazione Hg1 in ragione della modesta acclività del rilievo ove sorgerà.

Nelle aree interessate dal progetto non sussistono aree identificate dal PAI come aree rischio frana e, ferma restando la necessità di sviluppare l'analisi all'interno di uno specifico studio di compatibilità geologico-geotecnica di cui all'art. 25 delle N.T.A. del PAI, si può fin d'ora ragionevolmente prevedere che le opere:

- non peggiorino le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;

- non compromettano la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;
- non incrementino le condizioni di rischio specifico da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito.

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 litificato [Strato D], fatte 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. Durante la stagione piovosa, a medio/lungo termine (settimane/mesi) potrebbero manifestarsi locali crolli di detrito.

4.2.2.5 Scarichi idrici e 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 (7.000 m³ circa), 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.

A tal fine, la società proponente procederà, nel prosieguo dell'iniziativa, ad individuare eventuali cave autorizzate ad accogliere terre e rocce da scavo non contaminate ai fini della produzione di inerti e del ripristino morfologico dei vuoti di cava in accordo con i disposti del D.M. 05/02/1998.

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.

Per quanto attiene all'olio isolante contenuto nel trasformatore 30/150 kV da installarsi presso la stazione di utenza in loc. *Genna de Bentu* (Comune di Sanluri), al fine di escludere accidentali dispersioni nell'ambiente lo stesso sarà provvisto di idonea vasca di raccolta per liquidi di perdita, in accordo con quanto prescritto dalle norme tecniche applicabili per questo tipo di installazioni.

Presso la stazione elettrica di utenza, inoltre, è prevista la realizzazione di una idonea rete di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche. Tale sistema è stato concepito per gestire separatamente dal resto della precipitazione le acque di prima pioggia e quelle di lavaggio di strade e piazzali. In assenza di una definizione univoca ricavabile dalla normativa nazionale vigente, sono state considerate acque di prima pioggia le *"acque corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in 15 minuti..."* in accordo con la definizione contenuta nella L.R. 62/85 della regione Lombardia, oramai diffusamente accettata nella prassi, nonché con quanto previsto dalla Direttiva Regionale sugli scarichi (DGR 69/25 del 10/12/2008).

La regolazione dei deflussi avverrà attraverso l'ausilio di un pozzetto scolmatore, opportunamente dimensionato, che devierà il flusso di prima pioggia verso una vasca in calcestruzzo monoblocco interrata avente capacità utile di circa 15 m³; la vasca, dimensionata per accumulare l'intera portata delle acque di prima pioggia ricadenti su una superficie impermeabile di circa 1.000 m², sarà

provvista di decantatore per la separazione delle sabbie in esse contenute, disoleatore ed eventuale trattamento su carbone attivo. Lo svuotamento della vasca avverrà entro le 48/72 ore a mezzo di elettropompa sommersa con azionamento comandato da interruttore temporizzato. Tali acque, nel rispetto dei limiti previsti dalla Tabella 4 allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/06, saranno scaricate sul suolo, in accordo con quanto contemplato dalle Direttive regionali sugli scarichi laddove sussista l'impossibilità tecnica di recapitare in un corpo idrico superficiale.

Le "acque meteoriche di seconda pioggia" costituiscono la quota parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia (Art. 2 Allegato DGR 69/25) e saranno scaricate nei compluvi naturali.

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.

4.2.3 Sintesi valutativa degli impatti attesi

4.2.3.1 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

Come evidenziato negli elaborati di progetto e nella allegata Relazione agro-pedologica (Elaborato WVNF-RA9), i suoli dei siti interessati nel progetto ricadono in classe III - IV di Land Capability per via delle moderate pendenze e bassa o moderata profondità utili alle radici. Solo il sito V2 ricade in II classe in quanto i suoli sono caratterizzati da lievi o nulle limitazioni relativamente all'uso agricolo.

In tale contesto, valutate le caratteristiche dei fattori di impatto più sopra esaminati e lo stato qualitativo della componente pedologica e da ritenere che la realizzazione degli interventi proposti non possa generare processi degradativi a carico delle risorse pedologiche, essendo questi in gran parte mitigabili ed in ogni caso potenzialmente reversibili nel lungo termine.

Ciò in ragione degli aspetti, a più riprese evidenziati negli elaborati di progetto e del SIA e di seguito sinteticamente richiamati:

- l'occupazione di suolo permanente associata alla realizzazione del progetto è estremamente localizzata e scarsamente rappresentativa, sia in termini assoluti (~ 4 ettari complessivi a conclusione dei lavori) 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;
 - le operazioni di scavo e riporto, in ragione delle favorevoli caratteristiche morfologiche dei siti di installazione delle postazioni eoliche e dei percorsi della viabilità di servizio;

- il progetto, come più oltre esplicitato, si accompagna a 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 in massima parte in fregio alla 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**.

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 franosi, né quiescenti né in atto. I versanti appaiono stabili e non si rilevano su di essi 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;
- in particolare, l'assetto geologico si caratterizza per la presenza di un basamento litoide che soggiace a profondità molto difformi, presumibilmente variabili tra meno di 1 m e oltre 3,00 m rispetto al piano di campagna, sormontato da una coltre plurimetrica rimaneggiata dalle pratiche agricole;
- non inferiore a 3.00 metri dal piano di campagna in progetto è stata verificata una fondazione diretta a pianta circolare, avente diametro di 30 m e spessore massimo pari a 3.20 metri;
- la presenza di un substrato lapideo offre una resistenza di progetto molto elevata ed i cedimenti massimi sono trascurabili;
- nei siti di installazione in cui le marne litoidi si trovano a profondità non superiore a 3.50÷4.00 m dal piano di campagna, la profondità di scavo potrà essere opportunamente

incrementata e la quota ottimale di posa potrà essere recuperata con calcestruzzo magro dello spessore necessario (50÷100 cm);

- nei siti di installazione in cui le marne litoidi si trovano a profondità superiore a 4.00 metri dal piano di campagna in progetto è stato verificato un basamento a pianta circolare, fondato su pali di diametro pari a 1000 m, di profondità pari a 8 m, da realizzare in opera mediante carotaggio continuo
- essendo previste perforazioni entro terreni estremamente coesivi e per limitate profondità non si prevede il ricorso all'impiego di fanghi bentonici per stabilizzare le pareti del foro;
- ogni eventuale attuale incompletezza dei dati geologico-tecnici, tale da influenzare la scelta esecutiva e sito-specifica della geometria della fondazione e dell'armamento, sarà colmata in sede di progettazione esecutiva degli interventi, laddove è prevista l'esecuzione di indagini dirette in corrispondenza di ogni sito di imposta delle fondazioni e l'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.

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.

Alterazione dell'integrità delle risorse geomorfologiche

Come espresso in precedenza, la realizzazione degli interventi in progetto esercita i propri effetti di alterazione morfologica entro superfici di estensione limitata e circoscritta, inducendo modificazioni riconoscibili ed apprezzabili alla sola scala del sito e, dunque, totalmente estranee alle dinamiche geomorfologiche del paesaggio, contraddistinte da scala ed un ambito di relazione estremamente superiori.

Con tali presupposti, il progetto ha comunque inteso limitare convenientemente le operazioni di modifica della morfologia superficiale attraverso mirati accorgimenti, già individuati in precedenza a proposito dell'analisi degli effetti sulle risorse pedologiche e di seguito schematicamente richiamati:

- impostazione della viabilità e delle piazzole di macchina su aree a conformazione regolare, morfologicamente stabili ed immuni da significativi processi di dissesto;
- privilegiare tracciati esistenti ai fini della definizione dei percorsi viari di accesso alle postazioni eoliche;
- appropriata definizione delle scelte di ripristino ambientale al termine dei lavori al fine di minimizzare l'occupazione di suolo, favorire l'integrazione paesaggistica degli interventi e massimizzarne le potenzialità di recupero sotto il profilo ecologico-funzionale;
- adozione di appropriate misure di regolazione dei deflussi superficiali al fine di prevenire i fenomeni di dissesto a lungo termine.

Per tutto quanto precede, gli effetti a carico della componente geomorfologica possono ritenersi **lievi e adeguatamente mitigabili**, ancorché di carattere permanente laddove siano previste operazioni di scavo per la conformazione di strade e piazzole.

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 per minimizzare la probabilità di accadimento di eventi incidentali nonché definite 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**.

4.2.3.2 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 e, infine, in energia elettrica.

La stazione elettrica di utenza, prevista in Comune di Sanluri, sarà provvista di adeguati presidi ambientali intesi a prevenire il rilascio incontrollato nell'ambiente di emissioni allo stato liquido. Agiscono in tal senso la vasca di contenimento acque oleose posta al disotto del trasformatore e la rete di collettamento e trattamento acque di prima pioggia.

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** mentre permangono di **entità Lieve gli effetti a carico delle Unità geologico-geotecniche** interessate.

4.2.3.3 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.

4.2.4 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, autorizzati o in fase di realizzazione, si ritiene che i fattori di impatto più sopra individuati siano scarsamente sinergici rispetto a processi naturali o antropici all'origine di potenziali fenomeni di alterazione qualitativa della componente.

4.2.5 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:

- contenimento delle superfici permanentemente occupate dalle piazzole di macchina attraverso il recupero ambientale (rivegetazione) delle aree di cantiere (oltre il 60% della piazzola di cantiere provvisoria sarà ripristinata a fine lavori);
- 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.

Alterazione dei caratteri morfologici

Allo scopo di mitigare il fattore di impatto, in fase di ripristino ambientale sono previste una serie di azioni orientate a ripristinare, per quanto tecnicamente possibile, le modificazioni morfologiche (con particolare riferimento alle scarpate in scavo e rilevato ad opera di strade e piazzole di macchina) ed a favorire la ripresa della vegetazione naturale.

Tali interventi, più dettagliatamente descritti al paragrafo 3.5, possono ricondursi indicativamente ai seguenti:

- ripristino morfologico delle porzioni delle piazzole di cantiere ridondanti rispetto alle esigenze di gestione del parco eolico;
- rimodellamento e ricoprimento con terreno vegetale preventivamente asportato ed accantonato;
- eventuale rivegetazione con essenze arbustive spontanee.

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 prevedendo:

- L'esecuzione a regola d'arte degli interventi di ripristino ambientale in accordo con i criteri di mitigazione suggeriti a propositi del fattore di impatto "Trasformazione ed occupazione di superfici";
- la costruzione di adeguate canalette di raccolta e scolo delle acque di ruscellamento diffuso per tutta la lunghezza delle strade ed in corrispondenza delle piazzole;
- la sistematica manutenzione delle opere di drenaggio idrico in fase di esercizio dell'impianto.

Scarichi idrici e rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi

Come criteri generali di conduzione del cantiere si provvederà a:

- garantire ed accertare:
 - 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;
 - il rapido intervento per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali di rifiuti liquidi e/solidi interessanti acqua e suolo;
 - la gestione, in conformità alle leggi vigenti in materia, di tutti i rifiuti prodotti durante l'esecuzione delle attività e opere;
 - il ripristino delle eventuali opere, segnaletica stradale, murature a secco, recinzioni o linee di servizi (elettriche, telefoniche, ecc.) intercettate durante il percorso degli automezzi per il trasporto delle turbine alle aree del parco eolico. La suddetta fase di trasporto sarà pianificata in condizioni di sicurezza, senza causare disturbo alle comunità locali né intralcio alla viabilità;
 - ridurre al minimo indispensabile per la realizzazione dei lavori gli spazi destinati allo stoccaggio temporaneo del materiale movimentato, le aree delle piazzole e i tracciati delle piste.

4.3 AMBIENTE IDRICO

4.3.1 Principali fattori di impatto a carico della componente

4.3.1.1 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. Laddove l'ubicazione degli interventi è prevista sulla linea spartiacque, le opere intercetteranno modestissimi deflussi e non sarà pertanto necessaria la realizzazione di canali di guardia o opere di drenaggio particolari per il recapito delle acque di corrivazione verso i compluvi naturali.

Come più sopra accennato, la viabilità di impianto di nuova realizzazione non interseca il reticolo idrografico principale; pertanto, l'intervento non altera in alcun modo la dinamica dei deflussi superficiali, determinando ostruzioni o significative divagazioni dei naturali processi di deflusso. Quantunque il tracciato dei nuovi elettrodotti interrati, previsto quasi sempre in aderenza alla viabilità esistente o in progetto, attraversi localmente alcuni elementi idrici, le modalità realizzative dello stesso (posa in subalveo) consentiranno di escludere ogni interferenza con le condizioni di deflusso.

4.3.1.2 Potenziali interferenze con la preesistente dinamica dei deflussi sotterranei

Come evidenziato in sede di descrizione della componente (paragrafo 3.3), nel settore di intervento, la circolazione idrica sotterranea è strettamente vincolata dalla presenza di un substrato poco o nulla permeabile costituito dalle marne arenacee di Gesturi e dalle marne argillose della F.ne della Marmilla. Quest'ultima non consente l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo se non in corrispondenza di variazioni stratigrafiche con presenza di intercalazione sabbioso-arenacee o fratture e giunti all'interno della facies litoide. Neanche la copertura argilloso-limosa, per la granulometria molto fine e per il ridotto spessore, costituisce un acquifero di rilievo, ma localmente è interessato da una debole umidità al contatto con il sottostante basamento impermeabile.

4.3.1.3 Rischio di dispersione accidentale di rifiuti solidi e liquidi

Al riguardo si rimanda a quanto già riportato a proposito della componente ambientale Suolo e sottosuolo (cfr. par. 3.2).

4.3.2 Fase di cantiere

Effetti sull'idrografia e sulla qualità delle acque superficiali

Con riferimento alle operazioni di scavo della fondazione degli aerogeneratori e di scavo/riporto associati alla realizzazione della viabilità di impianto, così come per quanto attiene alla realizzazione della sottostazione elettrica di utenza, 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, 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 comporterà alcuna interferenza apprezzabile con gli acquiferi sotterranei.

L'assetto idrogeologico del settore è contraddistinto da un basamento marnoso arenaceo ove i flussi idrici si instaurano a profondità pluridecametriche/ettometriche ed una coltre detritica poco recettiva ad ospitare una falda freatica. Alla luce di quanto, per le previste quote di progetto, non sussistono i presupposti affinché le opere possa influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee. D'altro canto, considerata la ridotta estensione della base del generatore, la realizzazione della stessa non va ad influenzare in alcun modo l'assetto idrogeologico dell'area, profondamente condizionato dalle predette condizioni di scarsa permeabilità; di conseguenza, la costruzione del plinto di fondazione e dei relativi pali, da eseguirsi a qualche metro di profondità dal piano di campagna, non andrà ragionevolmente ad interferire con un'eventuale falda.

In definitiva, l'impatto sull'assetto idrogeologico è da considerarsi trascurabile, considerando la modesta superficie occupata dalle fondazioni in rapporto all'estensione del bacino idrogeologico di riferimento, tale da escludere ogni apprezzabile modificazione delle dinamiche di deflusso sotterraneo.

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 3.2 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.

4.3.3 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.

Le medesime considerazioni possono ritenersi valide anche per quanto attiene alla sicurezza ambientale delle apparecchiature elettromeccaniche da installarsi nella stazione di utenza, in comune di Sanluri, dove avverrà l'elevazione della tensione da 30 kV a 150kV prima dell'immissione dell'energia elettrica prodotta alla limitrofa futura stazione RTN di Terna. Ciò con particolare riferimento al trasformatore, che sarà provvisto di apposita vasca di contenimento delle acque oleose, ed al collettamento e trattamento delle acque di prima pioggia afferenti alle superfici scoperte prima dello scarico al suolo.

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.

4.3.4 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.

4.3.5 Eventuali effetti sinergici

Nelle aree di intervento non si ravvisano altri fattori di impatto significativi, potenzialmente cumulabili con quelli di cui trattasi.

4.3.6 Misure di mitigazione previste

4.3.6.1 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 dei presidi ambientali (p.e. autocontrollo scarico acque di prima pioggia e verifiche di tenuta della vasca del trasformatore) 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.

4.3.6.2 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.

4.4 PAESAGGIO

4.4.1 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 evidenziato in precedenza, quantunque per il progetto in esame non siano ravvisabili interazioni dirette con beni tutelati ai sensi degli art. 136, 142 e 143 del Codice Urbani, in considerazione della particolare categoria di opera, il presente SIA è accompagnato da una specifica *Analisi di inserimento paesaggistico* (Elaborato WVNF-RA8), 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 al suddetto Elaborato WVNF-RA8 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).

4.4.2 Previsione degli effetti delle trasformazioni da un punto di vista paesaggistico

4.4.2.1 Fase di cantiere

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 soprattutto dalla necessità di disporre di spazi provvisori di superficie regolare e sgombra da vegetazione funzionali all'assemblaggio della componentistica degli aerogeneratori, aventi estensione media di alcune migliaia di metri quadrati ciascuno, al netto delle scarpate in scavo o rilevato. 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. Una particolare cura sarà prestata, in tal senso, al ripristino ambientale delle scarpate, procedendo al rimodellamento delle stesse attraverso la posa di terreno vegetale, al fine di attenuarne le pendenze.

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 ~30 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×0,70m, 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

Si prevedono modesti fenomeni di riduzione (*shrinkage*), eliminazione (*attrition*) e frammentazione (*fragmentation*) di alcuni patch residuali di vegetazione erbacea semi-naturale. In particolare, l'effetto più rilevante è da circoscrivere alla riduzione e frammentazione del *patch* coinvolto dalla realizzazione della piazzola V1 (circa 2.760 m²), mentre nei restanti casi si prevedono fenomeni della stessa tipologia ma scarsamente significativi, per via del ridotto grado di naturalità della vegetazione coinvolta (comunità antropozoogene di post-coltura) e della loro ridotta estensione

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 colturale

I parchi eolici e specificatamente quello in progetto non risultano alterare il naturale perpetuarsi delle tradizionali pratiche agro-zootecniche estensive di utilizzo del territorio. È noto, infatti, 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 installazioni, inoltre, 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.

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 locali, consolidando e migliorando in modo significativo il preesistente sistema della viabilità locale, proficuamente utilizzata dalla società titolare 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.

4.4.2.2 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'impatto percettivo attraverso la valutazione della "magnitudo visuale" dell'impianto (IIPP).

La struttura del bacino visivo, considerato nella sua interezza, riflette con chiarezza le caratteristiche morfologiche dell'area di studio, contraddistinte dalla presenza dei rilievi tabulari basaltici e dalle colline miceniche che definiscono i contesti di visibilità con il loro potere schermante.

Le vicine aree pianeggianti del Campidano, costituiscono per loro natura le porzioni del bacino visivo più esposte, ma qui il fenomeno visivo si esplica con continuità solo nelle porzioni più lontane dall'impianto in progetto.

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 in contesti di visibilità teorica ampi e continui, corrispondenti alle aree delle piane alluvionali oltre che nel contesto di progetto, mentre 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 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 e tenendo conto della geometria lineare dell'impianto, la porzione di territorio in cui l'indice presenta i valori maggiori è strettamente limitata al contesto geografico di installazione dei nuovi aerogeneratori, entro un'area di forma simmetrica che si estende maggiormente in direzione perpendicolare alla direzione 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.

Lasciando alle fotosimulazioni allegate il compito di rappresentare la possibile, e peraltro ineluttabile, alterazione del quadro estetico-percettivo conseguente alla realizzazione del progetto, per caratteri insediativi, per la prossimità alle installazioni, per l'uso e la frequentazione o per il valore simbolico, i tratti di maggiore sensibilità rispetto alla potenziale alterazione del bacino di relazione visiva delle opere.

Modificazioni dell'assetto insediativo-storico

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 dello specifico survey condotto 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, 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 (aerogeneratori esistenti, elettrodotti aerei, strade, stazioni elettriche).

4.4.2.3 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	
<p><i>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).</i></p>	<p>Il contesto agricolo ha in sé i connotati di un contesto dalle caratteristiche di un'“area produttiva” ove erano ubicate le funzioni legate alle attività di sostentamento.</p> <p>La realizzazione dell'intervento proposto delinea comunque alcune prospettive di integrazione ed opportunità socio-economiche per il territorio che, a fronte, di una intrusione fisica, guadagna l'opportunità di integrazioni semantiche nel significato dei luoghi storicamente vocati all'agricoltura.</p> <p>In tal senso, proprio in una fase di crisi dei tradizionali modelli economici e di forte sofferenza del settore agricolo, il progetto potrebbe risultare sinergico e compatibile con la prosecuzione delle attività agro-zootecniche, nella misura in cui saranno riconosciuti significativi 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><i>Suddivisione: (per esempio, nuova viabilità che attraversa un sistema agricolo, o un insediamento urbano o sparso, separandone le parti)</i></p>	<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>
<p><i>Frammentazione: (per esempio, progressivo inserimento di elementi estranei in un'area agricola, dividendola in parti non più comunicanti)</i></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><i>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.)</i></p>	<p>Come diffusamente precisato in precedenza, la dislocazione delle macchine eoliche sul terreno e la scelta dei tracciati viari sono stati opportunamente studiati al fine di minimizzare adeguatamente le interazioni degli interventi con gli ambiti di maggiore valore ecologico (corsi d'acqua e aree con vegetazione naturaliforme).</p> <p>Le scelte di progetto sono state, inoltre, orientate nell'ottica di minimizzare le operazioni di movimento terra, individuando lembi di terreno a conformazione piana, o comunque regolare,</p>

<i>Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico</i>	
	<p>per il posizionamento degli aerogeneratori ed il passaggio delle piste di servizio di nuova realizzazione, come riscontrabile dalla documentazione tecnica allegata.</p> <p>Per quanto sopra, anche in ragione della modesta occupazione complessiva di superfici, funzionale alla realizzazione esercizio del parco eolico, è da escludere che l'intervento in esame possa indurre fenomeni di progressiva riduzione degli elementi strutturanti e qualificanti del paesaggio in esame.</p>
<p><i>Eliminazione progressiva delle relazioni visive, storico-culturali, simboliche di elementi con il contesto paesaggistico e con l'area e altri elementi del sistema</i></p>	<p>Allorquando si inseriscono importanti infrastrutture territoriali all'interno di un determinato contesto paesistico si determinano, inevitabilmente, immediati e rilevanti cambiamenti. Per tali ragioni, attorno alla diffusione delle turbine eoliche, in questi ultimi anni, si è riaperto un dibattito piuttosto interessante sull'estetica del paesaggio.</p> <p>Sebbene le macchine eoliche siano state oggetto di aspre critiche, sia perché costituiscono nuovi elementi di ragguardevoli dimensioni, sia perché generalmente situate in luoghi particolarmente visibili, al fine di sfruttare le caratteristiche del vento, deve riconoscersi come la presenza di un parco eolico possa, peraltro, contribuire a reinterpretare e ad arricchire il paesaggio di nuovi ed importanti significati.</p> <p>Concettualmente, infatti, la nascita di una centrale eolica rappresenta il segno di una sentita adesione sociale al tema della salvaguardia dell'ecosistema globale attraverso la produzione di energia da fonti rinnovabili. In tal modo si attribuisce, dunque, al paesaggio un nuovo "valore" rendendolo "utile" attraverso lo sfruttamento del vento.</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 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 tra il dominio della natura e la creatività dell'uomo.</p> <p>In questo senso è da ritenere che l'integrazione tra le centrali eoliche ed il territorio che le deve accogliere vada ricercata prioritariamente nei paesaggi impoveriti sotto il profilo ecologico, quali quelli industriali o contermini, come peraltro esplicitamente sostenuto dalle indicazioni normative e programmatiche impartite dalla Regione Sardegna.</p> <p>Muovendo da tali assunzioni, un'attenta progettazione diventa dunque il fattore decisivo nel controllo dei processi di progressiva eliminazione delle relazioni paesistiche locali, al</p>

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico	
	fine di assicurare la salvaguardia degli elementi connotativi del paesaggio (ecologici, antropici, storico-culturali, ecc.).
<i>Concentrazione: (eccessiva densità di interventi a particolare incidenza paesaggistica in un ambito territoriale ristretto)</i>	Nonostante la presenza di due impianti in esercizio entro il bacino visivo dell'impianto in progetto a distanze comunque superiori ai 10km, e considerato il numero limitato di nuovi aerogeneratori in progetto e l'ampiezza del contesto paesaggistico di riferimento, valutati inoltre 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 eccessiva densità di interventi a particolare incidenza paesaggistica in un ambito territoriale ristretto.
<i>Interruzione di processi ecologici e ambientali di scala vasta o di scala locale</i>	Anche sotto questo profilo, per le ragioni anzidette, l'intervento in esame non ha le caratteristiche tali da ingenerare rischi significativi di deterioramento degli equilibri ecosistemici nell'ambito di intervento.
<i>Destutturazione: (quando si interviene sulla struttura di un sistema paesaggistico alterandola per frammentazione, riduzione degli elementi costitutivi, eliminazione di relazioni strutturali, percettive o simboliche)</i>	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.
<i>Deconnotazione: (quando si interviene su un sistema paesaggistico alterando i caratteri degli elementi costitutivi).</i>	<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>Il sito di progetto è storicamente caratterizzato dagli usi agricoli e il fenomeno della deconnotazione si manifesterebbe se venissero sottratti sia quantitativamente che semanticamente "i caratteri degli elementi costitutivi" dei luoghi. Seguendo tale impostazione si deve parlare quantitativamente di sottrazione di suolo utile all'agricoltura e semanticamente dell'alterazione di una vocazione produttiva di un territorio storicamente dedicato alla all'attività produttiva e di sostentamento.</p> <p>Tralasciando il discorso sul significato dell'energia nel contesto della vita dell'uomo moderno, forse percepita altrettanto importante quanto il sostentamento fisico dell'uomo nel passato, si può affermare che il carattere dei luoghi non è in pericolo: il consumo di suolo è, per la qualità delle scelte progettuali, limitatissimo, mentre chiunque guardi</p>

Ulteriori effetti sul sistema paesaggistico

	<p>al territorio di intervento continuerà a vedere un territorio dedicato alla produzione.</p> <p>Il rischio che la deconnotazione del particolare ambito di intervento risulti concreta e intimamente connaturata è sostanzialmente legato all'inevitabile "fuori scala" che gli impianti di produzione elettrica da fonte eolica impongono al territorio.</p> <p>Si sottolinea, a tale proposito, come il rischio di alterazione degli elementi costitutivi del paesaggio, non vada interpretato necessariamente come pericolo di distruzione dei suoi elementi strutturanti materiali giacché il progetto non intacca in termini significativi ed irreversibilmente l'integrità di tali componenti del sistema paesistico, quanto, piuttosto, come stadio di un processo di trasformazione dei caratteri connotativi immateriali (percettivi e simbolici), i cui effetti sulla qualità delle risorse paesaggistiche potrebbero evolvere nel tempo in relazione al processo in corso di mutamento del sistema di valori delle comunità locali e della sensibilità e consapevolezza dei fruitori rispetto all'importanza della questione energetica, nonché di maturazione generale della coscienza ambientale complessiva.</p> <p>Concettualmente, infatti, la nascita di una centrale eolica rappresenta il segno di una sentita adesione sociale al tema della salvaguardia dell'ecosistema globale attraverso la produzione di energia da fonti rinnovabili. In tal modo si attribuisce, dunque, al paesaggio un nuovo "valore" rendendolo "utile" attraverso lo sfruttamento del vento.</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 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.</p>
--	--

4.4.2.4 Eventuali effetti sinergici

Gli unici effetti sinergici significativi che possono individuarsi per la componente sono relativi agli impatti cumulativi visivi con impianti simili per la stima dei quali si rimanda allo specifico studio contenuto nell'elaborato WVNF-RA15 Relazione di analisi degli effetti visivi cumulativi del progetto.

4.4.2.5 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 nella Analisi di inserimento paesaggistico (Elaborato WVNF-RA8) nonché alle considerazioni riportate nell'ambito delle altre componenti analizzate nel presente Quadro di riferimento ambientale e nell'allegata Analisi costi-benefici (Elaborato WVNF-RA17).

4.5 VEGETAZIONE, FLORA ED ECOSISTEMI

4.5.1 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 impatti 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, pressoché per l'intera lunghezza dei tracciati, in aderenza a tracciati viari esistenti o in progetto e, pertanto, non originerà impatti incrementali a carico della componente.

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

4.5.2 Fase di cantiere

4.5.2.1 Impatti diretti

Perdita della vegetazione interferente con la realizzazione delle piazzole, dei nuovi percorsi viari e con l'adeguamento dei percorsi esistenti

Per la realizzazione delle opere in progetto si prevede il coinvolgimento di aree in prevalenza prive di vegetazione spontanea (seminativi), ed in misura minore interessate dalla presenza di coperture erbacee, localmente con elementi arbustivi ed arborei. Per la quantificazione della vegetazione interferente si è proceduto con la sovrapposizione del layout progettuale (clip) alla carta della vegetazione, realizzata *ex-novo*, tramite software GIS. Sono state prese in considerazione le seguenti opere: piazzole (permanenti e temporanee e relative scarpate e rilevati), viabilità (novativa e da adeguare e relative scarpate, rilevati e fossi), Sottostazione elettrica, Area di deposito temporaneo di cantiere, di trasbordo e di manovra. Le superfici di seguito riportate sono da ritenersi indicative, al netto di eventuali imprecisioni legate all'esatta corrispondenza tra layout progettuale ed ortofoto, nonché legate all'eterogeneità della vegetazione coinvolta, in particolare per quanto riguarda il coinvolgimento delle singole tipologie di vegetazione in fase di adeguamento della viabilità esistente, di difficile determinazione in questa fase. Gli impatti a carico della vegetazione spontanea sono quantificati come segue:

Tabella 4.3 – Stima delle superfici (in m²) coinvolte dalla realizzazione delle opere in progetto. In verde le superfici con presenza di vegetazione spontanea.

Tipo	Superficie (m ²)					
	Piazzole	Viabilità	SSE	Area deposito temp. cantiere e trasbordo	Area di manovra	TOTALE
1. Macchie di lentisco e olivastro (<i>Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni</i>)		455				455
2. Mosaico di praterie perenni e macchie di sclerofille sempreverdi con esemplari arborei di <i>Prunus dulcis</i> , <i>Pyrus</i> sp. pl. e/o <i>Crataegus monogyna</i>	1	1.386				1.387
3. Praterie perenni a <i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispánica</i> ed <i>Asphodelus ramosus</i> con sporadici elementi arbustivi (<i>Brachypodio ramosi-Dactyletalia hispanicae</i>)	2.739	1.205				3.944
4. Ampelodesmeti (<i>Cisto incani-Ampelodesmetum mauritanici</i>)		118				118
5. Arbusteti secondari di <i>Artemisia arborescens</i>	384	223				607
6. Cespuglieti e siepi di rovo comune con sporadici esemplari di <i>Prunus dulcis</i> , <i>Pyrus</i> sp. pl. e/o <i>Crataegus monogyna</i>	123	234				357
7. Canneti di canna comune (<i>Arundo donax</i>)		81				81
8. Comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post-coltura dei seminativi a riposo e delle superfici temporaneamente esentate dalle lavorazioni del terreno (<i>Artemisietea vulgaris</i>)	96	92				188
9. Comunità erbacee nitrofile dei margini di strade e coltivi e dei terreni incolti (<i>Stellarietea mediae</i> , <i>Artemisietea vulgaris</i>)	1.178	7.743	120	20	159	9.220
10. Formazioni arboree ripariali di pioppo bianco (<i>Populenion albae</i>)		272				272
11. Nuclei di vegetazione arborea ripariale di olmo comune (<i>Ulmion minoris</i>)		314				314
12. Nuclei e boscaglie di tamerici (<i>Tamarix</i> sp. pl.)		155				155
13. Oliveti, mandorleti, vigneti ed altre colture legnose	208	159				367
14. Eucalipteti		302				302
15. Altre alberature artificiali						
16. Seminativi	31.050	13.067	5.964	19.953	763	70.797
18. Strade sterrate e tratturi	56	11.752			1	11.809
19. Strade asfaltate		6.043			5	6.048
20. Insediamenti antropici e relative pertinenze		31				31
TOTALE	35.835	43.629	6.084	19.973	931	106.452

Perdita di elementi floristici

Dal punto di vista prettamente floristico, i rilievi svolti hanno messo in evidenza la presenza, nei siti interessati dalle opere, di pochi *taxa* endemici, subendemici e di interesse fitogeografico. Dall'analisi del materiale bibliografico e dai sopralluoghi sul campo, sebbene svolti per un periodo limitato rispetto all'intero arco dell'anno, non è emersa la presenza di specie di interesse comunitario (All. II Dir. 92/43/CEE), endemismi puntiformi o specie classificate come vulnerabili o minacciate dalle più recenti liste rosse nazionali ed internazionali.

Perdita di esemplari arborei

Il sito si caratterizza per la presenza diffusa di alberelli ed esemplari arborei di mandorli ed in misura minore perastri e olivastri, in particolare ai margini dei coltivi. Localmente, sono presenti alberature di olmi e pioppi, oltre che di eucalipti. L'impatto a carico del patrimonio arboreo è legato alla necessità di rimozione di alcuni alberi appartenenti prevalentemente alle specie *Prunus dulcis*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pyrus spinosa*, *Ulmus minor*, *Eucalyptus camaldulensis* per l'adeguamento (allargamento) di alcuni tratti viari e per la realizzazione di alcuni brevi tratti novativi. L'elenco degli esemplari e relativa localizzazione per i quali si prevede l'eradicazione è riportato in Tabella 4.4. Oltre agli esemplari riportati in Tabella 4.4, si prevede il coinvolgimento di arbusti alti, alberelli minori ed esemplari cespitosi di olivastro di ridotte dimensioni in numero pari a circa 45 individui. Si precisa tuttavia che la quantificazione degli esemplari interferenti di seguito riportata è da considerarsi indicativa; non si esclude infatti la necessità, in fase di cantiere, della rimozione di ulteriori esemplari per l'adeguamento della viabilità esistente. Come precedentemente accennato, non è previsto il coinvolgimento di esemplari di *Quercus suber* in qualsiasi stadio di sviluppo.

Tabella 4.4 - Localizzazione degli esemplari arborei ed alberelli interferenti

ID	Specie	Coord. Y	Coord. X	Mitigazione/compensazione
1	<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	39° 37' 12.97"	9° 0' 50.149"	Espianto/reimpianto
2	<i>Pyrus spinosa</i>	39° 37' 13.078"	9° 0' 48.881"	Espianto/reimpianto
3	<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	39° 37' 14.612"	9° 0' 45.564"	Espianto/reimpianto
4	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 20.042"	9° 0' 41.308"	Espianto/reimpianto
5	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39° 38' 31.776"	9° 0' 54.333"	Sostituzione
6	<i>Prunus dulcis</i>	39° 38' 19.593"	9° 1' 55.664"	Espianto/reimpianto
7	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39° 38' 20.197"	9° 1' 36.605"	Sostituzione
8	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39° 38' 21.019"	9° 1' 35.864"	Sostituzione
9	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39° 38' 20.847"	9° 1' 36.009"	Sostituzione
10	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 28.876"	9° 0' 44.737"	Espianto/reimpianto
11	<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	39° 37' 11.544"	9° 0' 54.809"	Espianto/reimpianto
12	<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	39° 37' 11.706"	9° 0' 54.396"	Espianto/reimpianto
13	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 15.758"	9° 0' 43.294"	Espianto/reimpianto
14	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 15.254"	9° 0' 44.092"	Espianto/reimpianto
15	<i>Pyrus spinosa</i>	39° 37' 12.109"	9° 0' 56.969"	Espianto/reimpianto
16	<i>Pyrus spinosa</i>	39° 37' 24.398"	9° 0' 41.832"	Espianto/reimpianto
17	<i>Olea europaea</i>	39° 37' 39.49"	9° 0' 48.146"	Espianto/reimpianto
18	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 56.818"	9° 1' 11.101"	Espianto/reimpianto
19	<i>Prunus dulcis</i>	39° 38' 12.416"	9° 0' 59.381"	Espianto/reimpianto
20	<i>Ulmus minor</i>	39° 38' 21.593"	9° 0' 45.487"	Espianto/reimpianto
21	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39° 38' 30.617"	9° 0' 51.905"	Sostituzione
22	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39° 38' 31.93"	9° 0' 54.755"	Sostituzione
23	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39° 38' 22.694"	9° 1' 34.234"	Sostituzione
25	<i>Pyrus spinosa</i>	39° 37' 13.054"	9° 0' 48.766"	Espianto/reimpianto
26	<i>Pyrus spinosa</i>	39° 37' 13.054"	9° 0' 48.64"	Espianto/reimpianto
27	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39° 38' 19.51"	9° 0' 39.495"	Sostituzione
28	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 11.912"	9° 0' 51.81"	Espianto/reimpianto
29	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 12.561"	9° 0' 50.903"	Espianto/reimpianto
30	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 15.047"	9° 0' 44.484"	Espianto/reimpianto
31	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 14.888"	9° 0' 45.014"	Espianto/reimpianto
32	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 14.001"	9° 0' 46.973"	Espianto/reimpianto
33	<i>Prunus dulcis</i>	39° 37' 14.266"	9° 0' 46.486"	Espianto/reimpianto
34	<i>Prunus dulcis</i>	39° 38' 13.8"	9° 01' 37.5"	Espianto/reimpianto



Figura 4.1 – Esempio di esemplare arboreo interferente



Figura 4.2 - Esempio di esemplare arboreo interferente



Figura 4.3 – Esempio di olivastro interferente con l'adeguamento del tratturo esistente



Figura 4.4 – Eucalipto interferente con l'adeguamento dell'accesso dalla S.P. 5 (fonte: Google)

4.5.2.2 Impatti indiretti

Frammentazione degli habitat ed alterazione della connettività ecologica

Sulla base della configurazione del layout progettuale, facendo riferimento allo schema concettuale riportato in Figura 4.5, si prevedono modesti fenomeni di riduzione (*shrinkage*), eliminazione (*attrition*) e frammentazione (*fragmentation*) di alcuni patch residuali di vegetazione erbacea semi-naturale. In particolare, l'effetto più rilevante è da circoscrivere alla riduzione e frammentazione del patch coinvolto dalla realizzazione della piazzola V1 (circa 2.760 m²), mentre nei restanti casi si prevedono fenomeni della stessa tipologia ma scarsamente significativi, per via del ridotto grado di naturalità della vegetazione coinvolta (comunità antropozoogene di post-coltura) e della loro ridotta estensione.

Per quanto riguarda l'allargamento dei tratturi esistenti, si prevedono locali fenomeni di riduzione (erosione) dei patch lineari che costeggiano tali percorsi (fasce interposte fra tratturi e seminativi), in particolare per quanto riguarda il complesso V1 e V2.

In merito alla connettività ecologica, sono previste limitate interruzioni di fasce erbacee interpoderali e siepi di rovo comune con pochi altri elementi arbustivi, che saranno intercettate da

alcuni tratti viari di nuova realizzazione. Esclusivamente per la realizzazione della piazzola V6 è previsto il coinvolgimento di un muretto a secco in ridotto stato di conservazione, per un tratto di circa 26 metri lineari (Figura 4.7).

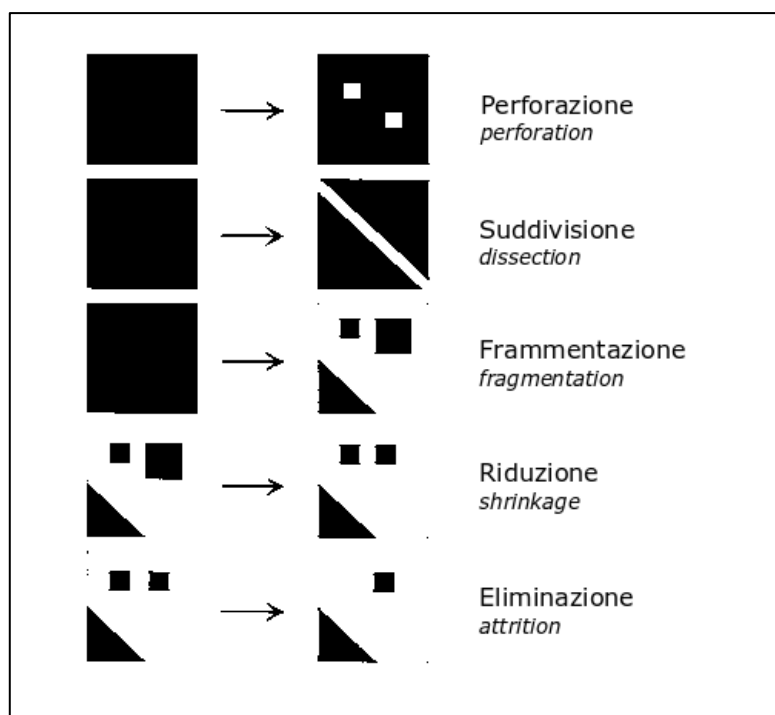


Figura 4.5 - Ideogramma dei processi di alterazione spaziale degli habitat. Fonte: KOUKI et al. 2001.



Figura 4.6 - Muretto a secco con relative siepi nei pressi della V6



Figura 4.7 - Resti di muretto a secco nel sito di realizzazione dell'aerogeneratore V6

Sollevamento di polveri terrigene

Il sollevamento di polveri terrigene generato dalle operazioni di movimento terra e dal transito dei mezzi di cantiere ha modo di provocare, potenzialmente, un impatto temporaneo sulla vegetazione limitrofa a causa della deposizione del materiale terrigeno sulle superfici vegetative fotosintetizzanti, che potrebbe alterarne le funzioni metaboliche e riproduttive. Per la realizzazione dell'opera in esame, le polveri hanno modo di depositarsi prevalentemente su coperture erbacee a ciclo annuale

o biennale, a rapido rinnovo e ridotto grado di naturalità. Nei tratti di viabilità sterrata con maggior presenza di elementi arborei ed arbustivi dovranno tuttavia essere applicate le misure di mitigazione necessarie all'abbattimento delle polveri, quali la bagnatura periodica delle superfici e degli pneumatici, nonché la limitazione della viabilità di transito.

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 alberi d'alto fusto sia spontanei che coltivati. Risulta pertanto prevedibile la necessità del taglio di alcuni esemplari arborei, o quantomeno del ridimensionamento delle relative chiome. Tale impatto potenziale dovrà essere meglio valutato a livello puntuale con l'analisi del piano trasporti e mitigato mediante l'utilizzo di mezzi di trasporto dotati di dispositivo "alzapala".

Potenziale introduzione involontaria di specie aliene invasive

L'accesso dei mezzi di cantiere e l'introduzione di terre e rocce da scavo di provenienza esterna al sito determina frequentemente l'introduzione indesiderata di propaguli di specie alloctone invasive in cantiere. Tale potenziale impatto indiretto, a basso grado di significatività dato il ridotto grado di naturalità e la marcata presenza antropica, potrà essere scongiurato mediante l'applicazione di opportune misure di mitigazione e con le attività previste dal monitoraggio in fase di *post-operam* (alla chiusura del cantiere).

4.5.3 Fase di esercizio

Occupazione fisica delle superfici

L'occupazione fisica delle superfici da parte delle opere di nuova realizzazione (piazzole, stazioni MT/AT, piste sterrate) ha modo di incidere indirettamente sulla componente floristico-vegetazionale attraverso la mancata possibilità di colonizzazione da parte delle fitocenosi spontanee e di singoli *taxa* floristici.

Le opere verranno realizzate quasi esclusivamente su terreni agricoli interessati da lavorazioni frequenti, che attualmente impediscono la colonizzazione da parte della flora e della vegetazione spontanea. In tali contesti, l'impatto da occupazione fisica di superfici in fase di esercizio risulta pertanto nullo. Per quanto riguarda le aree incolte, la loro permanenza nel tempo risulta altamente incerta, data l'intensa utilizzazione dei vari appezzamenti a fini agricoli. La potenziale evoluzione verso formazioni erbacee di maggiore interesse, come ad esempio gli ampelodesmeti e le praterie perenni a *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* risulta pertanto dipendente dalle future scelte utilizzative da parte dei singoli proprietari degli appezzamenti.

4.5.4 Fase di dismissione

Per la dismissione dell'impianto verranno impegnate in prevalenza le superfici prive di vegetazione (piazzole permanenti e piste sterrate esistenti). Allo stato attuale delle conoscenze non si prevede quindi la rimozione di coperture vegetazionali spontanee di rilievo in fase di *decomissioning*. Per quanto riguarda il sollevamento delle polveri lungo le piste sterrate per il raggiungimento del sito, data la breve durata delle operazioni non si prevede una deposizione delle polveri di tipo cronico tale da poter incidere significativamente sullo stato fitosanitario degli esemplari interessati.

4.5.5 Misure di mitigazione previste

- I nuovi percorsi viari verranno realizzati limitando al minimo il coinvolgimento della vegetazione erbacea limitrofa.
- Per l'adeguamento dei percorsi viari esistenti verrà data la priorità al mantenimento delle siepi alto-arbustive e dei nuclei e filari arborei ricadenti al margine dei percorsi.
- In fase di realizzazione delle operazioni di scotico/scavo del terreno superficiale, si provvederà a separare lo strato di suolo più fertile da reimpiantare nelle successive operazioni di ripristino. Lo strato sottostante verrà temporaneamente accantonato e successivamente riutilizzato per riempimenti, ripristini e la ricostituzione delle superfici provvisoriamente occupate in fase di cantiere. Particolare attenzione verrà posta alla conservazione del materiale litico superficiale (pietrame), il quale verrà riposizionato al termine dei lavori.

Dopo sei mesi dalla chiusura del cantiere, tutte le aree interessate dai lavori verranno accuratamente ispezionate da un esperto botanico al fine di verificare la presenza di eventuali plantule di specie aliene invasive accidentalmente introdotte durante i lavori. Se presenti, esse verranno tempestivamente eradicare e correttamente smaltite. La verifica sarà ripetuta dopo due anni dalla chiusura del cantiere.

4.5.6 Misure di compensazione

- Al fine di compensare il coinvolgimento delle fasce erbacee interpoderali e dei margini stradali, lungo alcuni tratti di viabilità novativa e da adeguare verranno realizzate siepi arbustive plurispecifiche costituite da essenze già presenti all'interno del sito e tipiche degli stati di sostituzione della serie di vegetazione potenziale del territorio, quali:
 - *Artemisia arborescens*
 - *Crataegus monogyna*
 - *Pistacia lentiscus*
 - *Pyrus spinosa*

Il materiale vegetale verrà reperito da vivai locali. Le specie selezionate, alcune delle quali caratterizzate anche dalla produzione di frutti carnosì, risultano inoltre particolarmente utili alla fauna locale. La realizzazione di tali siepi si prefigge quindi lo scopo di incrementare la connettività ecologica del sito sfruttando la funzione di corridoio ecologico, creare nuovi habitat per la fauna e favorire la diffusione di tali specie floristiche legnose. La realizzazione delle siepi avrà inoltre lo scopo di mitigare l'impatto visivo di alcuni percorsi viari di nuova realizzazione.

- Al termine dei lavori, le scarpate di qualsiasi altezza e pendenza derivanti dalla realizzazione delle piazzole e dei tracciati viari su seminativo verranno rinverdite con l'impiego della specie erbacea di pregio *Ampelodesmos mauritanicus*, con lo scopo di stabilizzarne il pendio e creare nuovi nuclei di diffusione della specie, utili anche alla frequentazione della fauna come zona rifugio, nonché con lo scopo di mantenere una certa coerenza visiva con il paesaggio vegetale del sito. Le piantine verranno reperite da vivai locali autorizzati.
- Al fine di compensare le perdite di alcuni lembi di vegetazione erbacea spontanea, alcune porzioni limitrofe agli aerogeneratori WTG_01 e 02 verranno lasciate libere alla ricolonizzazione naturale, anche mediante il riutilizzo del materiale di scotico prelevato in loco e la piantumazione o seminazione di nuove essenze, tra le quali *Ampelodesmos mauritanicus*.

Gli esemplari arborei spontanei interferenti durante le fasi di cantiere o in fase di trasporto delle componenti verranno espianati e reimpiantati in area limitrofa o sostituiti con nuovi individui reperiti da vivai locali.

4.6 FAUNA

4.6.1 Premessa

Sulla base di quanto esposto al par. 3.6 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 che in quella di esercizio. Lo schema seguente riporta in sintesi gli aspetti legati ai fattori di 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	La fase di cantierizzazione e di esercizio, per modalità operative, potrebbe 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 home range 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 può 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 può 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 può 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; sono impediti parzialmente o totalmente gli spostamenti (pendolarismi quotidiani, migrazioni, dispersioni) tra ambiti di uno stesso ambiente o tra habitat diversi.

4.6.2 Fase di cantiere

4.6.2.1 Abbattimenti/mortalità individui

4.6.2.1.1 Anfibi

In relazione alle caratteristiche delle aree oggetto di intervento, non si prevedono abbattimenti/mortalità per le specie riportate in Tabella 3.15, con particolare riferimento a quelle legate agli habitat acquatici e di maggiore importanza conservazionistica, in quanto i tracciati e le superfici oggetto d'intervento per la realizzazione delle strutture permanenti non interferiscono con corsi d'acqua idonei per le specie indicate. In particolare per quanto riguarda il *rospo smeraldino*, come già esposto, le aree intercettate dalle attività di cantiere potrebbero comunque essere

interessate dalla presenza della specie seppur con densità molto basse a causa della medio-bassa idoneità degli habitat; tali superfici di fatto sono oggetto d'intervento nell'ambito della realizzazione di tutte le piazzole di cantiere e di adeguamento e/o realizzazione della rete stradale di servizio. Gli ambienti oggetto d'intervento, oltre a non essere rilevanti sotto il profilo dell'idoneità, sono comunque frequentati maggiormente durante il periodo notturno, quello in cui è concentrata la maggiore attività trofica, risulterebbe pertanto poco probabile una apprezzabile mortalità causata dal passaggio di mezzi pesanti o dalla predisposizione delle superfici operata dal personale di cantiere. A seguito dei ritmi di attività della specie decisamente più notturni e vista l'entità delle superfici oggetto d'intervento, si ritiene che eventuali casi di abbattimento sarebbero sostenibili e tali da non compromettere lo stato di conservazione locale della popolazione della specie.

In merito alla *raganella tirrenica*, gli habitat di diffusione della specie in cui potrebbe essere presente, bacini artificiali, corsi d'acqua, pozze stagionali e vegetazione arbustiva/arborea limitrofa, non saranno oggetto d'intervento diretto nella fase di cantiere pertanto sono da escludersi eventuali abbattimenti a danno della specie, pertanto non si ravvisa nessuna criticità per la salvaguardia della popolazione locale.

Nell'ambito della realizzazione/adeguamento della viabilità e del tracciato del cavidotto interrato, sono previsti alcuni attraversamenti in alveo nella maggior parte dei casi in corrispondenza dei compluvi minori; si evidenzia che il progetto non prevede la realizzazione di opere civili specifiche in quanto, considerata l'entità degli alvei dei corsi d'acqua, saranno confermati gli attraversamenti in alveo secondo le modalità attualmente già adottate in loco. Inoltre gli interventi non prevedono l'adeguamento del piano stradale alle dimensioni richieste per il passaggio di mezzi speciali. L'eventuale presenza delle specie di anfibi nell'area oggetto d'indagine, si ritiene non sia incompatibile con le attività di cantiere in quanto, come già evidenziato, non sono previsti interventi che comportino la sottrazione o l'occupazione temporanea di habitat acquatici a cui la specie è particolarmente legata.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.1.2 *Rettili*

Si prevedono abbattimenti/mortalità per le specie di rettili richiamate in Tabella 3.14, ad eccezione di quelle diffuse negli ambienti acquatici (natrice viperina), che possono frequentare le superfici oggetto d'intervento progettuale per ragioni trofiche; peraltro va anche considerata l'attitudine alla mobilità di tali specie, che garantisce alle stesse una facilità di spostamento e fuga in relazione alla percezione del pericolo determinata dalla presenza del personale addetto e dagli automezzi impiegati durante le fasi cantiere. Ciò riduce notevolmente il rischio di mortalità che potrebbe essere limitato ai soli individui che trovano riparo in rifugi momentanei nella cavità del suolo; le azioni di cantiere sul territorio idoneo per le specie sono, inoltre, di limitata superficie rispetto a quella potenzialmente disponibile nell'area di indagine faunistica e la tempistica dei lavori prevista è comunque limitata entro l'anno.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.1.3 *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 3.13, 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 foraggiere, 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 *lentisco*.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative

4.6.2.1.4 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 3.12, 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 la seconda metà del mese di marzo 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**".

4.6.2.2 Allontanamento delle specie

4.6.2.2.1 Anfibi

Le aree interessate dal processo costruttivo non interessano superfici ad elevata idoneità per le specie di anuri potenzialmente presenti. Come già accennato la *raganella sarda* è specie legata maggiormente a pozze, ristagni o corsi d'acqua che non sono oggetto d'intervento diretto se non in corrispondenza degli attraversamenti stradali di cui si è già accennato nel paragrafo precedente. Il *rospo smeraldino* è l'unica specie che pur potendo utilizzare le oggetto d'intervento prevalentemente nelle ore notturne, in quelle diurne seleziona habitat più umidi e/o freschi in cui trova rifugio.

Un eventuale allontanamento causato dalla presenza del personale addetto o dall'emissioni acustiche generate dall'operatività dei mezzi speciali, si ritiene possa essere un impatto sostenibile in quanto circoscritto in tempi brevi e reversibile. È noto inoltre come le specie di cui sopra, frequentino spesso ambienti rurali e periurbani mostrando una certa tolleranza alla presenza di certe attività umane.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.2.2 Rettili

Le aree di intervento previste durante le fasi di cantiere interessano superfici a potenziale idoneità soprattutto per la *luscengola*, la *lucertola campestre*, il *gongilo*, il *biacco* e, nel caso d'interventi su roccia, anche per le specie legati ad ambienti più aridi e che utilizzano spesso le fessure come ambienti di rifugio. Le azioni previste nella fase di cantiere possono causare l'allontanamento di individui delle suddette specie. Tale impatto lo si ritiene, in ogni caso, momentaneo e reversibile in ragione della temporaneità degli interventi; inoltre va rilevato che almeno le specie più comuni mostrano una tolleranza alla presenza dell'uomo, come spesso testimonia la loro presenza in ambiti non solo agricoli ma anche particolarmente antropizzati come zone rurali, caseggiati e ambiti periurbani. Ad eccezione delle aree che saranno occupate in maniera permanente (piazzole definitive

e rete stradale di servizio) le restanti superfici saranno del tutto ripristinate e pertanto rese nuovamente disponibili ad essere rioccupate dalle specie.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.2.3 Mammiferi

Le aree occupate dalle fasi di cantiere interessano superfici a potenziale idoneità per tutte le specie riportate in Tabella 3.13; 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 3.13, sono spesso associate.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.2.4 Uccelli

Le aree occupate dal processo costruttivo interessano superfici a potenziale idoneità per alcune delle specie riportate in Tabella 3.12. 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 marzo 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.

4.6.2.3 Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento

4.6.2.3.1 Anfibi

Le superfici interessate dal processo costruttivo non interessano habitat riproduttivi e/o di importanza trofica ad elevata idoneità per gli Anfibi; in particolare, gli ambienti interessati non risultano essere idonei come aree riproduttive per tutte le specie indicate, mentre potrebbero esserlo sotto il profilo trofico maggiormente per il *rospro smeraldino*.

Tuttavia si evidenzia come il totale complessivo delle superfici sottratte in maniera temporanea, circa 4,5 ettari, derivanti dalla realizzazione delle piazzole di cantiere e aree di stoccaggio temporaneo, rappresenti una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat a idoneità bassa rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica; a questo proposito si evidenzia, a titolo di

esempio, che le superfici maggiormente interessate corrispondono ai *seminativi in aree non irrigue* che si estendono per circa 265 ettari.

La temporaneità degli interventi previsti nella fase di cantiere e l'entità delle superfici oggetto di intervento, non prefigurano criticità in termini di perdita dell'habitat per una specie che, inoltre, presenta uno stato di conservazione ritenuto favorevole, sia a livello nazionale che europeo.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.3.2 *Rettili*

Le superfici occupate temporaneamente dalle opere in progetto interessano habitat riproduttivi e di utilizzo trofico unicamente per le specie riportate in Tabella 3.14 ad eccezione di quelle legate agli ambienti acquatici. Al riguardo si evidenzia che il computo complessivo delle superfici sottratte in maniera temporanea, circa 4.5 ettari, rappresenta una percentuale non significativa rispetto alla disponibilità di habitat idoneo all'attività di riproduzione/foraggiamento rilevato all'interno dell'area di indagine faunistica. In sostanza si ritiene che l'entità delle superfici oggetto di intervento temporaneo non prefiguri criticità in termini di perdita dell'habitat per specie il cui status conservazionistico è ritenuto favorevole sia a livello nazionale che europeo e risultano essere comuni e diffuse anche a livello regionale.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.3.3 *Mammiferi*

Le superfici interessate dagli interventi in fase di cantiere interessano habitat d'interesse trofico per le specie di mammiferi indicate in Tabella 3.13.

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 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.

4.6.2.3.4 *Uccelli*

Le superfici d'intervento interessano habitat riproduttivi e/o di foraggiamento per specie quali, ad esempio, la *quaglia*, il *saltimpalo*, la *poiana*, la *pispolo*, la *tottavilla*, il *gheppio*, la *civetta*, il *fanello*, il *strillozzo*, il *cardellino* e la *calandra*. Anche in questo caso corre l'obbligo di evidenziare, peraltro, come il totale delle superfici sottratte temporaneamente (circa 4.5 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 3.12 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.

4.6.2.4 *Frammentazione di habitat*

4.6.2.4.1 *Anfibi*

Sulla base delle caratteristiche degli interventi previsti per la fase di cantiere (realizzazione di 7 piazzole, adeguamento e realizzazione di tracciati stradali e scavo per la posa degli elettrodotti), sono da escludersi fenomeni di frammentazione di habitat, peraltro d'idoneità bassa potenzialmente per il solo *rospo smeraldino*; si tratterà infatti d'interventi circoscritti e di ridotte dimensioni in termini di superficie, momentanei e prontamente ripristinabili, come nel caso degli interventi di scavo per i cavidotti.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.4.2 *Rettili*

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.

4.6.2.4.3 *Mammiferi*

Valgono le medesime considerazioni espresse ai paragrafi precedenti.

4.6.2.4.4 *Uccelli*

Valgono le medesime considerazioni espresse ai paragrafi precedenti.

4.6.2.5 *Insularizzazione dell'habitat*

4.6.2.5.1 *Anfibi*

Alla luce delle caratteristiche degli interventi previsti, si ritiene che non possano verificarsi fenomeni di insularizzazione dell'habitat poiché si tratterà di 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.

4.6.2.5.2 *Rettili*

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.2.5.3 *Mammiferi*

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.2.5.4 *Uccelli*

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.2.6 *Effetto barriera*

4.6.2.6.1 *Anfibi*

Non si evidenziano, tra le attività previste nella fase di cantiere, interventi o modalità operative che possano determinare l'instaurarsi di un effetto barriera; 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 se 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 se, 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.

4.6.2.6.2 Rettili

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.2.6.3 Mammiferi

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.2.6.4 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.

4.6.2.7 Criticità per presenza di aree protette

4.6.2.7.1 Anfibi

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 di 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.

4.6.2.7.2 Rettili

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.2.7.3 Mammiferi

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.2.7.4 Uccelli

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.2.8 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 chiroteri; 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.

4.6.3 Fase di esercizio

4.6.3.1 Abbattimento/mortalità di individui

4.6.3.1.1 Anfibi

In relazione alle modalità operative dell'opera non si prevedono abbattimenti/mortalità per le specie di anfibi individuate (certe e/o potenziali). La produzione di energia da fonte eolica rinnovabile non comporta nessuna interazione diretta con la classe degli anfibi. 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 apprezzabili rischi di mortalità per le specie di anfibi.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.3.1.2 Rettili

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.1.3 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 6, 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 chiroteri presenti nell'ambito in esame, potranno essere noti a partire dalla tarda primavera inoltrata del 2022 in quanto la campagna di rilevamenti previsti nell'ambito del monitoraggio ante-operam riguardante la chiroterofauna, è stata avviata a partire da novembre 2021.

Tabella 4.5 - Specie di chiroterofauna 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>Tadarida teniotis</i>	1	X	?	3

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 4.5 per tutte specie di chiroteri 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 3 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 4.8).

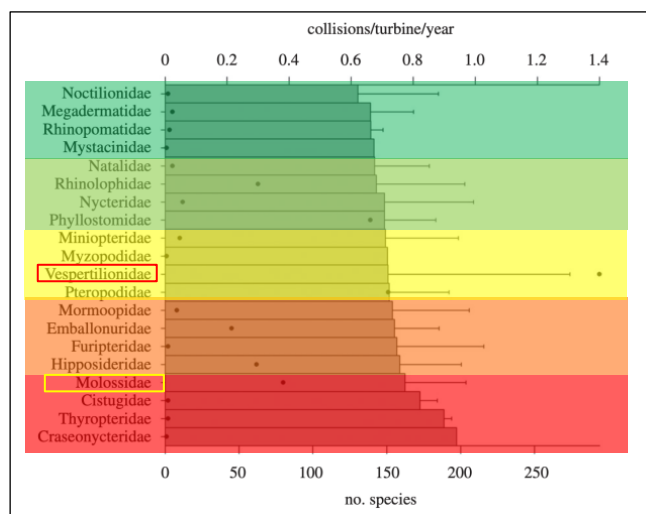


Figura 4.8 - Previsioni di collisioni medie per turbina/anno (il n. di specie per ordine è indicato dai punti neri).

Si sottolinea che i risultati dello studio riassunti in Figura 4.8 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, al contrario famiglie con poche specie e altrettanto bassi valori 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 4.6, 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 4.6 - 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 3 specie considerate, benché soggette a rischio di impatto da collisione, non rientrano tra quelle ritenute minacciate in Italia.

In particolare tutte e tre 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 4.7 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 4.8; nella Tabella 4.9 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 4.7 – 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 (42 MW), secondo i criteri riportati nella tabella di cui sopra, rientra nella categoria di impianto di media grandezza; quest'ultimo aspetto, unito alle caratteristiche di sensibilità specifica, fanno supporre un impatto potenziale sulla chiroterofauna di tipo medio. Tra l'altro si sottolinea che la sensibilità specifica, ritenuta alta per il sito in esame, è condizionata, secondo i criteri riportati in Tabella 4.9, dalla presenza di un'area protetta, la ZSC "Monte San Mauro", entro una distanza di 10 km; tuttavia 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; tuttavia 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 cautelativo condividendo la valutazione di entità media d'impatto sulla componente in esame.

Tabella 4.8 – 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 4.9 – 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 3.13, 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, insettivori 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 foraggiere/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 e 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 possano essere adottate eventuali azioni mitigative mirate alle sole specie appartenenti all'ordine dei chiroteri in relazione all'entità dei risultati che si otterranno dal monitoraggio ante-operam e dagli accertamenti periodici da condurre nelle fasi di esercizio dell'impianto (es. qualora i valori di mortalità riscontrati siano ritenuti critici potrebbe essere opportuno l'impiego di dissuasori acustici ad ultrasuoni, o anche sospensione delle attività delle turbine per velocità del vento < 7 m/s).

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'installazione 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.

4.6.3.1.4 Uccelli

Nella Tabella 4.10, 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 22.5% delle specie riportate nella Tabella 4.10 rientrano nella classe ad 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 32.5%, la classe di appartenenza è quella a media sensibilità in quanto non sono stati ancora riscontrati casi di abbattimento o i valori non sono significativi.

A quattro 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 9 specie rientranti nella classe a sensibilità elevata, quattro di queste, la *calandra*, la *passera sarda*, l'*occhione* ed 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 4.11; di fatto l'opera proposta in termini di numero di aerogeneratori rientra nella categoria di impianti di piccole dimensioni, tuttavia le caratteristiche di potenza per aerogeneratore, pari a 6.2 MW, comportano una potenza complessiva pari a 42 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 4.10 – 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	Falco pellegrino	2	4	3	4	13
3	Rondine	3	3	4	2	12
4	Saltimpalo	1	1	4	6	12
5	Calandra	1	1	4	6	12
6	Balestruccio	3	3	2	2	10
7	Passera sarda	1	1	2	6	10
8	Rondone	3	3	3	0	9
9	Occhione	1	1	1	6	9
10	Poiana	3	3	2	0	8
11	Gabbiano reale	3	4	1	0	8
12	Gheppio	3	3	2	0	8
13	Cornacchia grigia	3	3	1	0	7
14	Corvo imperiale	3	2	2	0	7
15	Taccola	2	3	2	0	7
16	Sparviere	2	2	3	0	7
17	Verdone	1	1	2	2	6
18	Cardellino	1	1	2	2	6
19	Fanello	1	1	2	2	6
20	Storno nero	1	3	2	0	6
21	Airone cenerino	3	3	non nidificante	0	6
22	Quaglia	1	1	4		6
23	Colombaccio	2	2	1	0	5
24	Airone guardabuoi	2	2	1	0	5
25	Civetta	1	1	2	0	4
26	Pettiroso	1	1	2	0	4
27	Occhiocotto	1	1	2	0	4
28	Capinera	1	1	2	0	4
29	Cinciallegra	1	1	2	0	4
30	Fringuello	1	1	2	0	4
31	Zigolo nero	1	1	2	0	4
32	Tottavilla	1	1	2	0	4
33	Strillozzo	1	1	2	0	4
34	Usignolo di fiume	1	1	2	0	4
35	Tortora dal collare orientale	2	1	1	0	4
36	Storno	1	3	non nidificante	0	4
37	Pispola	1	1	non nidificante	0	2
38	Ballerina bianca	1	1	non nidificante	0	2
39	Codirosso spazzacamino	1	1	non nidificante	0	2
40	Lui piccolo	1	1	non nidificante	0	2

Tabella 4.11 - 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 4.9). 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 4.10); 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*, dal *falco pellegrino* 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).

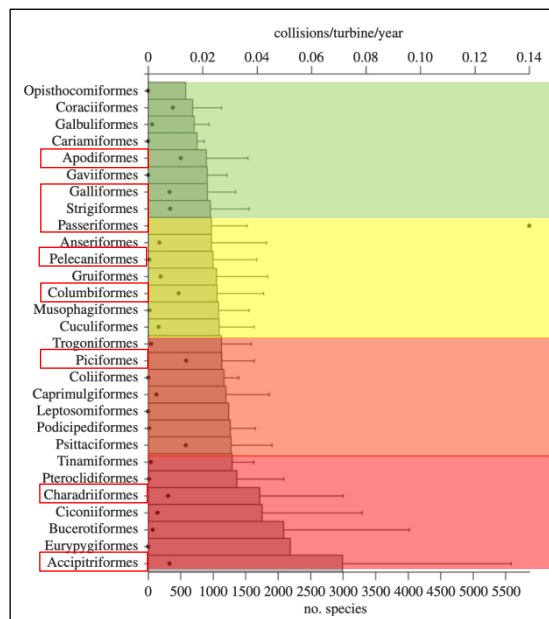


Figura 4.9 - Tasso medio di mortalità totale per specie in un ipotetico parco da 10MW.

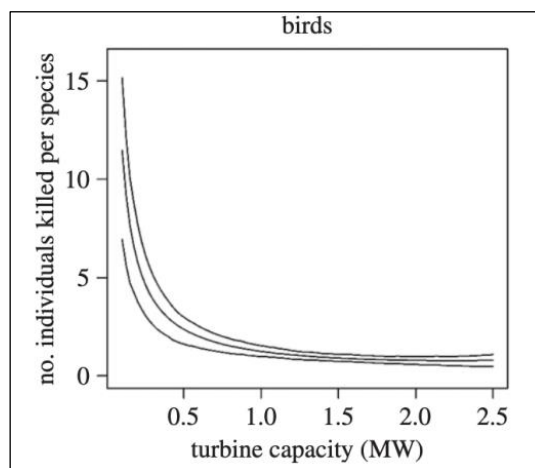


Figura 4.10 - Previsioni di collisioni medie per turbina/anno (il n. di specie per ordine è indicato dai punti neri) (nei rettangoli in rosso gli ordini delle specie riportate in Tabella 3.12).

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.

4.6.3.2 Allontanamento delle specie

4.6.3.2.1 Anfibi

I movimenti di rotazione delle pale eoliche ed il rumore aerodinamico potrebbero essere causa di allontanamento degli anfibi; tuttavia si ritiene che sull'unica specie, il *rospo smeraldino*, potenzialmente presente negli ambiti interessati dall'installazione degli aerogeneratori, benché con basse densità, non possano manifestarsi effetti significativi a lungo termine, come testimonia la presenza dell'anfibio in habitat in cui alcune attività antropiche (agricole o zootecniche) sono tollerate dalla specie. Le caratteristiche del rumore emesso dai rotor possono essere, inoltre, assimilate a quelle del vento e, pertanto, non particolarmente fastidiose per la fauna in genere. Il movimento determinato dalla rotazione delle pale non sempre è percepibile dalla specie poiché la stessa è particolarmente attiva nelle ore crepuscolari; inoltre il posizionamento elevato delle pale rispetto al raggio visivo di un anfibio attenua notevolmente la percezione del movimento. Attualmente si evidenzia che, a seguito di monitoraggi svolti in altri parchi eolici in esercizio in Sardegna, la presenza del *rospo smeraldino*, così come anche quella della *raganella tirrenica*, è stata comunque riscontrata in pozze e/o ristagni d'acqua adiacenti a turbine eoliche (distanza 200 metri circa).

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative

4.6.3.2.2 Rettili

Anche in questo caso, i movimenti di rotazione delle pale eoliche ed il rumore aerodinamico potrebbero essere causa di allontanamento dei rettili. 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. Si ritiene pertanto tale impatto di entità lieve in quanto reversibile e limitato al periodo di collaudo ed alla prima fase di produzione.

Attualmente si evidenzia che, a seguito di monitoraggi svolti in altri parchi eolici in esercizio in Sardegna, la presenza delle specie riportate in Tabella 3.14 è stata comunque riscontrata.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.3.2.3 Mammiferi

Per le medesime considerazioni espresse al punto precedente 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.

4.6.3.2.4 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 tab. 8 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.

4.6.3.3 Perdita di habitat riproduttivo o di foraggiamento

4.6.3.3.1 Anfibi

Alla luce delle considerazioni già espresse per la fase di cantiere in rapporto alle superfici sottratte in modo permanente, l'impatto in esame è da ritenersi scarsamente significativo.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario indicare delle misure mitigative.

4.6.3.3.2 Rettili

Valgono le medesime considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.3.3 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 1.500 m² mentre la realizzazione e l'adeguamento della rete viaria di servizio circa 4,7 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 1.500 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 sfalciata ma non estirpata.

In conclusione il totale complessivo delle superfici sottratte in maniera permanente, circa 6.0 ettari comprendenti le piazzole di servizio e le strade di nuova realizzazione/adequamento 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 semplici e colture orticole a pieno campo*, che rappresentano da soli il 60.0% dell'area d'indagine faunistica con un'estensione pari a circa 265 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.

4.6.3.3.4 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.

4.6.3.4 Frammentazione di habitat

4.6.3.4.1 Anfibi

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

4.6.3.4.2 Rettili

Al riguardo valgono le considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.4.3 Mammiferi

Al riguardo valgono le considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.4.4 Uccelli

Al riguardo valgono le considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.5 Insularizzazione dell'habitat

4.6.3.5.1 Anfibi

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

4.6.3.5.2 Rettili

Valgono al proposito le considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.5.3 Mammiferi

Valgono al proposito le considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.5.4 Uccelli

Valgono al proposito le considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.6 Effetto barriera

4.6.3.6.1 Anfibi

Il potenziale impatto da "effetto barriera" nella fase di esercizio dell'impianto eolico è da ritenersi nullo in rapporto alla componente faunistica in esame; le strade di servizio per tipologia costruttiva e per traffico, non determineranno un impedimento significativo agli spostamenti locali da parte delle specie di anfibi presenti, mentre non è possibile nessuna interazione diretta tra le pale e l'erpetofauna.

4.6.3.6.2 Rettili

Valgono al proposito le considerazioni espresse al punto precedente.

4.6.3.6.3 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.

Per ciò che riguarda i mammiferi chiroterri, 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

4.6.3.6.4 Uccelli

Come evidenziato in altri capitoli del presente studio, il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da 7 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 14,7 km dall'impianto proposto in progetto (Figura 4.11). 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 4.12).

Tabella 4.12 - Interdistanze minime tra i 7 WTG previsti in progetto nell'impianto eolico di Villanovafranca.

ID Aerogeneratori	Interdistanza a ID [m]	Raggio pala [m]	Interferenza pala [m]	Distanza utile fra le pale [m]	Giudizio
WTG V1 – WTG V2	533	85	289	244	<i>buona</i>
WTG V3 – WTG V4	643	85	289	354	<i>buona</i>
WTG V5 – WTG V6	690	85	289	401	<i>buona</i>

I dati riportati in Tabella 10 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.

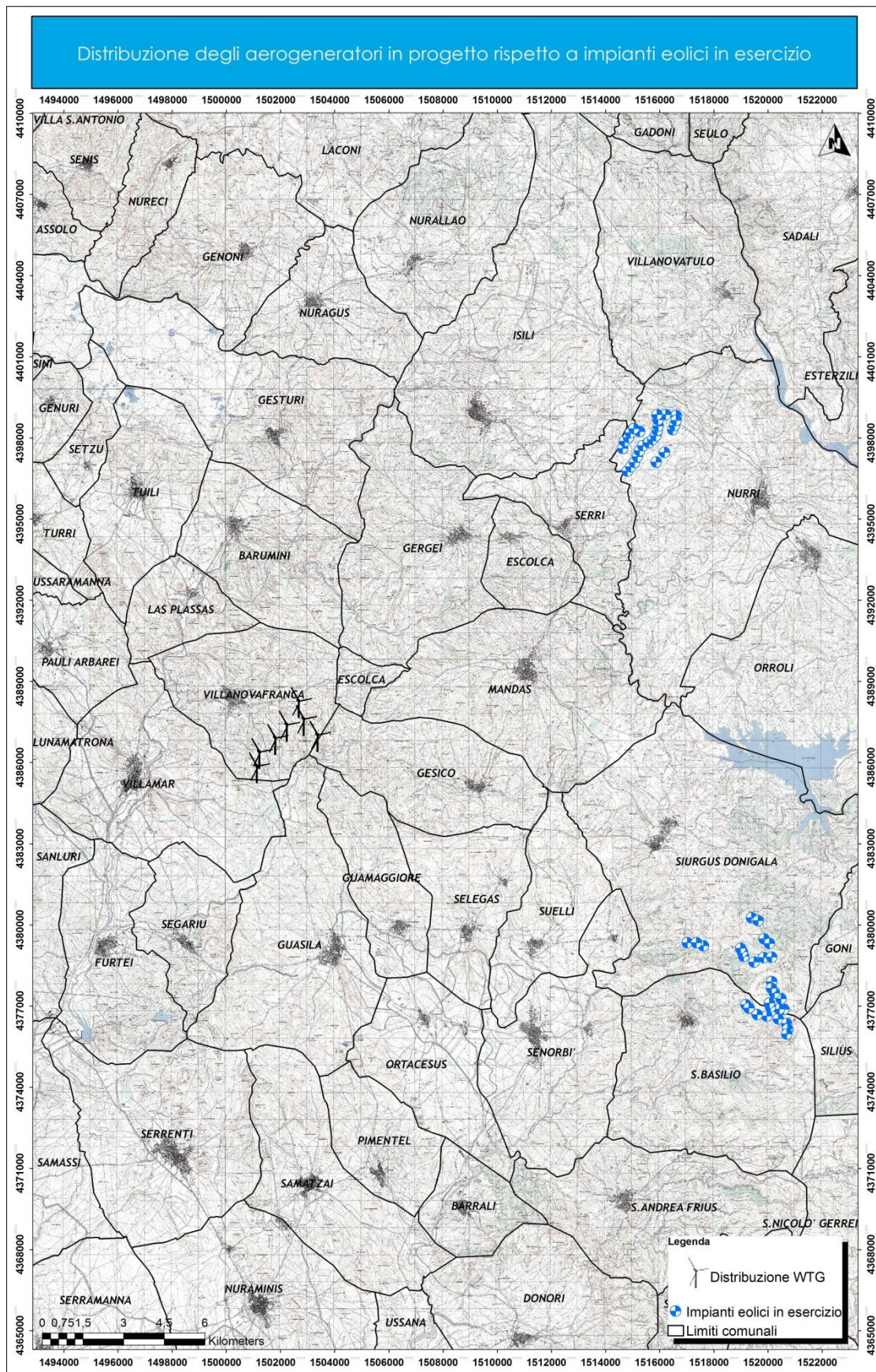


Figura 4.11 - Distribuzione dei wtg in progetto rispetto a impianti in esercizio e/o in fase di approvazione.

4.6.4 Misure di mitigazione previste

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, residuo di condizioni preesistenti le alterazioni apportate dalle attività di agricoltura intensiva, 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; 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;
- Nella mappa riportata in Figura 4.12, sono evidenziati contenesti idonei (limiti di proprietà delle aziende agricole, lungo le pertinenze viarie di servizio adeguate e/o di nuova realizzazione) in cui possono essere effettuati gli interventi di messa a dimora delle siepi 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.



Figura 4.12 - Distribuzione degli ambiti lineari in cui è possibile indirizzare le scelte di ubicazione delle siepi.

4.6.5 Quadro sinottico degli impatti stimati per la componente faunistica

Nella Tabella 4.13 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 ottobre 2022.

Tabella 4.13 - 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

4.7 SALUTE PUBBLICA

4.7.1 Aspetti generali

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

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

Considerato l'intrinseco grado di sicurezza delle installazioni, l'accesso alle postazioni eoliche non sarà impedito da alcuna recinzione. L'accesso alla torre degli aerogeneratori sarà, al contrario, interdetto da porte serrate con appositi lucchetti.

Anche le vie cavo di collegamento alla stazione di utenza (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 pressoché per l'intero sviluppo.

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 WVNF-RA13) e della valutazione dei campi elettromagnetici dei cavidotti di collegamento alla stazione di utenza (Elaborati WVNF-RE1 ÷ WVNF-RE3).

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.

4.7.2 Individuazione di potenziali ricettori nell'area di studio

Per le finalità del presente SIA, con l'intento di meglio inquadrare i criteri di individuazione dei potenziali edifici sensibili (o ricettori) del proposto impianto eolico, si ritiene opportuno richiamare i contenuti della D.G.R. RAS n. 59/90 del 2020 e s.m.i. (*Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti energetiche rinnovabili*) e segnatamente il punto 4.3.3 "Distanze di rispetto dagli insediamenti rurali".

"Al fine di limitare gli impatti visivi, acustici e di ombreggiamento, ogni singolo aerogeneratore dovrà rispettare una distanza pari a:

- *300 metri da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – h. 22.00);*
- *500 metri da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – 6.00), o case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale;*
- *700 metri da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR."*

Secondo tale impostazione, pertanto, possono individuarsi le seguenti categorie di edifici:

Cat. 1 – case rurali ad utilizzazione residenziale (Categoria catastale A);

Cat. 2a - corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno;

Cat. 2b - corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno;

Cat. 3 - fabbricati ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale;

Cat. 4 - fabbricati di supporto alle attività agricole (ricoveri, depositi, stalle);

Cat. 5 - ruderi/fabbricati in abbandono;

Cat. 6 – impianti minieolici esistenti.

Muovendo da tale classificazione, 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 e interviste ai fruitori dell'area. 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 ambienti abitativi (p.e. ruderi o depositi). A valle di tali riscontri, è stata inoltre accertata la categoria catastale di appartenenza degli edifici, laddove disponibile.

L'Elaborato WVNF-RA14 (*Report dei fabbricati censiti e degli edifici sensibili*) riporta l'individuazione dei fabbricati censiti in accordo con la metodologia precedentemente indicata. Nel Report è contenuto inoltre lo stralcio della ripresa aerea zenitale, la categoria catastale di appartenenza ed una fotografia dei fabbricati censiti.

Il censimento ha condotto ad individuare n. 25 edifici, o complessi di fabbricati agricoli. Tra questi, 7 sono stati riconosciuti avere condizioni di utilizzo congruenti con la categoria 1 precedentemente individuata (*case rurali ad utilizzazione residenziale - Categoria catastale A*). Per tali fabbricati - identificati con le sigle F03, F05 e F14, F18, F19, F22 e F23 - in accordo con le indicazioni della D.G.R. RAS 59/90 del 2020, è stata osservata una distanza di 500 m dagli aerogeneratori in progetto. Tali fabbricati sono stati dunque assunti come riferimento principale per le verifiche di impatto acustico.

Tra i predetti fabbricati è stata riscontrata la prevalente presenza di categorie speciali a fine produttivo o terziario (categoria catastale D) tra cui fabbricati costruiti o adattati per le speciali esigenze di un'attività industriale e fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole. Ai fini della sola verifica dei limiti acustici applicabili nel periodo diurno, tra gli edifici censiti è stato selezionato prudenzialmente un fabbricato (F17) che, per caratteristiche tipologiche e costruttive, può assimilarsi a fabbricati ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale e, dunque, ricondursi alla Categoria 3.

Si contano inoltre 12 unità con categoria catastale F (unità immobiliari urbane non idonee a produrre ordinariamente un reddito, anche solo temporaneamente), alcuni magazzini e locali di deposito, stalle, scuderie, rimesse e autorimesse, ruderi e altri fabbricati non presenti nel catasto fabbricati (apparentemente magazzini di deposito).

In questo quadro, avuto riguardo della circostanza che i 7 edifici, contrassegnati con gli identificativi F03, F05 e F14, F18, F19, F22 e F23 nel predetto Report sono catastalmente classificati in Categoria A (abitazioni), gli stessi sono stati assunti come riferimento principale per l'analisi dei disturbi da rumore e ombreggiamento intermittente.

4.7.3 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 (Elaborato WVNF-RA13), 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.

I risultati della simulazione condotta nell'ambito dello studio di impatto acustico mostrano che:

- il limite di emissione nel periodo di riferimento diurno è rispettato in prossimità di tutti i fabbricati. Il suddetto limite è rispettato anche nel periodo di riferimento notturno con la sola eccezione del fabbricato F18 (Villanovafranca), dove il livello sonoro, in condizioni di funzionamento delle turbine a potenza nominale, potrebbe eccedere di circa 2 dB(A) il limite di 40 dB(A) stabilito per la corrispondente classe acustica (Classe II). Considerata la modesta entità del superamento atteso (pari a 2 dB(A)), unitamente alle condizioni cautelative della simulazione modellistica (la circostanza che tutte le turbine operino simultaneamente a potenza nominale è oggettivamente poco frequente), nonché le incertezze insite nelle stesse simulazioni previsionali, si ritiene che l'effettivo riscontro circa il rispetto dei limiti normativi possa essere rimandato alla fase di attuazione del monitoraggio acustico prospettata dal Piano di monitoraggio delle componenti ambientali allegato alla documentazione progettuale (Elaborato WVNF-RA7). Laddove i rilievi acustici *post-operam* confermassero le previsioni qui riportate potrà in ogni caso prevedersi l'attuazione di efficaci misure di mitigazione consistenti nella regolazione energetica della/e turbina/e a cui è attribuibile il principale contributo acustico in riferimento al ricettore considerato, in concomitanza con le condizioni di vento più sfavorevoli rispetto all'impatto acustico, come dimostrato dalle verifiche previsionali condotte.
- i livelli assoluti di immissione saranno ragionevolmente inferiori ai limiti stabiliti per la specifica classe acustica in corrispondenza di tutti i ricettori, sia nel periodo di riferimento diurno che in quello notturno;
- il limite differenziale di immissione, ove applicabile, sarà rispettato in tutti i ricettori considerati sia nel periodo di riferimento diurno che in quello notturno.

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 insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli aerogeneratori maggiormente impattanti, in concomitanza con determinate condizioni di velocità e provenienza del vento. Come evidenziato nello Studio previsionale di impatto acustico, infatti, il modello di aerogeneratore previsto in progetto è in grado

di funzionare con 4 differenti configurazioni acustiche (“noise modes”), assicurando la possibilità di abbattere la potenza sonora della turbina di circa 6 dBA rispetto alla configurazione standard. Il controllo del rumore è conseguito attraverso la regolazione dell'angolo di incidenza delle pale, con inevitabili effetti sulle prestazioni energetiche della turbina.

4.7.4 Campi elettromagnetici

4.7.4.1 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 1) che comprende tutti i punti “p” 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 (D.P.C.M. 08-07-03, art. 6 c. 1).

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 rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ($B = 3 \mu$ 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 4.13). Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia).

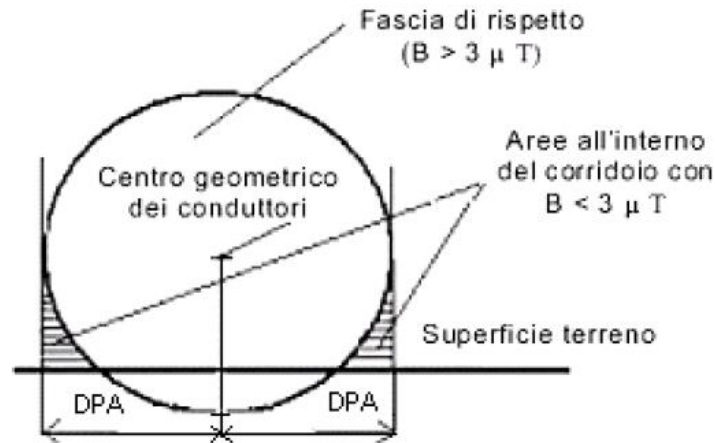


Figura 4.13 - Calcolo della DPA per un elettrodotto

All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica $< 3 \mu T$.

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).

4.7.4.2 Conclusione degli studi previsionali per la valutazione dei campi elettromagnetici

Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 maggio 2008 introduce una procedura semplificata (punto 5.1.3), per il calcolo della Distanza di Prima Approssimazione che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli, secondo il quale il proprietario/gestore deve calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale.

Seguendo le procedure codificate dalla suddetta normativa, per quanto esposto nell'elaborato progettuale WVFN-RA11, si può concludere che:

1. Per gli aerogeneratori viene assunta una DPA di 1,5m misurata a partire dalle pareti esterne della torre;
2. Per le linee MT relative alle connessioni tra aerogeneratori non è necessario assumere alcuna DPA in quanto il cavidotto sarà del tipo elicordato;
3. Nei tratti in cui sono presenti 3 o più cavidotti di potenza si assume comunque cautelativamente una DPA pari a 2m dall'asse del cavidotto.

4. Per la stazione MT/AT l'obiettivo di qualità è raggiunto all'interno dell'area della stazione stessa e non è pertanto necessario considerare alcuna DPA;
5. Per il cavidotto AT a 150kV la DPA si può assumere pari a 3 m;
6. 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.

L'impianto in progetto verrà telecontrollato a distanza e non richiede presenza costante di personale negli edifici durante il normale funzionamento.

I locali tecnici dell'impianto saranno non presidiati, e con presenza umana limitata ai brevi tempi necessari per l'effettuazione di controlli, le verifiche, ispezioni e manovra impianti delle apparecchiature elettromeccaniche, le quali saranno conformi alle normative in vigore in termini di protezione ed emissione di campi elettromagnetici. Non saranno presenti apparecchiature che introducono problematiche particolari in termini di emissione di onde elettromagnetiche e/o radiazioni non ionizzanti.

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e quindi con permanenze limitate e prevalentemente inferiori alle quattro ore, oppure per manutenzione straordinaria o programmata con permanenze sicuramente superiori alle quattro ore.

La manutenzione che potrebbe esporre il personale a campi elettromagnetici, riguarda la stazione di smistamento del gestore. Nella quasi totalità dei casi la manutenzione avviene fuori servizio e con gli impianti in sicurezza, quindi in assenza di tensione e corrente e quindi anche in assenza di campi elettromagnetici.

In conclusione, per quanto sopra esposto, la presenza di persone nell'impianto non le espone a rischi specifici.

4.7.5 Ombreggiamento intermittente (shadow-flickering)

4.7.5.1 Descrizione del fenomeno

Il fenomeno del tremolio dell'ombra si verifica quando, per la data latitudine del sito, la direzione di provenienza del vento e l'altezza del sole sull'orizzonte, le pale in rotazione dell'aerogeneratore generano un'ombra in movimento su oggetti statici.

Il fenomeno si verifica pertanto solo in concomitanza con determinate condizioni geografiche e meteorologiche. Inoltre, seppure l'estate sia la stagione con i valori maggiori di eliofania, è anche la stagione a ventosità più bassa quindi con minori impatti dovuti alla rotazione delle pale.

Questo moto dell'ombra produce riflessi di luce: un aerogeneratore, con una velocità delle pale di 16 giri al minuto, produce circa 48 riflessi luminosi al minuto.

In genere gli effetti del tremolio dell'ombra interessano mediamente poche ore all'anno e possono rappresentare un impatto solamente quando tali valori aumentano significativamente. Questo può verificarsi in caso di presenza di recettori (esempio: edifici a uso residenziale) con le finestre volte verso l'aerogeneratore e senza ostacoli (alberi, manufatti) che si frappongano tra il recettore e le turbine.

L'impatto alle latitudini della Sardegna (circa 40° nord) è inferiore rispetto a quello che si verifica nei paesi del Nord Europa, in quanto l'angolo del sole non è particolarmente basso sull'orizzonte, limitando i potenziali impatti alle prime ore del mattino e al crepuscolo.

4.7.5.2 Metodologia di stima

Il software specialistico utilizzato per la stima dell'entità del fenomeno impiega un modello estremamente conservativo per il calcolo del *shadow flickering*. Nessuno, tra i fattori di influenza indicati al precedente paragrafo è contemplato nei calcoli del modello di simulazione. In situazioni di cielo coperto o calma di vento, o in caso di direzione del vento tale da porre il piano del rotore in posizione parallela rispetto alla linea sole-ricettore, la WTG non produrrà ombra intermittente, ma il suo contributo teorico è comunque computato dal *software*. Inoltre, per ovvie ragioni, la simulazione contempla il solo effetto dell'orografia sulla propagazione dell'ombra, ignorando l'azione schermante "sito-specifica" esercitata dai manufatti e dalle alberature. In altre parole, il calcolo descrive lo scenario peggiore possibile, e rappresenta quindi il massimo rischio potenziale di disturbo.

Conseguentemente è altamente verosimile che tutti i ricettori considerati nelle simulazioni saranno soggetti ad un impatto da *shadow flickering* significativamente inferiore a quello ipotizzato dal modello. È molto probabile, inoltre, che alcuni ricettori non saranno soggetti ad alcun impatto da *shadow flickering*.

In definitiva, affinché il fenomeno dell'ombra intermittente possa costituire un disturbo per i soggetti più sensibili dovrebbero verificarsi simultaneamente le seguenti circostanze:

- il vento deve soffiare ad una velocità superiore a 3 m/s (velocità di *cut-in* del rotore);
- presenza di luminosità solare diretta;
- l'osservatore deve risultare sufficientemente vicino alla sorgente di *shadow flickering*;
- il ricettore deve essere effettivamente esposto al campo di luce tremolante;
- l'illuminazione dell'ambiente residenziale deve essere bassa;
- il contrasto tra luci ed ombre deve essere alto;
- non devono essere presenti schermature che ostacolano la propagazione dell'ombra (come tendaggi o alberature);
- gli individui potenzialmente soggetti ad un impatto da *shadow flickering* dovrebbero permanere esposti alla luce tremolante per un tempo sufficiente ad avvertire fastidio.

Ad oggi non esistono standard Europei o internazionali che stabiliscano livelli accettabili per il fenomeno dell'ombra intermittente conseguente all'esercizio dei parchi eolici. Nonostante il gran numero di impianti realizzati in tutto il mondo, inoltre, effetti documentati di disturbo da *shadow flickering* sono piuttosto difficili da reperire.

Come parametro generale di riferimento può adottarsi quanto sentenziato da un tribunale in Germania (poi recepito da specifiche linee guida tedesche) che ha stabilito come accettabile una soglia di 30 ore di **disturbo effettivo** da *shadow flickering* all'anno in corrispondenza di un'abitazione. In tali 30 ore/anno, trattandosi di un disturbo effettivamente avvertito dagli occupanti l'edificio, dovrebbero risultare simultaneamente verificate le seguenti condizioni:

- cielo sereno;
- l'edificio "bersaglio" è occupato;
- gli occupanti sono svegli;
- le turbine sono in esercizio.

Considerata l'esigua probabilità che si verifichino contemporaneamente tutte le condizioni precedentemente illustrate (si consideri in particolare che le turbine non sono sempre in movimento e non sono sempre perpendicolari alla congiungente sole-ricettore), ne deriva che il risultato del calcolo rappresenta un "caso peggiore" non realistico e sovrastima sensibilmente ciò che verosimilmente potrà verificarsi ad impianto realizzato ed in funzione.

4.7.5.3 Risultati e commenti

L'allegato Elaborato WVNF-RA12 mostra i risultati della modellizzazione del fenomeno di tremolio dell'ombra imputabile al proposto parco eolico in termini di ore totali sull'anno.

Ai fini dei calcoli di esposizione all'ombra intermittente, sono stati individuati come ricettori n. 7 fabbricati, con destinazione abitativa accertata (edifici con categoria catastale "A"), ubicati entro una distanza di 1000 m dalle postazioni eoliche.

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'incidenza dell'ombreggiamento intermittente presso i ricettori considerati nello "scenario reale" è risultata prevalentemente al di sotto del valore guida di 30 h/anno (fabbricati F03, F14, F19), o alquanto prossima (F05, F22), ad eccezione dei fabbricati F18 e F23, interessati dalla proiezione dell'ombra intermittente per una durata stimata in 51 h/anno e 60 h/anno rispettivamente.

In riferimento alla potenziale incidenza del fenomeno del SF sul ricettore F18 si osserva come il fabbricato sia potenzialmente esposto all'ombreggiamento degli aerogeneratori V3, V4 e V7, ubicati a sudest del fabbricato ad una distanza minima di circa 550 metri (V3). Trattasi, peraltro, di un edificio ad un unico piano schermato da una fitta cortina arborea frangivento sul lato sudest, in grado, pertanto, di esercitare un'efficace azione schermante sull'ombreggiamento intermittente che origina dagli aerogeneratori V3, V4 e V7. Tale circostanza consente di escludere con ragionevole certezza un effetto di disturbo significativo derivante dal fenomeno del shadow-flickering sugli occupanti l'edificio F18.

Relativamente al fabbricato F23, le simulazioni condotte attraverso il modulo SHADOW del software specialistico WindPro hanno evidenziato come la principale influenza rispetto al fenomeno dell'ombreggiamento è attribuibile all'aerogeneratore V5; questo sarà limitato al periodo da aprile a settembre ed interesserà le ore mattutine (indicativamente dalle 8:00 alle 9:00) con una persistenza massima giornaliera di circa un'ora.

Le caratteristiche tipologico-costruttive del fabbricato lasciano presumere che gli ambienti con più alta probabilità di permanenza di persone nel periodo diurno sia riferibile alla porzione sud del fabbricato (non interessata dal fenomeno del SF) ove è posizionato l'ingresso affacciante sul giardino e dove gli spazi risultano più luminosi.

Trattandosi di un fabbricato di supporto alle attività agricole, inoltre, con attività lavorativa svolgentesi prevalentemente all'esterno negli orari di maggiore esposizione al fenomeno (ossia la mattina dei periodi estivo e primaverile), è ragionevole assumere una bassa probabilità che gli occupanti l'edificio siano effettivamente presenti negli ambienti oggetto di maggiore ombreggiamento (ossia sul lato nord) nelle fasce orarie indicate.

Per quanto sopra, è ragionevole affermare che l'effettivo potenziale disturbo da *shadow flickering* risulterà estremamente più contenuto di quello prospettato dal software di simulazione, tale da potersi ricondurre ai predetti "valori guida" e da non arrecare apprezzabili disturbi agli occupanti l'edificio.

4.8 AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO

4.8.1 Premessa

A livello sovralocale e globale, il proposto progetto di realizzazione del parco eolico nel comune di Villanovafranca, 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 Wind Sardegna 7 srl, 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 dell’Amministrazione Comunale di Villanovafranca, 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 Elaborati WVNF-RC1 *Relazione tecnico-descrittiva* e WVNF-RA17 *Analisi costi-benefici*).

4.8.2 Pagamento delle imposte locali

Come chiarito dalla Corte di Cassazione i parchi eolici rappresentano a tutti gli effetti una centrale elettrica e pertanto devono essere accatastati nella categoria D/1 - opifici. Conseguentemente il gestore dell’impianto sarà tenuto al pagamento annuale dell’IMU.

Gli introiti per IMU, stimati, sono indicativamente i seguenti:

- | | |
|---|--------------------|
| - per ogni aerogeneratore | €/anno 43.100,00 |
| - per i n. 7 aerogeneratori dell’impianto | €/anno 301.700,00. |

Valutato che indicativamente il 90% del gettito IMU è riservata allo Stato, gli importi destinati al Comune di Villanovafranca saranno indicativamente pari a **30.170,00 €/anno**.

4.8.3 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 315.000,00 euro, pari a circa 15 anni×uomo di lavori e con un impegno di risorse professionali stimato in circa 15 unità.

4.8.4 Processo costruttivo

Realisticamente si stima che possano essere affidate a ditte locali le seguenti opere;

Costruzioni stradali - Piazzole	€ 4 926 890,12
Fondazioni	€ 3 936 375,15
Recupero ambientale	€ 476 221,74
Realizzazione stazione elettrica	€ 2 830 000,00
Realizzazione cavidotti	€ 3 270 919,50
TOTALE	€ 15 440 406,51

L'ammontare complessivo dei lavori appaltati a ditte locali è stimabile, pertanto, in circa € 15 440 406,51. Ipotizzata una incidenza media della manodopera del 25% sulle lavorazioni (**€ 3 860 101,63**) ed una durata dei lavori di circa 12 mesi, può stimarsi un numero complessivo di addetti coinvolti in fase di cantiere pari a circa 140 ¹⁸.

4.8.5 Fase gestionale

4.8.5.1 Impiego di personale

Nell'ambito della fase gestionale, per le ordinarie attività di esercizio degli aerogeneratori, la GRV Wind Sardegna 7 ha in programma l'assunzione di non meno di n. 2 unità lavorative di personale residente, per un costo valutato in **50.000,00 €/anno**.

4.8.5.2 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 **210.000,00 €/anno per 7 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 **105.000,00 €/anno**, valutabile nel contributo di circa 3 addetti locali/anno.

Tali costi non includono quelli destinati alle manutenzioni ordinarie e straordinarie sulla stazione elettrica 30 kV/150 kV.

4.8.5.3 Altri costi di gestione e monitoraggi ambientali

Gli ulteriori costi di manutenzione, gestione ordinaria e monitoraggi a favore di operatori e imprese locali possono valutarsi forfetariamente in **50.000,00 €/anno**.

4.8.6 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

¹⁸ Il numero di unità impiegate è stimato sulla base di un costo della manodopera di circa 3 860 101,63 €, una durata del cantiere di 240 giorni lavorativi ed una retribuzione annua media di 30.000,00 €/addetto (~115 €/giorno x addetto)

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.

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 7, 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 3.

Per l'impianto in oggetto la tariffa incentivante sarà ragionevolmente disciplinata dal meccanismo delle aste, pertanto non definibile a priori in modo puntuale. Allo scopo di fornire un valore indicativo della compensazione ambientale, sulla base degli attuali prezzi di mercato dell'energia, può stimarsi una tariffa di 50 €/MWh.

Sulla base di una producibilità annua calcolata di 107.400.000 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 170.400,00 €/anno.

Si precisa che le suddette cifre sono puramente indicative e che quelle reali saranno dettate dalla tariffa base di riferimento ed al contingente d'asta al quale rientrerà il progetto

Per quanto precede i corrispettivi da destinare a misure compensative territoriali a favore del comune è indicativamente valutabile in **107.400,00 €/anno (2.148.000,00 € in 20 anni)**.

4.8.7 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 presso le aree di installazione degli aerogeneratori assicurerà, inoltre, la libera prosecuzione delle pratiche agro-zootecniche esercitate nelle aree interessate dal progetto.

4.8.8 Interferenze con l'ordinaria circolazione automobilistica

4.8.8.1 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 potrà avvenire lo sbarco della componentistica degli aerogeneratori.

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 3 km 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 SP5 per circa 13 km fino all'ingresso del sito di progetto.

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 e/o aiuole spartitraffico, cartellonistica stradale e *guard rail*, che saranno prontamente ripristinati una volta concluse le attività di trasporto, nonché, se indispensabile, di locali e limitati spianamenti e taglio di vegetazione presente a brodo strada.

Ove sia eventualmente richiesto, il taglio della vegetazione arborea o arbustiva a bordo strada sarà realizzato evitando, se possibile, la rimozione delle piante, privilegiando le operazioni di potatura ed avendo cura di mantenere intatte le parti basali dei rami al fine di favorire la naturale ripresa delle piante.

Le caratteristiche principali dei predetti interventi sono individuate nell'Elaborato "WVNF-RC12 *Descrizione della viabilità principale di accesso al parco eolico ai fini del trasporto degli aerogeneratori*".

Rimandando all'esame degli elaborati progettuali per la stima dei volumi di traffico prevedibili, si ritiene comunque che gli effetti derivanti dal movimento di automezzi sulle ordinarie condizioni di traffico possano ritenersi accettabili in ragione delle seguenti considerazioni:

- la distanza del sito di intervento dal Porto di Oristano appare 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, sulla base di riscontri al momento acquisiti, 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 l'infrastruttura portuale segnalata, non sussiste alcuna interferenza dei percorsi con i centri abitati.

4.8.8.2 *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.

4.9 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:

Tabella 4.14 – Bilancio complessivo dei movimenti di terra

Parco eolico	
	[m ³]
Totale materiale scavato in posto	77 243
Totale materiale approvvigionato dall'esterno in fase di cantiere	3 719
Totale materiale riutilizzato in sito	77 243
Totale materiale approvvigionato dall'esterno in fase di ripristino	1 531
a rifiuto	0
Stazione di utenza	
Totale materiale scavato in posto	3 733
Totale materiale riutilizzato in sito	3 733
a rifiuto	0
Cavidotti	
	[m ³]
Totale materiale scavato	27 665
Totale materiale riutilizzato in sito	20 749
a rifiuto	6 916
Totale complessivo	
	[m ³]
Totale materiale scavato in posto	108 641
Totale materiale riutilizzato in sito	101 724
Totale a rifiuto	6 916

Approvvigionamento di materiale inerte da cave di prestito

Considerate le stime effettuate in sede progettuale, che conducono a prevedere il pressochè totale riutilizzo in cantiere delle terre e rocce da scavo, i quantitativi di materiale inerte da approvvigionare da cave di prestito risultano riferibili principalmente alla realizzazione ad una parte del *tout venant* necessario per la soprastruttura di strade e piazzole (~ 5.200 m³).

Eccedenze da attività di scavo e movimento terra

Il totale dei materiali di risulta degli scavi da conferire presso impianti di recupero/riutilizzo ai sensi del D.M. 05/02/1998 o, in subordine, a discarica autorizzata è stimato in circa 7.000 m³.

Occupazione di suolo e consumo di risorse non rinnovabili

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 6,5 ettari.

A conclusione delle attività di costruzione si stima un'occupazione effettiva di superficie significativamente ridotta (indicativamente 4 ettari), pari a poche unità per mille rispetto alla superficie energeticamente produttiva, individuata come inviluppo delle postazioni degli aerogeneratori.

Nell'ambito della fase di esercizio, viceversa, l'operatività del parco eolico sarà in grado di assicurare un risparmio di fonti fossili quantificabile in circa 20.084 TEP (tonnellate equivalenti di petrolio/anno, assumendo una producibilità dell'impianto pari a 107.400 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 4.15 – 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 ¹⁹	Valore	Unità
Carbone	508	54.511	t/anno
Olio combustibile	257	27.573	t/anno
Cenere da carbone	48	5.155	t/anno
Cenere da olio combustibile	0,3	32	t/anno
Acqua industriale	0,392	42.101	m ³ /anno

¹⁹ Rapporto Ambientale Enel 2007

5 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 Enciclopedia 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 fatalities. *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.

PdF Comune di Villanovafranca

PUC Comune di Villamar

PUC Comune di Furtei

PUC Comune di Sanluri

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](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.