

ESCLALA Wind Srl

# Parco Eolico Escala sito nel Comune di Escalaplano

Sintesi non tecnica

Marzo 2023

Regione Autonoma  
della Sardegna



Comune di Escalaplano



Committente:

**ESCALA Wind Srl**

**ESCALA Wind Srl**  
Via Sardegna, 40  
00187 Roma  
P.IVA/C.F. 16181131000

Titolo del Progetto:

**Parco Eolico Escala sito nel Comune di Escalaplano**

Documento:

**Studio di impatto ambientale - Sintesi non  
tecnica**

N° Documento:

**IT-VesEsc-CLP- GEN-TR-02**

Responsabile dello SIA:



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

Sede Legale: Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP - 09122

Cagliari (I)

C.C.I.A.A. Cagliari n. 221254 - P.I.

02748010929

Tel. /Fax +39.070.658297

Email: [info@iatprogetti.it](mailto:info@iatprogetti.it)

PEC [iat@pec.it](mailto:iat@pec.it)

Web: [www.iatprogetti.it](http://www.iatprogetti.it)

**Ing. Giuseppe Frongia**



Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	30/03/2023	Emissione	IAT	GF	GF

## Sommario

<b>1</b>	<b>Introduzione generale e motivazioni del progetto .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>La Proponente.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Finalità della procedura di valutazione di impatto ambientale ed articolazione dello SIA .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Quadro di sfondo e presupposti dell'opera .....</b>	<b>12</b>
4.1	L'energia eolica e il suo sfruttamento .....	12
4.2	Principali presupposti programmatici del progetto .....	13
4.2.1	Dispositivi di tutela paesaggistica.....	14
4.2.2	Dispositivi di tutela ambientale.....	15
4.2.3	Disciplina urbanistica.....	16
<b>5</b>	<b>Localizzazione dell'intervento.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Descrizione sintetica del progetto.....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>Analisi delle alternative progettuali .....</b>	<b>26</b>
7.1	Premessa .....	26
7.2	La scelta localizzativa.....	26
7.3	Alternative layout e ubicazione.....	27
7.3.1	Alternative progettuali ragionevoli .....	28
7.4	"Opzione zero" e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell'intervento 30	
<b>8</b>	<b>Sintesi dei parametri di lettura delle caratteristiche ambientali e paesaggistiche del territorio .....</b>	<b>33</b>
8.1	Diversità: riconoscimento di caratteri / elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, storici, culturali, simbolici.....	33
8.2	Integrità: permanenza dei caratteri distintivi di sistemi naturali e di sistemi antropici storici (relazioni funzionali, visive, spaziali, simboliche, ecc. tra gli elementi costitutivi).....	34
8.3	Qualità visiva: presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche .....	35
<b>9</b>	<b>Gli effetti ambientali del progetto .....</b>	<b>37</b>
9.1	Effetti sulla Popolazione e salute pubblica.....	37
9.2	Effetti sulla Biodiversità.....	38
9.2.1	Vegetazione, flora ed ecosistemi .....	38
9.2.2	Fauna .....	39
9.3	Effetti sul Suolo, Uso del Suolo e Patrimonio Agroalimentare.....	43
9.4	Effetti su Geologia .....	44
9.5	Effetti sulle acque superficiali e sotterranee.....	44
9.1	Effetti sull'Atmosfera.....	45
9.1	Effetti sul Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali.....	47

9.2	Agenti fisici .....	53
9.2.1	Aspetti generali.....	53
9.2.2	Emissione rumore.....	53
9.2.3	Campi elettromagnetici.....	54
9.3	Risorse naturali.....	57
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>59</b>

## Acronimi

CCS	Carbon Capture and Storage
IBA	Important Birds Areas
NGEU	Next Generation EU
PAI	Piano Assetto Idrogeologico
PEARS	Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna
PIP	Piani per gli Insediamenti Produttivi
PNIEC	Piano nazionale integrato per l'energia e il clima
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
PSFF	Piano Stralcio Fasce Fluviali
PPR	Piano Paesaggistico Regionale
PTA	Piano di Tutela delle Acque
RED	Renewable Energy Directive
SEN	strategia energetica nazionale
SIA	Studio di Impatto Ambientale
SIC	Siti di Importanza Comunitaria
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNFCCC o FCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
ZPS	Zone a Protezione Speciale

## 1 Introduzione generale e motivazioni del progetto

Come noto, il settore energetico ha un ruolo fondamentale nella crescita dell'economia delle moderne nazioni, sia come fattore abilitante (disporre di energia a costi competitivi, con limitato impatto ambientale e con elevata qualità del servizio è una condizione essenziale per lo sviluppo delle imprese e per le famiglie), sia come fattore di crescita in sé (si pensi al grande potenziale economico della *Green economy*). Come riconosciuto nelle più recenti strategie energetiche europee e nazionali, assicurare un'energia più competitiva e sostenibile è dunque una delle sfide più rilevanti per il futuro.

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

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

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

In tale direzione si inquadra il presente progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica che Vestas Wind Systems A/S, attraverso la sua controllata Wind Power Development A/S e la società a responsabilità limitata di quest'ultima, la Escala Wind S.r.l., ha in programma di realizzare nel Comune di Escalaplano – Provincia del Sud Sardegna (SU). Le opere elettromeccaniche e, in particolare il passaggio del cavo d'alta tensione MT, riguarderanno anche i territori dei comuni di Esterzili e Seui.

In considerazione del rapido evolversi della tecnologia, che oggi mette a disposizione aerogeneratori di provata efficienza, con potenze di circa un ordine di grandezza superiori rispetto a quelle disponibili solo vent'anni or sono, il parco eolico proposto, denominato "Escala", prevede l'installazione di n. 12 turbine di grande taglia della potenza di picco indicativa di 6,0 MW ciascuna, posizionate su torri di sostegno metalliche dell'altezza indicativa di 125 m, nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione degli aerogeneratori (viabilità e piazzole di servizio, distribuzione elettrica di impianto, stazione 30/150 kV per la successiva immissione dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale). Gli aerogeneratori in progetto saranno dislocati tra quote altimetriche indicativamente comprese nell'intervallo 441÷662 m s.l.m.

Nell'ambito della fase progettuale ed a seguito delle ricognizioni e degli studi ambientali multidisciplinari condotti sul territorio di intervento si è pervenuti ad una configurazione di impianto ordinata, impostata su un allineamento ideale degli aerogeneratori lungo la direttrice nordest-sudovest; proprio tale organizzazione del layout riveste una estrema importanza nel contenimento degli impatti percettivi, notoriamente amplificati dal "disordine visivo" che origina da una disposizione delle macchine secondo geometrie avulse dalle tessiture territoriali e dalle dominanti ambientali determinate dall'orografia del sito.

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

- Istanza di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale) al Ministero della Transizione Ecologica ed al ministero della Cultura, in quanto intervento di cui alla tipologia progettuale di cui al punto 2 dell'Allegato 2 parte seconda del TUA "impianti eolici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 30 MW";
- Istanza di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art.12 D.Lgs. 387/2003, del D.M. 10/09/2010 e della D.G.R. 3/25 del 23.01.2018 alla Regione Sardegna – Servizio Energia ed Economia Verde, trattandosi di un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di potenza pari a 72 MW in immissione.

Le significative interdistanze tra le turbine, imposte dalle accresciute dimensioni degli aerogeneratori oggi disponibili sul mercato, nonché il ridotto numero di aerogeneratori prospettato, contribuiscono ad affievolire i principali impatti o disturbi ambientali caratteristici della tecnologia, quali l'eccessivo accentramento di turbine in

ESCALA Wind Srl  <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI	N° Doc. IT-VesEsc-CLP- GEN-TR-02	Rev 0	Pagina 7 di 64
--	-------------------------------------	-------	-------------------

aree ristrette (in particolare il disordine visivo determinato dal cosiddetto “effetto selva”), le probabilità di collisione con l’avifauna, attenuate dalle basse velocità di rotazione dei rotori, la propagazione di rumore o l’ombreggiamento intermittente.

Lo Studio di Impatto Ambientale (IT-VesEsc-CLP-GEN-TR-01 - SIA) che accompagna il progetto ha ad oggetto l’installazione degli aerogeneratori nonché la realizzazione di tutte le infrastrutture civili ed impiantistiche direttamente funzionali al loro esercizio, riferibili principalmente al sistema della viabilità di accesso alle postazioni eoliche, alla distribuzione elettrica di impianto, alla stazione di trasformazione MT/AT (30/150 kV). Costituisce parte integrante della documentazione a corredo dell’istanza di VIA il progetto delle opere di potenziamento della RTN richieste dal Gestore di rete (Terna S.p.A.) ai fini della connessione del parco eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (Stazione elettrica di smistamento 150 kV di Escalaplano, N.2 raccordi alla linea 150 kV “Goni – Ulassai”, N.2 elettrodotti aerei 150 kV per il collegamento tra la SE di smistamento e la nuova SE di trasformazione RTN 380/150 kV). Le suddette opere di rete, peraltro, saranno portate in autorizzazione da altro soggetto, designato dal gruppo di Produttori afferenti al medesimo punto di connessione come Capofila ed interlocutore unico dei rapporti con Terna per i predetti interventi.

In riferimento alla previste opere RTN, le motivazioni degli interventi risiedono principalmente nella necessità di aumentare l’affidabilità della Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale nell’area interessata e di ridurre i vincoli sulla rete a 150 kV che rischiano di condizionare la produzione degli impianti da fonte rinnovabile.

A valle della disamina dei potenziali effetti ambientali del progetto (positivi e negativi), lo SIA perviene all’individuazione di alcuni accorgimenti progettuali finalizzati alla riduzione dei potenziali impatti negativi che l’intervento in esame può determinare.

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

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

## 2 La Proponente

La Escala Wind Srl è una società a responsabilità limitata di proprietà di Wind Power Development A/S, controllata da Vestas Wind Systems A/S, operatore leader a livello mondiale nel settore della costruzione, installazione e manutenzione di turbine per la produzione di energia da fonte eolica.

Con più di 29.000 dipendenti e oltre 40 anni di esperienza nel settore eolico, Vestas ha installato ad oggi turbine eoliche in 86 paesi, per una capacità di 151 GW. In Italia, Vestas è presente con oltre 1000 dipendenti, dislocati tra gli uffici di Roma e Taranto, il sito produttivo di Taranto e 25 sedi tra il centro e il sud Italia dedicate all' Operation & Maintenance.

Vestas è attiva lungo l'intera catena del valore legata all'industria dell'energia eolica:

- Ricerca e sviluppo
- Pianificazione e progettazione
- Produzione di turbine eoliche
- Costruzione e installazione
- Esercizio e Manutenzione

Nel 2020 Vestas, con l'obiettivo di essere il leader globale delle soluzioni energetiche sostenibili, ha lanciato una strategia denominata "**Sustainability in everything we do**" (*Sostenibilità in tutto ciò che facciamo*). La strategia si fonda su quattro obiettivi chiave:

- **Raggiungere la neutralità da emissioni di CO<sub>2</sub> senza l'uso di strumenti di compensazione di carbonio, entro il 2030** – Questo significa ridurre al massimo le emissioni di CO<sub>2</sub> delle proprie attività (trasporti, riscaldamento, illuminazione, etc.), nonché della catena di fornitura.
- **Turbine che non generano rifiuti (Zero-Waste) entro il 2040** – Ad oggi le turbine Vestas sono riciclabili per l'85%, tuttavia il rotore è composto per gran parte da materiale non riciclabile. Oltre ad aumentare la percentuale di riciclabilità, Vestas vuole creare una catena di valori affinché i materiali delle turbine a fine vita siano totalmente riutilizzati, attraverso l'economia circolare.
- **Diventare l'azienda più sicura, inclusiva e socialmente responsabile dell'industria energetica** – questo comporta obiettivi di riduzione del tasso d'infortuni per anno (obiettivo 0,6 infortuni per ogni milione di ore lavorate entro il 2030), nonché numerosi obiettivi di inclusione sociale, legati al genere, età, cultura, provenienza, etc.
- **Guidare la transizione verso un mondo alimentato da energia sostenibile** – Vestas promuove progetti di sensibilizzazione alle energie rinnovabili, nonché partnership con stakeholders del settore come quella con il team Mercedes-EQ in Formula E.

Nell'ottobre 2021, Vestas ha lanciato un **Programma di Economia Circolare**, volto a incrementare la percentuale di riciclabilità delle proprie turbine, fino al raggiungimento dell'obiettivo di *zero rifiuti* entro il 2040. Il programma si sviluppa lungo l'intera catena di produzione: progettazione, operazioni e recupero dei materiali.

## Programma di Economia Circolare



### Progettazione

- Pale eoliche completamente riciclabili entro il 2030
- 90% di incremento nell'efficienza dei materiali entro il 2030
- 50% di riduzione della produzione di rifiuti nella catena di fornitura entro il 2030

### Operazioni

- 55% di utilizzo di componenti ricondizionati entro il 2030

### Recupero Materiali

- <1% di rifiuti inviati in discarica entro il 2030
- > 94% di rifiuti riciclabili entro il 2030

Le iniziative di Vestas per supportare la transizione energetica vengono portate avanti garantendo modelli di sviluppo sostenibili per le comunità interessate al fine di creare ricadute sociali positive nel luogo in cui si eseguono i progetti. A tal proposito si promuovono:

- Azioni e progetti sviluppati nel rispetto delle procedure e requisiti ambientali e sociali secondo la legislazione e gli standard applicabili a livello Internazionale e locale;
- Coinvolgimento delle popolazioni dei territori interessati dalle diverse iniziative attraverso sviluppo occupazionale, percorsi formativi e progetti di miglioramento ambientale.

### 3 Finalità della procedura di valutazione di impatto ambientale ed articolazione dello SIA

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

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

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

La seconda sezione dello SIA esamina il grado di coerenza dell'intervento in rapporto agli obiettivi dei piani e/o programmi che possono interferire con la realizzazione dell'opera. In tal senso, un particolare approfondimento è stato dedicato ad esaminare le finalità e caratteristiche del progetto rispetto agli indirizzi contenuti nelle strategie, protocolli e normative, dal livello internazionale a quello regionale, orientate ad intervenire per ridurre le emissioni di gas climalteranti. In ordine alla valutazione della fattibilità e compatibilità urbanistica del progetto, l'analisi è stata focalizzata sulle interazioni dell'opera con le norme di tutela del territorio, dal livello statale a quello regionale, con particolare riferimento alla disciplina introdotta dal Piano Paesaggistico Regionale ed agli indirizzi introdotti dalle Deliberazioni della Giunta Regionale in materia di sviluppo delle fonti rinnovabili.

Nel Quadro di riferimento progettuale (parte integrante dell'Elaborato IT-VesEsc-CLP-GEN-TR-01), sono approfonditi e descritti gli aspetti tecnici dell'iniziativa esaminando, da un lato, le potenzialità energetiche del sito d'intervento, ricostruite sulla base di dati anemologici sito-specifici, e dall'altro, i requisiti tecnici dell'intervento, avuto particolare riguardo di focalizzare l'attenzione sugli accorgimenti e soluzioni tecniche orientate ad un opportuno contenimento degli impatti ambientali. In tale capitolo dello SIA, inoltre, sono illustrate e documentate le motivazioni alla base delle scelte tecniche operate nonché le principali alternative di tipo tecnologico-tecnico e localizzativo esaminate dal Proponente.

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

Il Quadro di riferimento ambientale individua, in primo luogo, i principali fattori di impatto sottesi dal processo realizzativo e dalla fase di operatività dell'impianto. Al processo di individuazione degli aspetti ambientali del progetto segue una descrizione dello stato qualitativo delle componenti ambientali potenzialmente impattate, particolarmente mirata ed approfondita sulla componente paesistico-insediativa, che è oggetto di specifica trattazione nella allegata Relazione paesaggistica redatta in accordo con i canoni definiti dal D.P.C.M. 12/12/05 (Elaborato IT-VesEsc-CLP-PAE-TR-01).

All'ultimo capitolo del Quadro di riferimento ambientale è affidato il compito di esaminare e valutare gli aspetti del progetto dai quali possono originarsi gli impatti a carico delle diverse componenti ambientali. In quella sede saranno analizzati i fattori di impatto associati al processo costruttivo (modifiche morfologiche, asportazione di vegetazione, produzione di materiali di scavo, occupazione di volumi, traffico di automezzi, ecc.) nonché quelli più direttamente

ESCALA Wind Srl  CONSULENZA E PROGETTI	N° Doc. IT-VesEsc-CLP- GEN-TR-02	Rev 0	Pagina 11 di 64
---	-------------------------------------	-------	--------------------

riferibili alla fase gestione, con particolare riferimento alle modifiche introdotte sul sistema paesaggistico, alla propagazione di rumore ed agli effetti sull'avifauna. Per ciascun fattore di impatto si procederà a valutare qualitativamente e, se possibile, quantitativamente, il grado di significatività in relazione a specifici requisiti, riconosciuti espressamente dalla direttiva VIA, riferibili alla connotazione spaziale, durata, magnitudo, probabilità di manifestarsi, reversibilità o meno e cumulabilità degli impatti.

Si è proceduto, infine, a rappresentare in forma sintetica il legame tra fattori di impatto e componenti ambientali al fine di favorire l'immediato riconoscimento degli aspetti del progetto più suscettibili di alterare la qualità ambientale, sui quali intervenire, eventualmente, per ridurre ulteriormente la portata o, comunque, assicurarne un adeguato controllo e monitoraggio in fase di esercizio (Elaborato IT-VesEsc-CLP-GEN-TR-03).

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

## 4 Quadro di sfondo e presupposti dell'opera

### 4.1 L'energia eolica e il suo sfruttamento

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

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

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

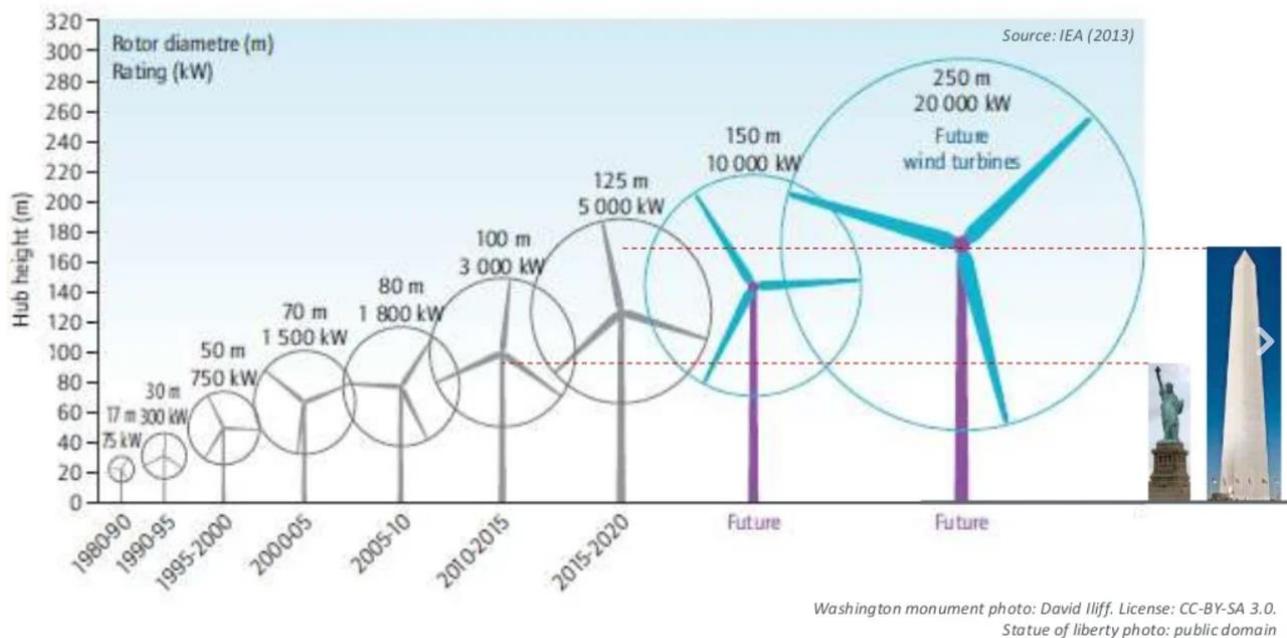
L'immissione nella rete è certamente l'opzione più frequente e pratica per l'utilizzazione dell'energia da fonte eolica. La rete, in un certo senso, funziona da accumulo, consentendo la compensazione dell'energia da fonte eolica mediante la regolazione degli impianti energetici convenzionali, anch'essi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

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

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

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

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



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

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

#### 4.2 Principali presupposti programmatici del progetto

Nell'ottica di fornire una rappresentazione d'insieme dei valori paesaggistici di area vasta, gli elaborati grafici IT-VesEsc-CLP-PAE-DW-01, IT-VesEsc-CLP-PAE-DW-02 e IT-VesEsc-CLP-PAE-DW-03, unitamente alle immagini di seguito riportate, mostrano, all'interno dell'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori in progetto e dei settori più prossimi, la distribuzione delle seguenti aree vincolate per legge, interessate da dispositivi di tutela naturalistica e/o ambientale, istituiti o solo proposti, o, comunque, di valenza paesaggistica:

- fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (Art. 142 comma 1 lettera c D.Lgs. 42/04);
- fiumi, torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.);
- componenti di paesaggio con valenza ambientale di cui agli articoli 22-30 delle N.T.A. del P.P.R.;
- aree caratterizzate da insediamenti storici (artt. 51, 52, 53 N.T.A. del P.P.R.);
- aree a pericolosità idraulica perimetrate dal PAI;
- fasce fluviali perimetrate nell'ambito del Piano Stralcio Fasce Fluviali;
- aree percorse dal fuoco;
- aree gravate da usi civici.

#### 4.2.1 Dispositivi di tutela paesaggistica

Come si evince dall'esame della cartografia allegata, le interferenze rilevate tra gli interventi in esame e i dispositivi di tutela paesaggistica possono prevalentemente ricondursi alle opere accessorie lineari (elettrorodotti interrati e in subordine viabilità esistente da adeguare o di nuova realizzazione) in riferimento a:

- *“Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna”* (Art. 142 comma 1 lettera c del Codice Urbani) relativamente a:
  - Strada nuova e da adeguare che si sovrappone, nel tratto terminale del rio, con la fascia di tutela del “Riu Muru Moru”.
- *“Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee”* (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) relativamente:
  - Strada nuova e da adeguare che si sovrappone, con la fascia di tutela del “Riu Muru Moru”, “Riu Pauli Longi” e “Riu Abbelada”;
  - Viabilità da adeguare sovrappoventisi con la fascia di tutela del “Riu Tradalla” e “Riu sa Perda Morta”;
  - Cavidotto MT sovrappoventisi con la fascia di tutela del “Riu Muru Moru”, “Riu Pauli Longi”, Riu Abbelada” e “Riu sa Perda Morta”.

In relazione alla sovrapposizione di limitati tratti di cavidotto MT, ivi impostato su viabilità esistente, si segnala la sovrapposizione con aree gravate da usi civici, in Comune di Esterzili (Foglio 34 Particella 9 e 10), Seui (Foglio 57 Particella 7, Foglio 58 Particella 8 e Foglio 58 Particella 7) e Escalaplano (Foglio 4 Particella 6).

Corre l'obbligo sottolineare che tale intervento è esentato dall'acquisire l'autorizzazione paesaggistica (Allegato A al DPR 31/2017). Inoltre, possono trovare applicazione le seguenti disposizioni di semplificazione amministrativa in materia di infrastrutture elettriche (articolo 31-bis comma 1, lettera a del D.L. 17/2022): *“1-ter. Fermo restando il rispetto della normativa paesaggistica, si intendono di norma compatibili con l'esercizio dell'uso civico gli elettrodotto di cui all'articolo 52-quinquies, comma 1, fatta salva la possibilità che la regione, o un comune da essa delegato, possa esprimere caso per caso una diversa valutazione, con congrua motivazione, nell'ambito del procedimento autorizzativo per l'adozione del provvedimento che dichiara la pubblica utilità dell'infrastruttura”*.

In tali particelle saranno approntate anche opere di sistemazione della viabilità esistente di minima entità, funzionali al raggiungimento delle postazioni eoliche AG05, AG08 e AG12 e AG01, per il tratto in Comune di Escalaplano.

A fronte delle segnalate circostanze, ai sensi dell'art. 146, comma 3 del D.Lgs. 42/04 e dell'art. 23 del TUA il progetto e l'istanza di VIA sono corredati dalla Relazione paesaggistica (Elaborato IT-VesEsc-CLP-PAE-TR-01) ai fini del conseguimento della relativa autorizzazione.

- Non essendo disponibile uno strato informativo “certificato” delle aree coperte da foreste e da boschi paesaggisticamente tutelati (art.142 comma 1 lettera del Codice Urbani), l'eventuale ascrizione di alcune porzioni delle aree di intervento alla suddetta categoria di bene paesaggistico debba essere necessariamente ricondotta alle competenze del Corpo forestale e di vigilanza ambientale (C.F.V.A.), a cui sono attribuiti compiti di vigilanza, prevenzione e repressione di comportamenti e attività illegali in campo ambientale.

#### 4.2.2 Dispositivi di tutela ambientale

##### 4.2.2.1 Vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923

Le postazioni eoliche AG09 e AG10, relativa viabilità, per lo più ricalcante quella esistente, e cavidotto MT interrato si sovrappongono ad aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923; in tal senso, sarà richiesta una preventiva autorizzazione da parte del competente Corpo Forestale di Vigilanza Ambientale.

##### 4.2.2.2 Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Relativamente al settore d'intervento, non si segnalano interferenze tra le aree di sedime degli aerogeneratori e le aree cartografate a pericolosità idraulica dal P.A.I.

Alcuni tratti di cavidotto MT interrato, viabilità da adeguare e limitati tratti di nuova realizzazione, si sovrappongono con elementi idrici sottoposti alla disciplina dell'art. 30 ter delle NTA del PAI che stabilisce, inoltre, che *“per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quarter, per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto”*; per tali aree valgono le prescrizioni delle aree a pericolosità idraulica molto elevata – Hi4.

Considerando la disciplina relativa alle aree a pericolosità idraulica Hi4 – Molto elevata (art. 27 della NTA del PAI) *“si consentono, tra gli altri, alcuni interventi a rete o puntuali, pubblici o di interesse pubblico, tra cui allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti”* (art. 27 comma 3 lettera h).

Nel caso di **condotte e di cavidotti**, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle suddette norme *“qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per un'altezza massima di 1m e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico”*.

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

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

*[OMISSIS]*

*Gli interventi di manutenzione ordinaria;*

*Gli interventi di manutenzione straordinaria;”*

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

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

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

Per i tratti di **strada di nuova realizzazione**, all'art. 27, comma 3 lettera e) si riporta che *“nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:*

*[OMISSIS]*

*e) gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali”*.

In relazione al requisito dell'essenzialità va rilevato come, secondo la corrente interpretazione del diritto, devono ricondursi a servizi pubblici essenziali le prestazioni di rilevante interesse pubblico e generale, destinate alla collettività da soggetti pubblici (Stato, Regioni, Città metropolitane, Province, Comuni, altri enti) o privati; esse sono indefettibili e garantite dallo stesso Stato.

L'espressione ricorre, infatti, in materia di disciplina dal diritto di sciopero relativo a tali servizi, all'art. 1 della legge 12 giugno 1990 n. 146. Sotto questo profilo è chiarito in tale legge che l'approvvigionamento di energia può ricondursi a tale fattispecie.

Per tali interventi è richiesto lo studio di compatibilità idraulica (art. 24, comma 6 lettera c)) ai sensi dell'art. 24.

Tali sovrapposizioni sono ravvisabili anche con le aree a pericolosità da frana cartografate nell'ambito dello Studio dell'Assetto Idrogeologico redatto dal Comune di Escalaplano ai sensi dell'art. 8 comma 2 e dell'art.37 commi 2 e 3 delle N.T.A. del PAI, adottato con Decreto Presidenziale n. 139, Prot. 24090 del 10/12/2020.

Non si segnalano interferenze tra le opere in progetto e le aree cartografate a rischio da frana dal PAI.

Limitatamente ad un breve tratto di viabilità da adeguare e cavidotto MT ivi impostato, si evidenzia la sovrapposizione con area a pericolosità moderata - Hg1.

In riferimento alle aree cartografate dallo Studio dell'Assetto Idrogeologico redatto dal Comune di Escalaplano ai sensi dell'art. 8 comma 2 e dell'art.37 commi 2 e 3 delle N.T.A. del PAI, adottato con Decreto Presidenziale n. 139, Prot. 24090 del 10/12/2020, si segnala la sovrapposizione di tutte le opere in progetto con aree a pericolosità moderata da frana - Hg1 (art. 34 delle NTA del PAI), ad eccezioni di brevissimi tratti di viabilità da adeguare e cavidotto MT, ivi impostato, con aree a pericolosità media – Hg2 (art. 33 delle NTA del PAI).

Per le aree a pericolosità Hg1 il PAI all'art. 34 riporta: *“Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.”*

Rispetto all'ammissibilità delle opere ricadenti in aree a pericolosità da frana media - Hg2, valgono le considerazioni riportate precedentemente riguardo all'essenzialità e la non delocalizzabilità dell'intervento proposto.

#### 4.2.2.3 Piano Stralcio Fasce Fluviali (P.S.F.F.)

Relativamente al settore d'intervento, non si segnalano interferenze tra le opere in progetto e le aree cartografate dal PSFF.

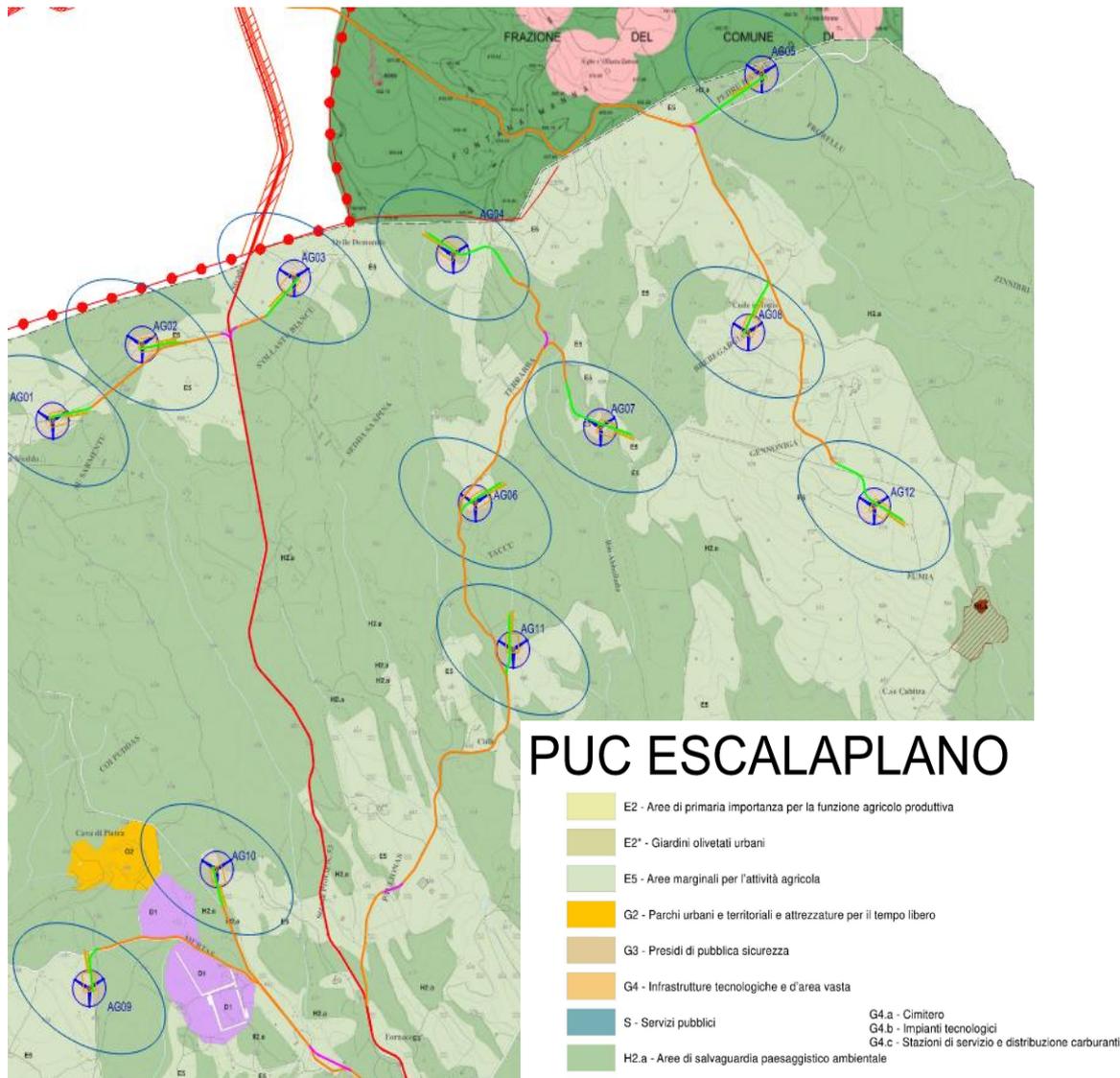
### 4.2.3 Disciplina urbanistica

#### 4.2.3.1 Programma di Fabbricazione di Escalaplano

Il Comune di Escalaplano dispone del Piano di Fabbricazione (PdF) il cui ultimo aggiornamento risulta adottato con Del. C.C. N. 21 del 04/07/2005 vigente a fare data dalla pubblicazione sul BURAS N. 35 del 24/11/2006. Le opere in progetto ricadono ragionevolmente in zona E – Agricola.

Dalla consultazione della cartografia relativa al PUC, non ancora approvato, è stato possibile identificare la zona entro cui ricadono le opere in progetto.

Come mostra la Figura 4.2, stralcio dell'elaborato progettuale IT-VeEsca-CLP-CW-CD-DW-04.01 – Inquadramento impianto su PUC, le postazioni eoliche AG01÷AG03, AG05 e AG11 ricadono in zona H2.a – “Aree di salvaguardia paesaggistico ambientale”, corre l'obbligo evidenziare come la sovrapposizione sia nella maggior parte dei casi marginale e ai limiti con la zona E5 – “Aree marginali per l'attività agricola”, in cui ricadono le postazioni AG04, AG06÷AG10 e AG12.

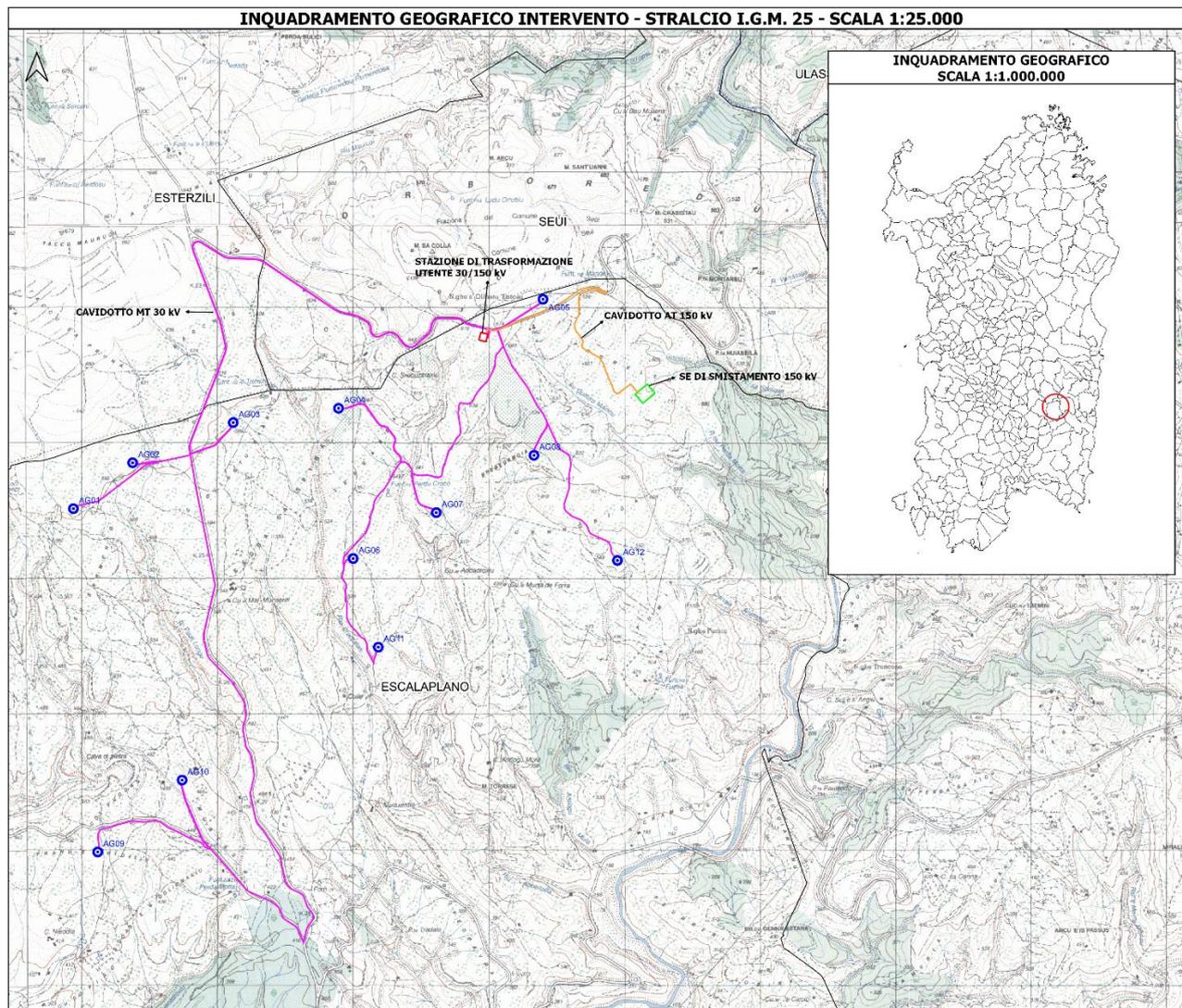


**Figura 4.2: Stralcio della tavola IT-VeEsca-CLP-CW-CD-DW-04.01 – Inquadramento impianto su PUC (non ancora vigente)**

## 5 Localizzazione dell'intervento

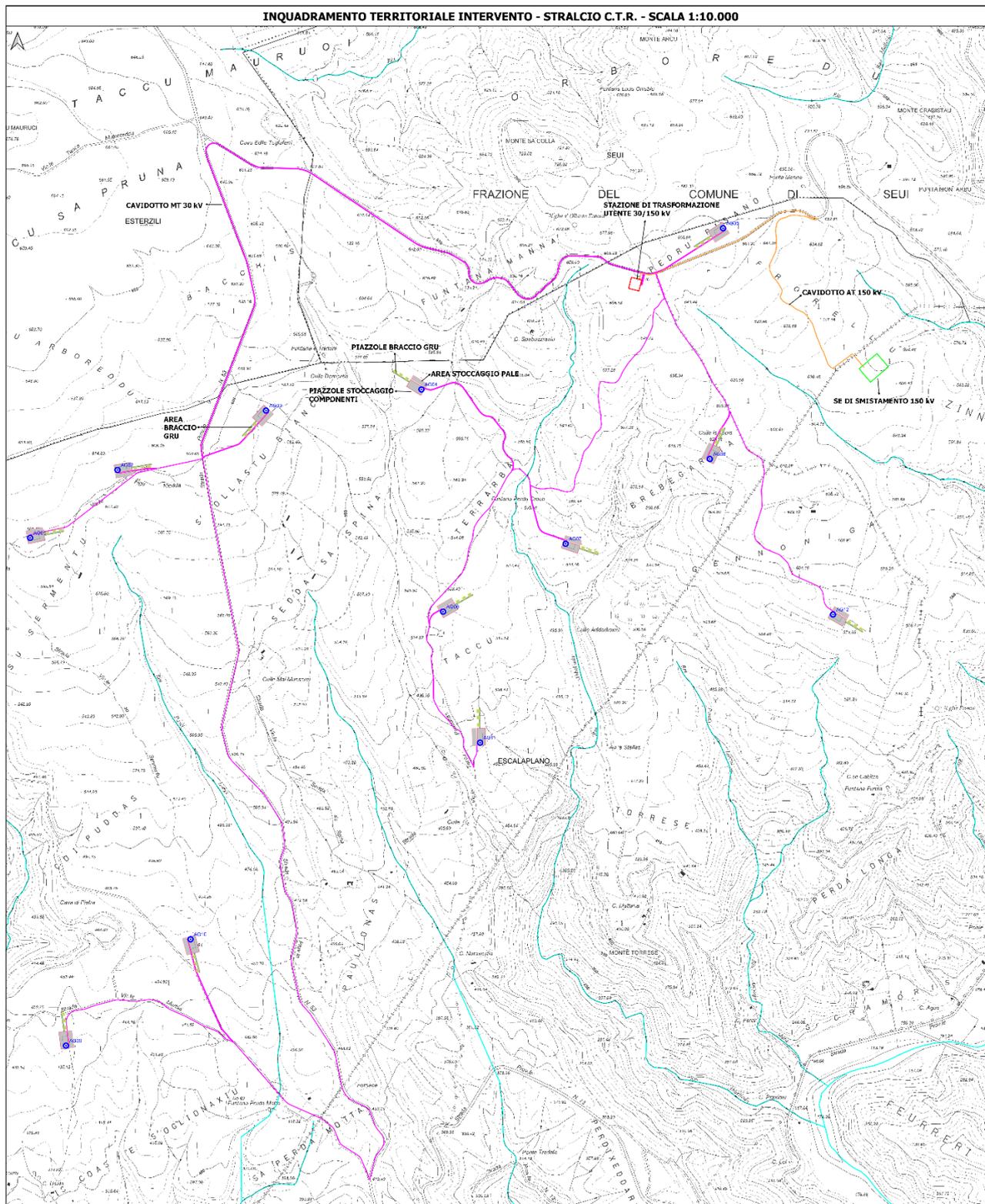
Il proposto parco eolico, ubicato nella provincia del Sud-Sardegna, ricade nella porzione settentrionale del territorio comunale di Escalaplano e all'interno dei confini della regione storica del *Sarcidano*.

Cartograficamente l'area del parco eolico è individuabile nella Carta Topografica dell'IGMI in scala 1:25.000 Foglio 541, Sez. III – Escalaplano.



**Figura 5.1 - Inquadramento geografico di intervento su IGMI 1:25000**

Nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10000 alla sezione 541090 – Monte Torrese.



**Figura 5.2 - Inquadramento geografico di intervento su CTR 1:10000**

L'inquadramento delle postazioni eoliche nei luoghi di intervento, secondo la toponomastica locale, è riportato in Tabella 5.2.

Per quanto riguarda le opere di connessione, gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso cavidotto interrato in MT a 30 kV che si sviluppa in direzione nord nel territorio di Escalaplano e Esterzili, per poi proseguire

in direzione sud-est nel territorio comunale di Seui e collegare il parco eolico alla stazione di trasformazione utente 30/150 kV di Escalaplano, situata in località *Pedru Pisano*. Questa sarà collegata con un cavo interrato a 150 kV ad una stazione di smistamento della Rete di Trasmissione Nazionale nel Comune di Escalaplano, presso la località *Prorello*, la quale sarà connessa in entra-esci alla linea aerea 150 kV “Goni – Ulassai”, che rappresenta il punto di connessione dell’impianto alla RTN.

Il territorio di Escalaplano si estende all’interno della porzione sud-orientale della regione storica del *Sarcidano*, al confine con l’*Ogliastra*, in un’area di cerniera tra il complesso montuoso del *Gennargentu*, i rilievi del *Sarrabus* e l’area pianeggiante della *Trexenta*. All’interno del territorio della regione storica in esame sono presenti, oltre al comune di Escalaplano, altri dodici centri urbani: Seulo, Nuragus, Nurallao, Isili, Villanova Tulo, Sadali, Gergeri, Escolca, Serri, Nurri, Esterzili, Orroli.

Il *Sarcidano* si caratterizza, morfologicamente, per la presenza di un territorio collinare regolare ed uniforme, in cui risaltano i profili “a mesa” dei numerosi altopiani basaltici.

L’ambito collinare si è evoluto su formazioni geologiche di natura sedimentaria stratificata in giaciture sub-orizzontali, prevalentemente costituite da formazioni clastiche di deposizione fluviale, o costituenti antichi depositi di versante ascrivibili alla Formazione di Ussana.

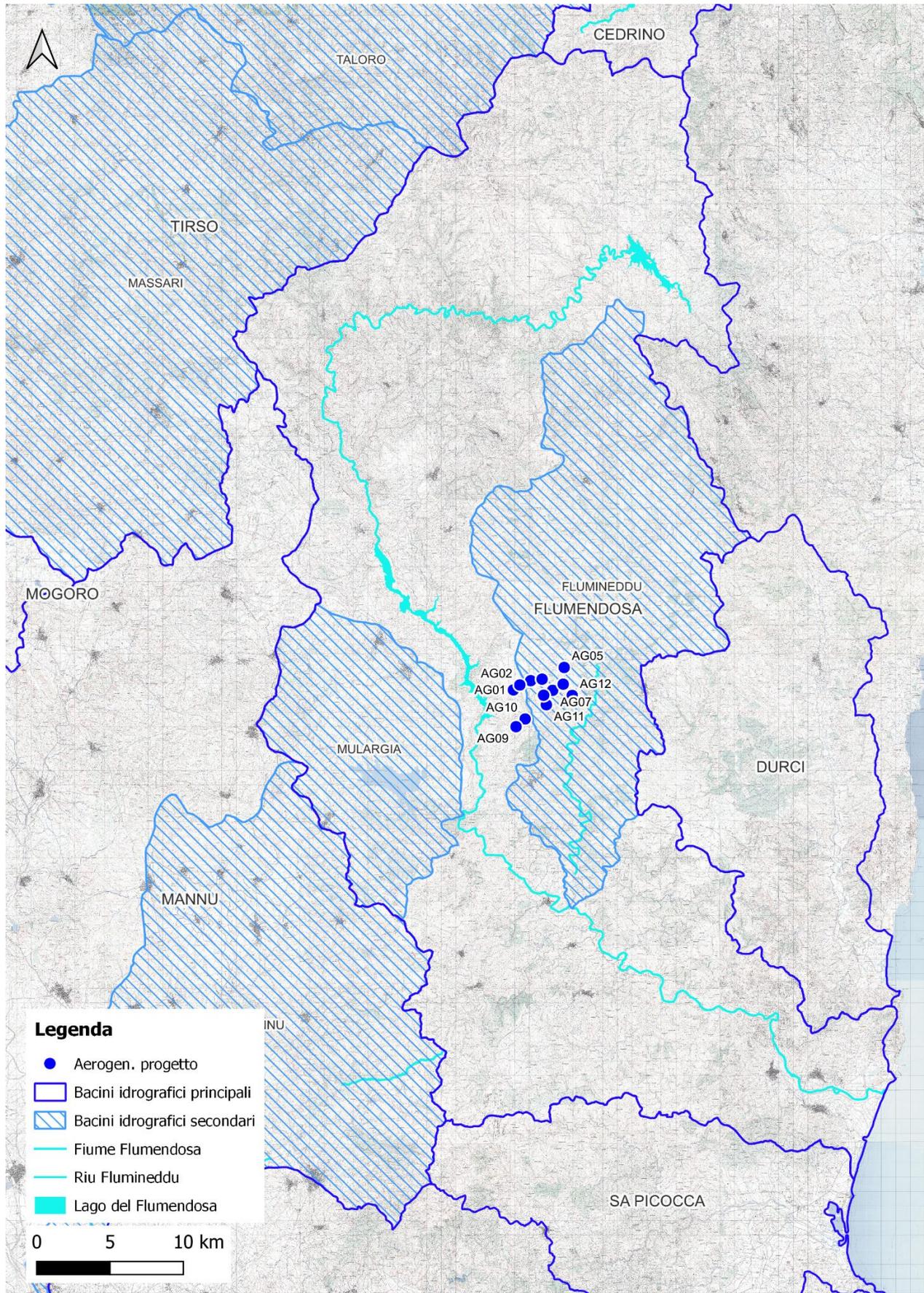
La zona in esame presenta la morfologia tipica dei Tacchi, testimoni di un vasto altopiano inciso dall’erosione e dislocato dalla tettonica. L’impianto si sviluppa ad un’altitudine variabile indicativamente nell’intervallo 441÷662 m s.l.m.

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

Con riferimento ai caratteri idrografici il *Sarcidano* ricade all’interno di due bacini idrografici: quello del *Flumini Mannu* ad ovest e quello del *Flumendosa* ad est. L’area di progetto si trova nella porzione centrale del bacino idrografico del *Flumendosa* e, in parte, all’interno del bacino idrografico secondario denominato *Flumineddu*.

Il bacino idrografico del *Flumendosa* è caratterizzato da un’intensa idrografia, dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate. Lungo la porzione centrale, i corsi d’acqua più importanti si sviluppano parallelamente alla linea di costa con andamento pressoché lineare. Gli affluenti drenanti i versanti est e ovest, si mantengono ortogonali alla linea di costa. Il *Flumendosa* ha origine nelle pendici meridionali ed orientali del *Massiccio del Gennargentu*, scavando gli scisti paleozoici e mettendo a nudo il granito in gole tortuose e molto profonde con un percorso assai angolato. Dopo circa 122 km sfocia in mare in prossimità di *Porto Corallo*, nel *Sarrabus*. Nel medio corso il fiume ha andamento regolare caratterizzato dalla presenza di un invaso, il *Lago del Medio Flumendosa*, localizzato a ovest e nord-ovest dell’area di impianto. Da questo invaso e da quello realizzato sul *Rio Mulargia*, affluente in destra del *Flumendosa*, le acque vengono convogliate nella Piana della *Trexenta* per l’irrigazione del *Campidano*.

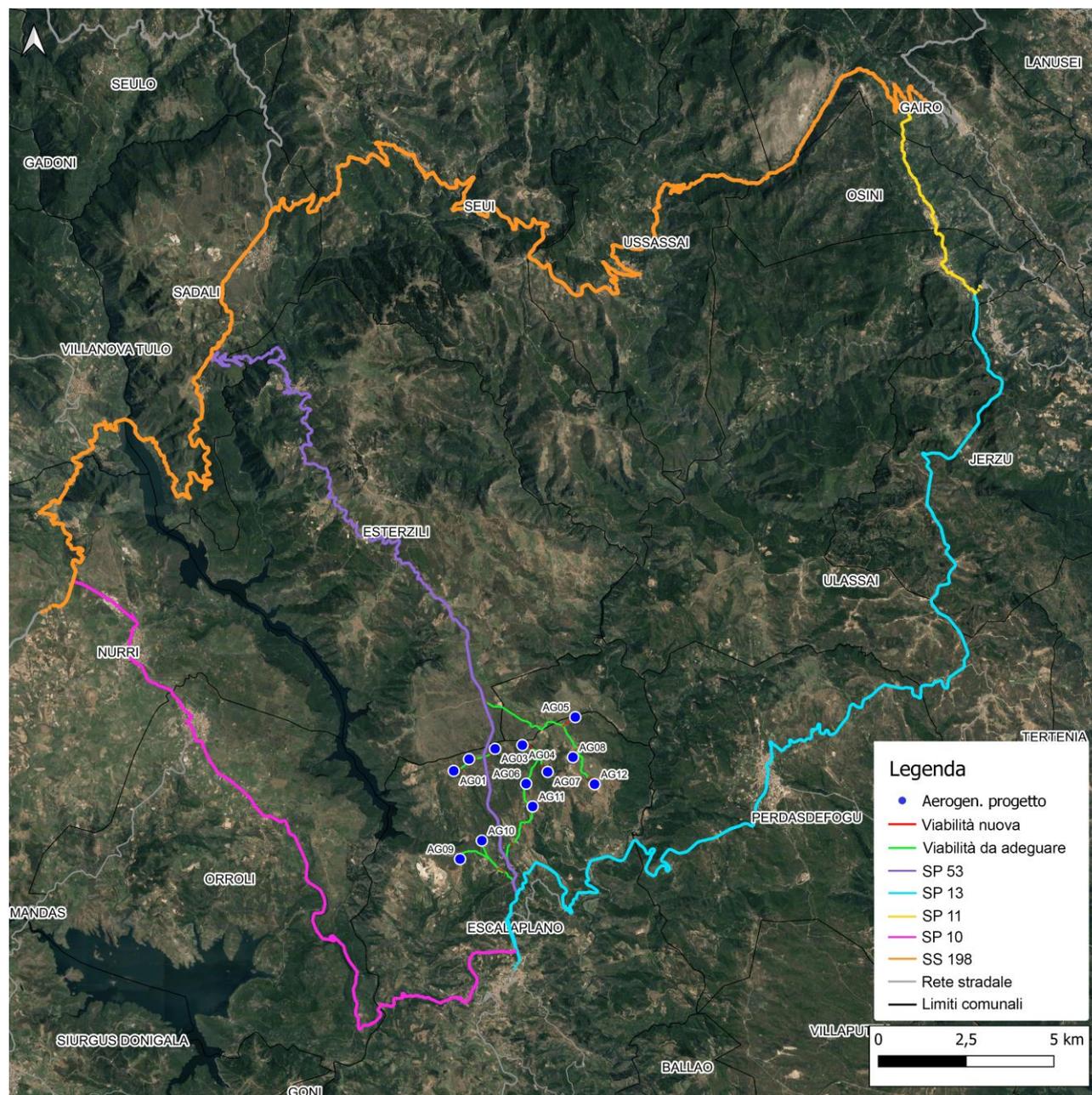
Nel basso corso, a sud dell’area in esame, il fiume scorre con andamento nord-ovest sud-est e riceve in sinistra il suo maggiore affluente, il *Rio Flumineddu*. Il bacino idrografico secondario del rio citato si estende con una forma allungata in direzione nord-sud dal territorio comunale di Gairo sino alla porzione settentrionale di quello di Armungia. Comprende nella sua porzione sud-occidentale, in corrispondenza del territorio di Escalaplano la parte orientale dell’impianto, con 8 aerogeneratori su 12.



**Figura 5.3 - Bacini idrografici di riferimento**

Sotto il profilo delle infrastrutture viarie, l'ambito di riferimento è caratterizzato dal passaggio della S.P. 53 che attraversa l'area di impianto. Nell'area vasta l'area in esame è racchiusa tra 4 assi viari: la S.S. 198 di Seui e Lanusei, a nord e ad ovest; la S.P. 11 a nord-est; la S.P. 13 ad est e a sud e, infine, la S.P. 10 a ovest e sud-ovest.

L'impianto sarà servito da una viabilità interna di collegamento tra gli aerogeneratori, prevalentemente incardinata sulla viabilità comunale esistente e funzionale a consentire il processo costruttivo e le ordinarie attività di manutenzione in fase di esercizio.



**Figura 5.4 - Sistema della viabilità di accesso all'impianto**

Rispetto al tessuto edificato degli insediamenti abitativi più vicini (IT-VesEsc-CLP-PAE-DW-04), il sito di intervento presenta, indicativamente, la collocazione indicata in Tabella 5.1

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

Centro abitato	Posizionamento rispetto al sito	Distanza dal sito (km)
Esterzili	N-N-O	11,5
Nurri	N-O	9,1
Orroli	O	7,0
Siurgus Donigala	S-O	13,7
Escalaplano	S	3,2
Perdasdefogu	E	4,4
Jerzu	N-E	15,8
Ussassai	N	12,6

L'inquadramento catastale delle opere in progetto è riportato negli Elaborati IT-VesEsca-CLP-CW-CD-DW-06.01-Rev.0 ÷ IT-VesNa-CLP-CW-CD-DW-06.03-Rev.0.

**Tabella 5.2 – Inquadramento delle postazioni eoliche nella toponomastica locale**

ID Aerogeneratore	Località
AG01	<i>Su Sermentu</i>
AG02	<i>Taccu Arboreddu</i>
AG03	<i>S'Ollastu Biancu</i>
AG04	<i>Sedda Sa Spina</i>
AG05	<i>Pedru Pisano</i>
AG06	<i>Taccu</i>
AG07	<i>Brebegargia</i>
AG08	<i>Brebegargia</i>
AG09	<i>Pranu e Saridellu</i>
AG10	<i>Coi Puddas</i>
AG11	<i>Taccu</i>
AG12	<i>Gennoniga</i>

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

**Tabella 5.3 - Coordinate aerogeneratori in Gauss Boaga – Roma 40**

<b>Aerogeneratore</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
AG01	1 528 883	4 392 340
AG02	1 529 321	4 392 679
AG03	1 530 063	4 392 975
AG04	1 530 839	4 393 081
AG05	1 532 347	4 393 885
AG06	1 530 947	4 391 972
AG07	1 531 560	4 392 311
AG08	1 532 280	4 392 734
AG09	1 529 063	4 389 808
AG10	1 529 685	4 390 338
AG11	1 531 132	4 391 319
AG12	1 532 896	4 391 958

I due nuovi elettrodotti aerei 150kV di collegamento tra le stazioni RTN di Sanluri e Escalaplano avranno una lunghezza di circa 46 km e attraverseranno il territorio dei seguenti comuni: Escalaplano, Orroli, Siurgus Donigala, Mandas, Escolca, Villanovafranca, Villamar, Segariu, Furtei e Sanluri.

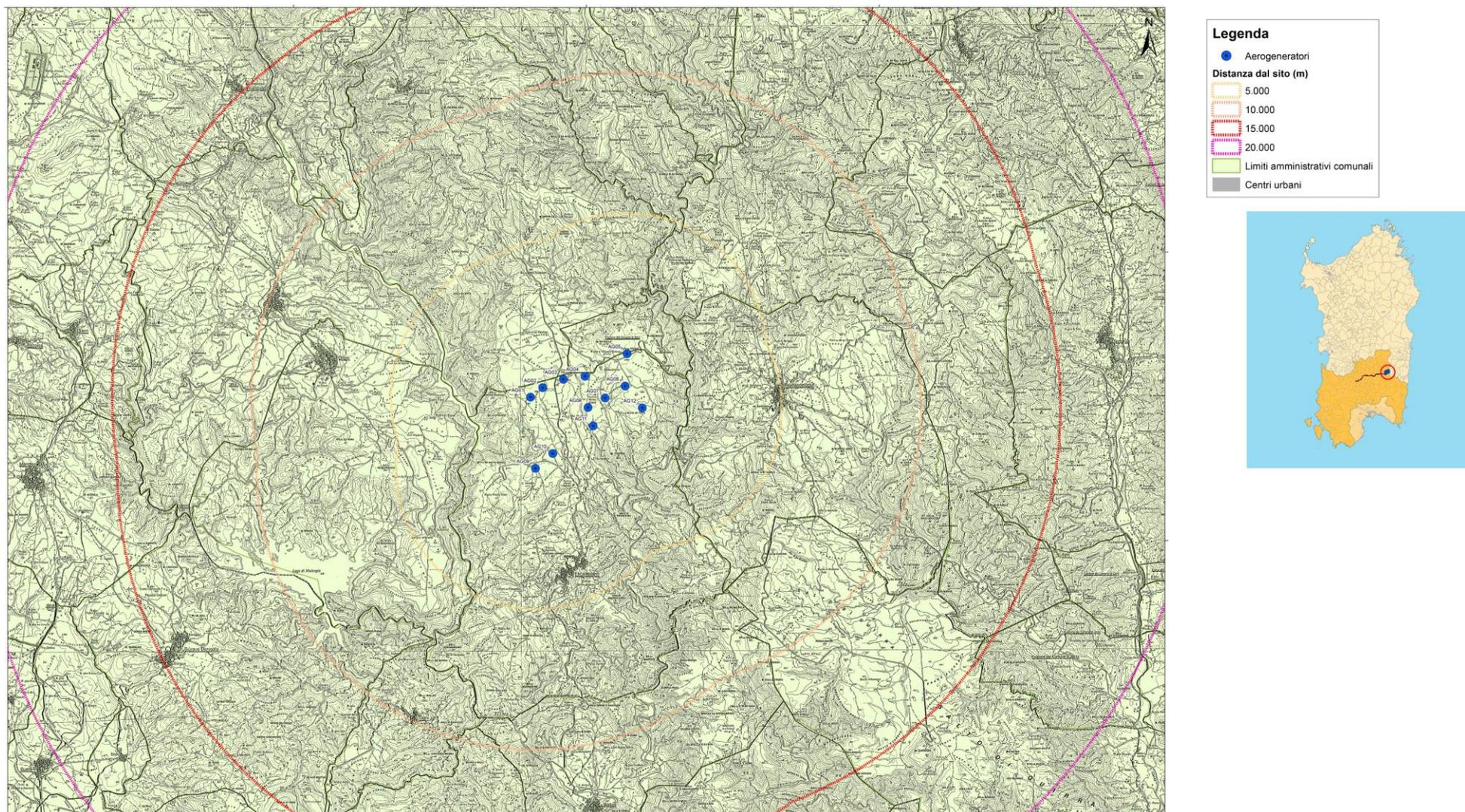


Figura 5.5 - Stralcio dell'Elaborato cartografico IT-VesEsc-CLP- GEN-DW-01-Rev.0 - Inquadramento geografico e territoriale

## 6 Descrizione sintetica del progetto

Al fine di garantire l'installazione e la piena operatività delle macchine eoliche saranno da prevedersi la costruzione di infrastrutture, opere civili ed impiantistiche, così sintetizzabili:

- Adeguamento della viabilità esistente;
- Realizzazione della nuova viabilità interna al sito;
- Realizzazione delle piazzole di stoccaggio e installazione aerogeneratori;
- Esecuzione delle opere di fondazione degli aerogeneratori;
- Esecuzione dei cavidotti interni alle aree di cantiere e linee elettriche di connessione;
- Realizzazione di Stazione Elettrica di trasformazione utente 30/150 kV di Escalaplano e Stazione Elettrica di Smistamento 150 kV di Escalaplano.

## 7 Analisi delle alternative progettuali

### 7.1 Premessa

Come evidenziato in sede di progetto, l'iniziativa della società ESCALA Wind Srl, facente capo a Vestas Wind Systems A/S, si inquadra nella strategia di sostenibilità complessiva dei processi del Gruppo Vestas, operatore leader a livello mondiale nel settore della costruzione, installazione e manutenzione di turbine per la produzione di energia da fonte eolica.

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

Tra i siti eolici individuati, il sito di Escalaplano è apparso di particolare interesse in virtù delle favorevoli condizioni anemologiche, di accessibilità e insediative.

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

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

### 7.2 La scelta localizzativa

Come ampiamente evidenziato negli elaborati del Progetto e del SIA, la scelta del sito in cui è prevista la realizzazione dell'impianto eolico denominato "Escala", presenta numerosi elementi favorevoli, di seguito sinteticamente riassunti, che investono questioni di carattere economico-gestionale nonché aspetti di rilevanza paesaggistico-ambientale. La concomitanza di tali circostanze rende il sito in esame certamente di interesse nel panorama regionale delle aree destinabili allo sfruttamento dell'energia eolica.

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

Sotto il profilo dell'accessibilità, l'ipotesi di progetto relativa al trasporto degli aerogeneratori dal Porto di Arbatax delinea favorevoli condizioni di trasferimento della componentistica delle macchine eoliche, assicurate dalla preesistenza di un'efficiente rete viaria di livello statale e provinciale di collegamento.

Ai fini dello sviluppo dell'iniziativa vanno, infine, evidenziate le favorevoli condizioni ambientali generali del sito in oggetto, riferibili alla bassa densità insediativa e alla presenza di una buona infrastrutturazione viaria locale; il che ha contribuito a mitigare le potenziali ripercussioni negative dell'intervento a carico delle principali componenti ambientali potenzialmente interessate dal funzionamento del parco eolico (vegetazione, flora e fauna ed assetto demografico-insediativo in particolare).

### 7.3 Alternative layout e ubicazione

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

- minimizzare la realizzazione di nuovi percorsi viari, impostando la viabilità di impianto, per quanto tecnicamente fattibile, su strade o percorsi rurali esistenti;
- contenimento delle mutue interferenze aerodinamiche delle turbine per minimizzare le perdite energetiche per effetto scia nonché gli effetti di turbolenza;
- privilegiare l'installazione delle macchine entro contesti a conformazione regolare per contenere opportunamente le operazioni di movimento terra conseguenti all'approntamento di strade e piazzole;
- assicurare una appropriata distanza delle proposte installazioni eoliche da edifici riconducibili all'accezione di "ambiente abitativo", sempre superiore ai 500 metri.

Più specificamente, la configurazione di impianto che è scaturita dalla fase di analisi progettuale ha escluso il manifestarsi di problematiche tecnico-ambientali riferibili ai seguenti aspetti:

- sottrazioni rilevanti di aree a spiccata naturalità o di preminente valore paesaggistico ed ecologico;
- interferenza diretta con i principali siti di interesse storico-culturale censiti nel territorio;
- incremento del rischio geologico-geotecnico in corrispondenza delle piazzole di cantiere funzionali al montaggio degli aerogeneratori;
- introduzione o accentuazione dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

Come evidenziato nelle sezioni dello SIA, l'area individuata per la realizzazione dell'impianto eolico non ricade all'interno di nessun Sito di Importanza Comunitaria (SIC/ZSC). La ZSC più vicina, denominata "Monti del Gennargentu", è distante circa 12,1 km dall'aerogeneratore più vicino.

Allo stesso modo, i siti di intervento non ricadono all'interno di nessuna Zona di Protezione Speciale (ZPS), la più vicina delle quali è denominata "Monti del Gennargentu" dista circa 12,1 km dall'aerogeneratore più vicino.

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto eolico, non ricade all'interno di nessuna area IBA la più vicina delle quali, denominata "Golfo di Orosei, Supramonte e Gennargentu", dista 12.1 km dall'aerogeneratore più vicino.

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

- le buone condizioni di ventosità del sito, conseguenti alle particolari condizioni di esposizione ed altitudine;
- le favorevoli condizioni di infrastrutturazione elettrica e di accessibilità generali;
- la possibilità di sfruttare utilmente, per le finalità progettuali, un sistema articolato di strade locali, in accettabili condizioni di manutenzione e con caratteristiche geometriche sostanzialmente idonee al transito dei mezzi di trasporto della componentistica degli aerogeneratori, a meno di limitati adeguamenti;

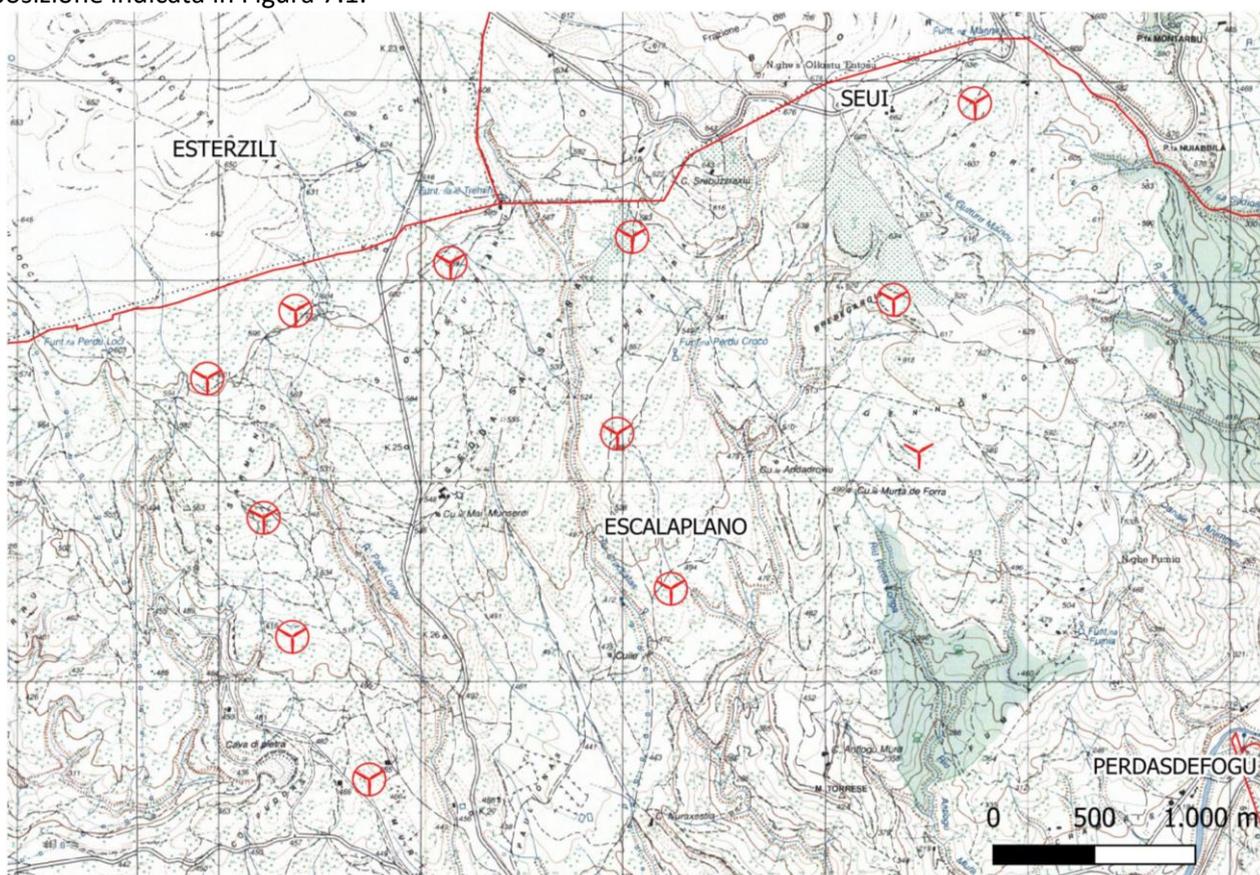
- la disponibilità di adeguati spazi potenzialmente idonei all'installazione di aerogeneratori, in rapporto alla bassissima densità abitativa che caratterizza l'agro;
- l'assenza di elementi ostativi, o comunque, critici emersi nell'ambito delle attività di monitoraggio faunistico condotte.

### 7.3.1 Alternative progettuali ragionevoli

L'evoluzione del layout in fase progettuale è stata caratterizzata dall'analisi di varie possibili alternative che, attraverso un procedimento iterativo di verifica rispetto ai numerosi condizionamenti sia di carattere tecnico che di rispetto della normativa di natura paesaggistico-ambientale e non solo, hanno portato all'individuazione del layout proposto.

Di fatto, i criteri che hanno portato all'evoluzione del layout in fase progettuale sono stati molteplici; si sono, infatti, progressivamente stratificate scelte relative ai rapporti spaziali con ricettori, emergenze archeologiche, aree vincolate paesaggisticamente, in un processo continuo di affinamento ed ottimizzazione delle scelte localizzative. In particolare, la definizione delle scelte tecniche è stata preceduta da una attenta fase di studio e analisi finalizzata a conseguire la più ampia aderenza del progetto, per quanto tecnicamente fattibile e laddove motivato da effettive esigenze di tutela ambientale e paesaggistica, ai criteri di localizzazione e buona progettazione degli impianti eolici individuati dalla D.G.R. 59/90 del 2020.

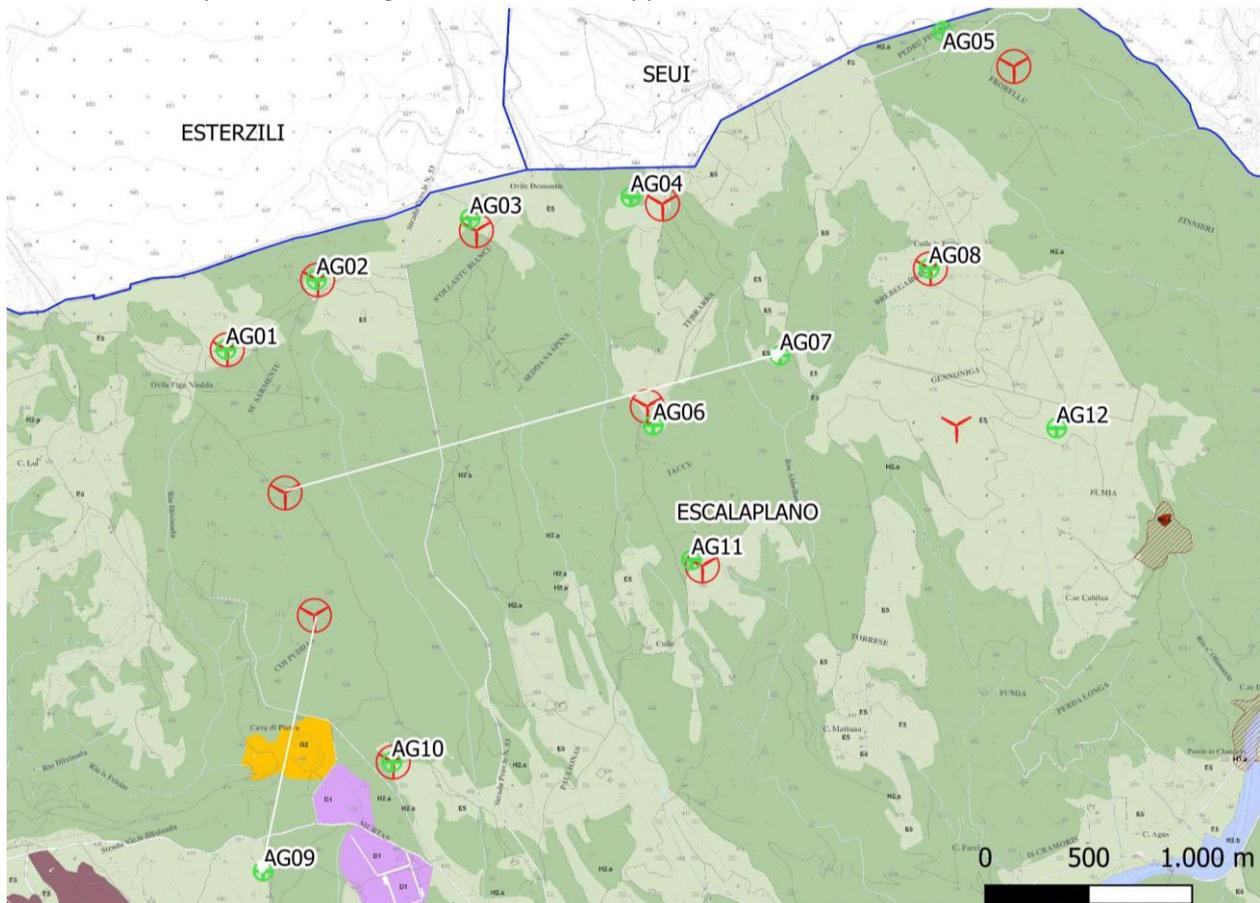
Nella sua configurazione originaria, il layout di impianto era composto da 12 aerogeneratori, localizzati secondo la disposizione indicata in Figura 7.1.



**Figura 7.1: Layout originario di impianto**

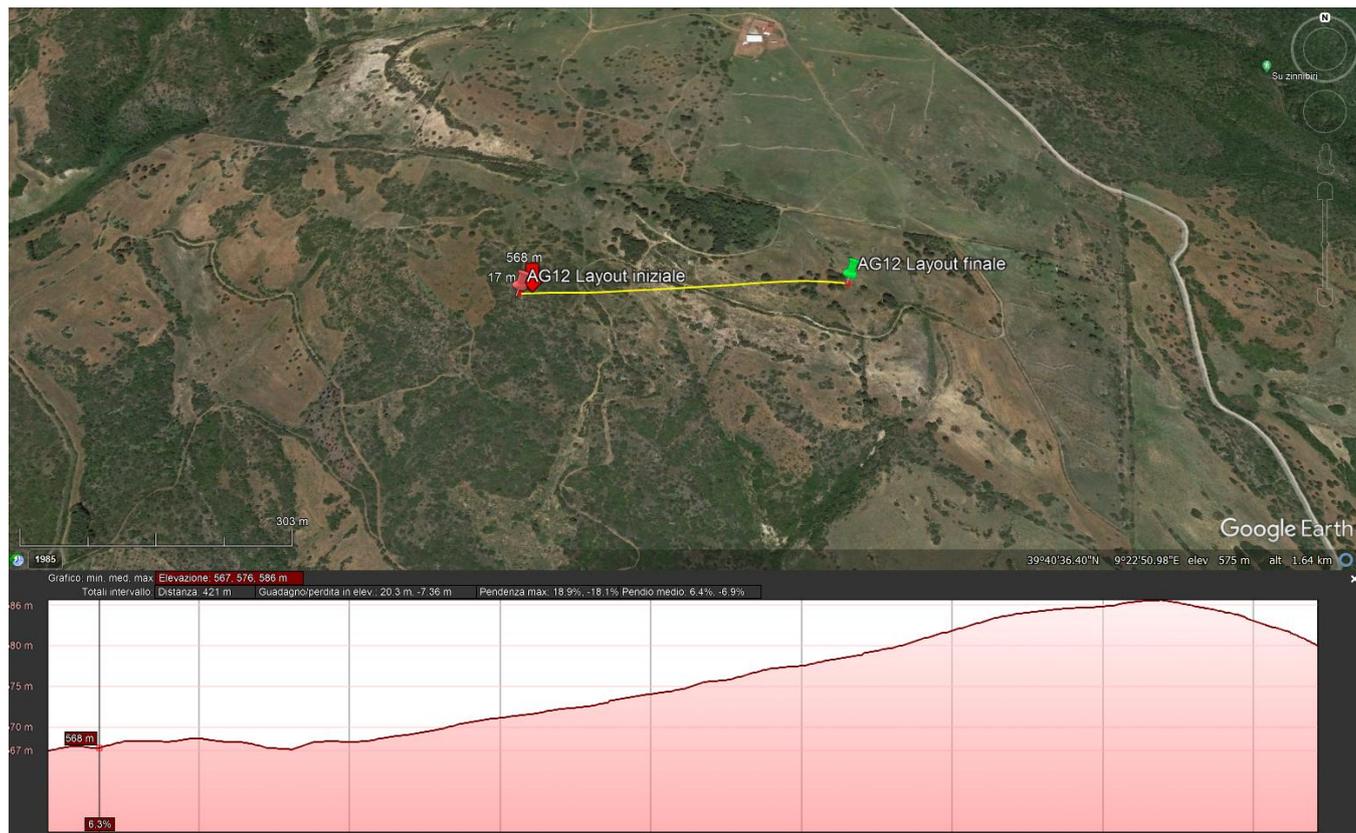
Valutato che detta configurazione progettuale si sovrapponeva localmente con ambiti caratterizzati da elevata naturalità, cartografati in sede di predisposizione del PUC del Comune di Escalaplano (strumento urbanistico non ancora cogente), si è proceduto ad un affinamento del layout inteso a limitare le suddette interferenze, perseguendo un migliore inserimento ambientale del progetto.

A seguito di mirate indagini floristico – vegetazionali, si è pertanto optato per una delocalizzazione delle postazioni eoliche maggiormente problematiche, individuando posizioni alternative ubicate in corrispondenza di radure o appezzamenti agricoli o ai margini delle aree a copertura arboreo-arbustiva naturaliforme, avuto comunque riguardo dell’esigenza imprescindibile di perseguire un accettabile rendimento energetico (p.to 16.1 crit. b - la valorizzazione dei potenziali energetici - Linee Guida approvate con DM 10/09/2010).



**Figura 7.2 – Alternative di layout di impianto esaminate durante la redazione del progetto su stralcio carta zonizzazione territorio Comune di Escalaplano: in rosso è rappresentata l’ipotesi originaria di layout e in verde il layout di progetto.**

La postazione AG12 è stata spostata di circa 480m verso est al fine di ottimizzare la resa energetica (Figura 7.3), guadagnando circa 20m di quota ed allontanandola dalla postazione AG07 rispetto alla direzione del vento dominante (NW).



**Figura 7.3: Differenza di altimetria tra la postazione AG12 del Layout iniziale e quella del Layout finale**

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

#### 7.4 “Opzione zero” e prevedibile evoluzione del sistema ambientale in assenza dell’intervento

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

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

Per quanto riguarda la “Alternativa 0” (c.d. *Do Nothing Alternative*), la stessa è stata analizzata e scartata nell’ambito del presente SIA, essendo pervenuti alla conclusione che la realizzazione del progetto determini impatti negativi accettabili e, soprattutto, non irreversibili in rapporto ai valori ambientali e paesaggistici del proposto sito di intervento. Taluni fattori di impatto potenziali, inoltre, risultano efficacemente mitigabili (si pensi al minimo consumo di suolo in fase di esercizio o, ove ciò si renda indispensabile - circostanza questa ritenuta improbabile alla

luce delle analisi e valutazioni condotte - alla possibilità di contenere l'impatto acustico attraverso sistemi automatici di regolazione della potenza sonora sviluppata dalle turbine). Rispetto alla componente "Paesaggio", quantunque l'effetto visivo associato all'installazione degli aerogeneratori non possa essere evitato, il progetto ha comunque ricercato le soluzioni dimensionali (appena 12 aerogeneratori previsti) e geometriche (disposizione ordinata delle macchine secondo tre allineamenti ideali nordest-sudovest) per conseguire una ragionevole attenuazione del fenomeno visivo.

Atteso che l'impatto paesaggistico (essenzialmente di natura percettiva) è transitorio e completamente reversibile, essendo legato alla vita utile dell'impianto eolico, è palese che ogni valutazione di merito circa l'accettabilità di tali effetti debba necessariamente scaturire da un bilanciamento delle positive e significative ripercussioni ambientali attese nell'azione di contrasto ai cambiamenti climatici, auspicata e rimarcata dai più recenti protocolli internazionali e dal recente PNRR.

D'altro canto, inoltre, come evidenziato nell'Analisi costi-benefici (Elaborato IT-VesEsc-CLP-SPE-TR-03), l'intervento delinea significative ricadute socio-economiche, anche di portata "ambientale", di seguito sinteticamente elencate, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

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

Interventi di efficientamento energetico:

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

In definitiva, la mancata realizzazione del progetto presupporrebbe quantomeno un ritardo nel raggiungimento degli importanti obiettivi ambientali attesi, dovendosi prevedere realisticamente il conseguimento dei medesimi benefici legati alla sottrazione di emissioni attraverso la realizzazione di un analogo impianto da FER in altro sito del territorio regionale, nonché la rinuncia alle importanti ricadute socio-economiche sottese dal progetto su scala territoriale.

In questo quadro, nel segnalare i perduranti segni di crisi dell'economia agricola, particolarmente avvertita nei centri dell'interno della Sardegna, rispetto ai quali Escalaplano non fa eccezione, non si può disconoscere come la stessa costruzione del parco eolico, attraverso le numerose opportunità che la stessa sottende (cfr. Capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** - Quadro di riferimento ambientale), possa contribuire all'individuazione di modelli di sviluppo territoriale e socio-economico complementari e sinergici, incentrati sulla gestione integrata e valorizzazione delle risorse naturali e storico-culturali e sul razionale uso dell'energia, come auspicato dal D.M. 10/09/2010.

Al riguardo, devono necessariamente segnalarsi le rilevanti difficoltà di numerosi comuni rispetto alla definizione di programmi organici di gestione integrata delle valenze ambientali espresse dai propri territori, rispetto alla cui

ESCALA Wind Srl  <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI	N° Doc. IT-VesEsc-CLP- GEN-TR-02	Rev 0	Pagina 32 di 64
--	-------------------------------------	-------	--------------------

definizione, attuazione e monitoraggio il reperimento di adeguate risorse economiche diventa un problema centrale, acuitosi negli ultimi anni a seguito della contrazione dei trasferimenti statali agli enti locali.

## 8 Sintesi dei parametri di lettura delle caratteristiche ambientali e paesaggistiche del territorio

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

Il sito in progetto si instaura tra l'area pianeggiante della *Trexenta* e della *Piana del Campidano* a sud-ovest. Tale area, sotto il profilo amministrativo, fa parte della regione storica denominata *Sarcidano* che confina a nord con quella del *Gennargentu*, ad est con l'*Ogliastra*, a sud-est con il *Sarrabus*, a sud con il *Gerrei* e la *Trexenta* e ad ovest e nord-ovest rispettivamente con *Marmilla* e *Alta Marmilla*.

Come riportato nella Relazione paesaggistica (IT-VesEsc-CLP-PAE-TR-01) il territorio della regione storica del *Sarcidano* comprende attualmente 13 centri urbani: Seulo, Nuragus, Nurallao, Isili, Villanova Tulo, Sadali, Esterzili, Gergei, Escolca, Serri, Nurri, Orroli e Escalaplano. È un'area della Sardegna abitata sin da tempi antichissimi. Il suo toponimo deriva, secondo Pittau, dal nome di una antica tribù locale denominata *Salkitani*. Un'altra ipotesi (S. Dedòla) è che *Sarcidano* derivi dalle parole *S'Arce Idano* che indicano rispettivamente l'ampio tavolato che, visto dal basso, appare come un'alta falesia e il riferimento al termine *idda (bidda)* che si riferisce ai terreni appartenenti ai villaggi e gestiti anticamente in modo comunistico.

La struttura insediativa che caratterizza tale territorio, e che lo accomuna a quello delle altre regioni storiche dell'area collinare e degli altopiani del centro Sardegna, è la sua matrice medioevale caratterizzata da una trama molto fitta di piccoli villaggi uniformemente distribuiti nel territorio.

L'ambito territoriale delle colline e degli altopiani appare definito da alcuni elementi orografici e idrografici di grande interesse che hanno avuto la forza di condizionare l'insediamento, introducendo varianti significative sotto il profilo morfologico fra i centri delle diverse regioni storiche e contribuendo a definire all'interno dell'intera area sottosistemi di centri più omogenei ad essi direttamente legati.

In primo luogo, occorre sottolineare che questi territori sono attraversati dal corso dei fiumi più importanti dell'Isola, sia per portata e dimensione che per stabilità. In particolare il *Sarcidano* è attraversato dal *Flumini Mannu* e dal *Flumendosa* che costituiscono gli assi portanti e le direttrici che strutturano "grappoli" di villaggi in reti territoriali di ambito più strettamente locale.

Nonostante la vicinanza reciproca, i paesi della *Marmilla* e del *Sarcidano* storicamente hanno dovuto scontare problemi di isolamento a causa delle pessime condizioni delle poche vie di comunicazione presenti sul territorio.

Gli schemi insediativi di riferimento dipendono dalle particolari condizioni orografiche e ricalcano le configurazioni a "schiera" e a "grappolo", con sviluppi allungati sulle coste, sui crinali e sui bordi degli altopiani, o più compatti e geometricamente regolari in pianura e altopiano o, ancora, con forme riconducibili a logiche centripete e radiali in prossimità delle alture isolate in cui spesso erano collocati edifici di culto. In generale, l'abitato si distingue nettamente dal territorio che presidia attraverso margini ben definiti e con un forte carattere di compattezza, a cui corrisponde, però, una densità edilizia particolarmente bassa nonostante la massa costruita domini l'immagine complessiva del villaggio. In alcuni centri del *Sarcidano* si riscontra un maggior grado di saturazione degli spazi aperti e i volumi residenziali hanno dimensioni maggiori rispetto ai centri dell'*Alta Marmilla*, della *Trexenta* e del *Grighine*. Nei centri del sistema insediativo delle colline e degli altopiani sardi è solidamente radicata la presenza di una forma di appoderamento ai margini degli abitati che costituisce un sistema molto denso e strutturato di piccoli orti periurbani in stretto rapporto con le abitazioni, definiti quasi ovunque attraverso una fitta trama di muretti a secco e di siepi.

La vocazione agro-pastorale del territorio ha inciso fortemente nella definizione della tipologia abitativa della casa a corte nella quale era possibile avere gli spazi necessari per lo stoccaggio e la trasformazione dei prodotti agricoli, ma anche per gli animali domestici e da lavoro.

La casa del *Sarcidano* è quasi esclusivamente realizzata con murature lapidee e l'impiego della terra cruda, che in ogni caso risulta in questo territorio poco usuale, è limitato alla costruzione di murature di spina e, soprattutto, di divisori interni. Un dato che interessa quasi indistintamente tutti i tipi edilizi del *Sarcidano* riguarda la prassi, consolidata durante tutto il '900, di aumentare il volume del corpo di fabbrica residenziale incrementandone l'altezza complessiva di circa un metro, allo scopo di trasformare il sottotetto destinato a deposito delle derrate in un piano più agevolmente abitabile. Singolarmente, anche in un ambito territoriale in cui la dominante costruttiva

è rappresentata dalla pietra, il materiale impiegato per questa sopraelevazione contenuta è generalmente l'adobe (mattone in argilla, sabbia e paglia essiccata), anche se non è raro l'uso di trovanti o blocchi lapidei.

Un'altra caratteristica tipica dei centri formati dalla tipologia edilizia delle case a corte è la bassa densità insediativa. Un altro aspetto da ricondurre alla struttura del territorio è legato ai materiali utilizzati per la costruzione delle abitazioni. La differente litologia dei suoli favorisce l'utilizzo dei diversi materiali da costruzione e amplifica il concetto di sostenibilità del costruito e il suo legame indissolubile con il territorio.

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

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

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

- sotto il profilo geomorfologico, alle seguenti "dominanti ambientali":
  - massiccio del *Gennargentu* con le sue propaggini meridionali dei monti di *Perdedu* (Seulo) e *S. Vittoria* (Esterzili);
  - sistema dei "tacchi", tipiche morfologie tabulari appartenenti alla più estesa direttrice carbonatica dei calcari del mesozoico (*Tonneri*, *Supramonte*, *Golfo di Orosei*, *Monte Albo*, *Monte Pizzinnu*, etc.);
  - valli incassate del *Flumendosa* e del *Riu Flumineddu* e i loro rispettivi affluenti;
  - a ovest, al sistema delle colline marnose e degli altopiani basaltici: le giare;
- alla significativa concentrazione di risorse ambientali e paesaggistiche proprie del territorio del *Sarcidano* e ogliastrino, strutturantisi nell'eterogeneità delle componenti costitutive e loro reciproche relazioni e riferibili a fattori geomorfologici, floristico-vegetazionali, faunistici, etnografici e insediativi;
- alla particolare vocazione agricola delle aree della *Trexenta*, a sud-ovest, in particolare per la produzione cerealicola;
- all'importanza strategica delle direttrici infrastrutturali della *Strada Statale 198 di Seui e Lanusei*, di collegamento tra i centri del *Sarcidano*, della *Barbagia di Seulo* e del comprensorio di Lanusei; la *Strada Statale 125 Orientale Sarda* che corre ad est dell'area di impianto e la *Strada Statale 128 Centrale Sarda* che corre ad ovest;
- al sistema dei servizi della portualità turistica e commerciale dei non distanti scali di Tortolì-Arbatax e Santa Maria Navarrese;
- alle capacità attrattive del centro di Lanusei che scaturiscono dalla maggiore concentrazione di servizi e opportunità sociali, capace di orientare il sistema degli spostamenti per studio, lavoro o ricreazionali dai centri dell'interno.

Su scala ristretta dell'ambito di intervento può riferirsi:

- al sistema di suggestive relazioni percettive e simboliche che si instaurano con i territori contermini del massiccio del *Gennargentu* a nord e dei tacchi calcarei e degli altopiani basaltici delle *Giare*;
- alle ataviche condizioni di isolamento dei centri dell'interno che hanno favorito la conservazione di specifiche pratiche tradizionali e modi di vita, da considerarsi un patrimonio culturale di inestimabile valore;
- al rapporto simbiotico delle popolazioni dell'interno con la terra, testimoniato dalla prosecuzione di pratiche economiche tradizionali, in primis quella della pastorizia, capaci di rappresentare una dimensione relazionale dei luoghi, rielaborabile in chiave territoriale sistemica, nel quadro di risorse, di abilità o specializzazioni proprie di questi luoghi (ad es. la diffusione dei prodotti locali tipici del settore zootecnico e la cultura dell'ospitalità).

### 8.3 Qualità visiva: presenza di particolari qualità sceniche, panoramiche

Il *Sarcidano*, essendo una regione a prevalenza collinare, caratterizzata dalla presenza di numerosi altopiani che si alternano a valli fluviali, ha un paesaggio unico e caratteristico di questo territorio. Sono dominanti i rilievi di carattere collinare o di altopiano, ma un elemento fondamentale è la presenza dei rilievi del Gennargentu, a nord, le cui cime sono visibili dagli altopiani e dai tacchi del territorio in esame. Sono quindi individuabili dei tratti di viabilità che appartengono alla categoria “panoramiche” e che attraversano questo territorio.

All'interno dell'area vasta si possono individuare due assi viari a valenza paesaggistica e due a valenza paesaggistica e fruizione turistica.

Alla prima categoria appartengono:

- la Strada Statale 198 di Seui e Lanusei, a nord dell'area di impianto, che inizia nel comune di Serri dalla Strada Statale 128 Centrale Sarda e si snoda verso nord-est su un percorso spesso curvilineo e a tratti disagiata. Attraversa i territori comunali di Nurri, Villanova Tulo, Esterzili e Sadali, Seui e, entrando nella provincia di Nuoro, Ussassai e Gairo. Prima di entrare a Lanusei, incrocia la strada statale 389 di Buddusò e del Correboi; superata Lanusei prosegue in direzione della costa orientale intercettando il centro di Ilbono. Giunge, infine, a Tortolì, dove prima incrocia il nuovo tracciato della Strada Statale 125 Orientale Sarda, per innestarsi poi sul vecchio tracciato all'interno del centro abitato;
- la Strada Statale 387 del Gerrei, a sud dell'area di impianto, che collega Cagliari con il Sarrabus-Gerrei passando per la *Trexenta*. La strada ha inizio a Cagliari innestandosi sulla strada statale 131 Carlo Felice e senza soluzione di continuità lascia il capoluogo sardo per entrare a Monserrato. Attraversa la Strada Statale 554 Cagliariitana raggiungendo Serdiana, dove incrocia la strada statale 466 di Sibiola. Proseguendo verso nord, entra nella *Trexenta* ed arriva a Sant'Andrea Frius dove si innesta la strada statale 547 di Guasila, deviando poi verso est ed entrando nel *Sarrabus-Gerrei* attraversando i centri abitati di San Nicolò Gerrei e Ballao. Da qui la strada prosegue verso sud-est seguendo il corso del fiume *Flumendosa*, arriva a San Vito, incrocia la Strada Statale 125 var Orientale Sarda, e termina innestandosi sul tratto ormai dismesso della Strada Statale 125 Orientale Sarda alle porte di Muravera.

Alla categoria di strada di impianto a valenza paesaggistica e fruizione turistica appartengono i due assi ad est e ad ovest dell'area in esame:

- la Strada Statale 128 Centrale Sarda, ad ovest dell'area di impianto, che assume tale valenza a partire dalla porzione nord del territorio comunale di Monastir, attraversa la porzione sud-occidentale del territorio comunale di Isili, continua in direzione nord sino a raggiungere il territorio comunale di Oniferi e ricongiungersi alla S.S. 129. La S.S. 128 nel tratto in cui intercetta il territorio comunale di Aritzo, si biforca e prosegue in direzione nord-est come strada di valenza paesaggistica denominata *Strada Statale 295 di Aritzo*;
- la Strada Statale 125 Orientale Sarda, che corre ad est dell'area di impianto, ha origine a Cagliari e prosegue il suo percorso nella porzione orientale del territorio sardo, a tratti più all'interno e a tratti più vicina alla costa, sino a raggiungere il territorio comunale di Palau e intersecare la Strada Statale 133.

In linea con la filosofia d'azione della Convenzione Europea del paesaggio, che considera il paesaggio quale ambiente di vita delle popolazioni, si ritiene indispensabile controllare il paesaggio così com'è visto sia dai percorsi normalmente frequentati nella vita quotidiana, sia da quelli che risultano meta del tempo libero anche se per una ristretta fetta di popolazione.

Perciò si è scelto di porre attenzione anche ai percorsi che, seppur di secondo piano rispetto ai criteri quantitativi, cioè dal punto di vista della classificazione infrastrutturale e della frequentazione, sono quelli prescelti dal fruitore che desidera fare esperienza del paesaggio, e sono i sentieri escursionistici, cicloturistici e di mobilità lenta.



**Figura 8.1 - Itinerario bici-treno "Isili-Mandas-Arbatax"**

Fonte: Sardegna Ciclabile

L'itinerario più prossimo all'impianto è quello denominato "Isili-Mandas-Arbatax", un percorso bici-treno di circa 169 km. Trova origine presso la stazione ferroviaria di Isili, da cui si dirige verso Mandas percorrendo un tratto della ferrovia Cagliari - Isili, interessata dai servizi ferroviari di TPL gestiti da ARST. Da Mandas l'itinerario prosegue sulla linea ferroviaria Mandas - Arbatax, attraverso il servizio turistico del Trenino Verde gestito da ARST, e raggiunge le stazioni ferroviarie dei centri abitati di Orroli, Nurri, Villanova Tulo, Esterzili, Sadali, Seui, Ussassai, Gairo, Villagrande Strisaili, Arzana, Lanusei, Elini e Tortolì fino alla costa orientale dell'Isola. Lungo un tracciato tortuoso la linea si sviluppa nella valle di *Garullo*, caratterizzata dalla presenza di varie opere d'arte tra cui un viadotto a cinque luci sul *Rio Stupara*, e attraversa il *Lago del Flumendosa*. Lasciato il *Sarcidano*, l'itinerario raggiunge la *Barbagia di Seulo* inerpicandosi per una lunga salita e offrendo splendidi panorami del lago sottostante. L'itinerario procede attraverso l'*Altopiano di Sadali* in direzione di Seui, una delle fermate più apprezzate della linea. Raggiunta la quota massima di 870 metri s.l.m., l'itinerario attraversa le montagne del *Gennargentu* percorrendo lunghe gallerie e ponti, tra i quali il viadotto di San Gerolamo, una delle opere d'arte più rilevanti di tutta la linea sospesa ad un'altezza di 40 metri. Procedendo in quota attraverso il fitto verde dell'*Ogliastra* e la valle lunare di *Taqisara* l'itinerario inizia la sua discesa verso il mare, che si vede per la prima volta ad Arzana. Affrontando la galleria elicoidale di *Pitzu 'e Cuccu*, una delle due di questo tipo presenti in Sardegna, l'itinerario si dirige verso la costa ogliastina, trovando conclusione nella stazione di Arbatax, in prossimità del suo porto turistico e commerciale.

Si segnala, inoltre, che nell'area vengono realizzati percorsi di tracking data la presenza di numerose cascate e di scorci definiti dalle valli dei fiumi e dalla presenza dei tacchi particolarmente suggestivi.

## 9 Gli effetti ambientali del progetto

### 9.1 Popolazione e salute pubblica

Le significative ricadute economiche del progetto, più sotto sinteticamente richiamate, sono state sommariamente quantificate, sulla base dei dati tecnico-progettuali e finanziari attualmente disponibili, all'interno dell'allegata Analisi costi-benefici (Elaborato IT-VesEsc-CLP-SPE-TR-03).

A livello sovralocale e globale, il proposto progetto di realizzazione del parco eolico "Escala", al pari delle altre centrali da Fonte Energetica Rinnovabile, configura benefici economici, misurabili in termini di "costi esterni" evitati a fronte della mancata produzione equivalente di energia da fonti convenzionali.

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

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

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

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

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 dalla Escala Wind S.r.l., 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);
- valorizzazione di edifici o permanenze di interesse storico, archeologico o identitario;

- allestimento/recupero di aree verdi con funzione ricreativa.

#### 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.

Nei limiti sopra individuati, pertanto, la società proponente è disponibile a sostenere interventi orientati alle finalità di compensazione ambientale e territoriale eventualmente individuati dai comuni e preventivamente approvati da Escala Wind S.r.l.

In riferimento alla stima dei proventi della vendita dell'energia, valutate le attuali estreme incertezze circa le fluttuazioni dei prezzi del mercato energetico, può assumersi come riferimento prudenziale un prezzo indicativo medio nell'arco temporale di riferimento (25 anni) pari a 80,00 €/MWh.

Sulla base di una producibilità annua calcolata di 171.729,00 MWh/anno e di una aliquota delle compensazioni valutata, in via ipotetica, in misura del 3,0% dei proventi della vendita dell'energia, si ottiene un importo delle risorse da destinare a misure compensative territoriali pari a 412.149,60 €/anno.

Si precisa che le suddette cifre sono puramente indicative e che quelle reali saranno dettate dalle effettive tariffe di riferimento in fase operativa dell'impianto.

Per quanto precede l'importo dei corrispettivi da destinare a misure compensative territoriali a favore del comune interessato è indicativamente valutabile in **412.149,60 €/anno**.

## 9.2 Biodiversità

### 9.2.1 Vegetazione, flora ed ecosistemi

All'interno dello Studio di impatto ambientale sono stati approfonditamente individuati e descritti i principali effetti delle opere in progetto sulla componente floristica e le comunità vegetali. Ciò con 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 caviddotti 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 ha preso 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.

Per la realizzazione delle opere in progetto si prevede il coinvolgimento di vegetazione in prevalenza arbustiva ed erbacea (pascoli, prati-pascoli ed erbai) ed, in misura minore, alto-arbustiva ed arborescente ad olivastri.

I rilievi svolti sul campo hanno confermato l'elevata ricchezza floristica notoriamente presente nei substrati carbonatici mesozoici dell'Isola. Altrettanto elevata risulta, pertanto, la ricchezza in endemismi. Le entità endemiche e di interesse fitogeografico e conservazionistico risultano ampiamente presenti a livello locale, osservabili anche in contesti di ridotto grado di naturalità (margini stradali, pascoli, terreni lavorati per la semina di prato-pascolo. Dalla loro diffusa presenza alla scala locale, il coinvolgimento di alcuni individui di tutte le specie endemiche e di interesse rilevate precedentemente descritte nell'allegata relazione floristico – vegetazionale (IT-

VesEsc-CLP-SPE-TR-04) appare pertanto inevitabile nell'ambito di qualsiasi intervento sul territorio, dalla sua gestione ordinaria alla realizzazione di nuove opere. Di contro, non si prevede il coinvolgimento degli habitat tipici delle specie di maggior rilievo, ovvero quelle legate agli ambienti umidi di stagno temporaneo e dei corsi d'acqua (*Hypericum scruglii*, *Romule requeonii*); nei siti di realizzazione delle opere, questi ultimi due *taxa* si impostano infatti su canalette di sentieri e fossi (AG\_06, AG\_07, AG\_12), e seminativi soggetti a ristagno idrico o deflusso delle acque meteoriche (AG\_08, AG\_10). In merito alla specie di interesse conservazionistico *Anemone palmata*, questa è stata rilevata solamente con un singolo individuo al margine di tratturo da adeguare in attraversamento di imboscamento di conifere (39°41'8.41"N 9°21'48.43"E), sebbene non possa essere esclusa a priori la presenza di ulteriori individui.

Per la realizzazione dell'opera si prevede la necessità di eradicazione di alcuni esemplari arborei<sup>1</sup> spontanei (*Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pyrus spinosa*, *Quercus suber*, *Q. ilex*) che di impianto artificiale (*Pinus halepensis*, *Pinus nigra*).

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 quasi esclusivamente su coperture erbacee a ciclo annuale o biennale, a rapido rinnovo e ridotto grado di naturalità. Non si prevedono quindi impatti significativi a carico della componente flora e vegetazione spontanea, anche alla luce dell'assenza di target sensibili.

In fase di cantiere, 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 potrà essere scongiurato con l'applicazione di opportune misure di mitigazione e con le attività previste dal monitoraggio post-operam.

### 9.2.2 Fauna

Circa l' 1,6 % delle specie riportate nella Tabella 9.2 rientrano nella classe a sensibilità molto elevata in quanto alcune di esse sono considerate particolarmente sensibili a impatto da collisione a seguito di riscontri oggettivi effettuati sul campo e riportati in bibliografia, così come le specie rientranti nella classe a sensibilità elevata rappresentate da circa il 11.5%, mentre la classe di appartenenza a sensibilità media è costituita dal 27,7%, infine circa il 46% delle specie censite sono ritenute a sensibilità bassa in quanto non sono stati ancora riscontrati casi di abbattimento o i valori non sono significativi; a otto specie è stata assegnata una colorazione differente (azzurra) in quanto non essendo specie nidificanti in Sardegna non è possibile definire lo status della popolazione, oppure non rientrano in una categoria conservazionistica, tuttavia, per modalità e quote di volo durante i periodi di svernamento, migrazione e/o di nidificazione, si ritiene che tra esse vi sia il *Falco pescatore*, il *Pecchiaiolo* e il *Nibbio bruno* che rientrano nella classe a sensibilità elevata.

Riguardo le 8 specie rientranti nelle due classi a maggiore sensibilità conseguente il rischio di collisione, è necessario sottolineare che nella maggior parte dei casi il punteggio complessivo è condizionato maggiormente 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; specie quali l'*averla capirossa*, e il *saltimpalo* è poco probabile che frequentino abitualmente gli spazi aerei compresi tra i 30 ed i 180 metri dal suolo. Per queste specie, pertanto, indipendentemente dal punteggio di sensibilità acquisito, si ritiene che il rischio di collisione sia comunque molto basso e tale da compromettere lo stato di conservazione delle popolazioni diffuse nel territorio in esame. Al contrario le 4 specie di rapaci sono tutte sensibili all'impatto da collisione, tra esse quelle rilevate con maggiore frequenza, cioè almeno 6 mesi su 12, si segnala il *falco di palude*, subito dopo (5 mesi su 12) il *falco pellegrino* e l'*aquila reale*; per quanto riguarda l'*albanella minore* è stato osservato un unico individuo nel mese di settembre.

<sup>1</sup> Intesi come piante legnose perenni con fusto nettamente identificabile e privo per un primo tratto di rami, di altezza pari o superiore ai 5 metri (misurata all'altezza del colletto).

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 dell'impianto eolico 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 e 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 che comporterebbe un impatto di tipo alto in relazione al rischio di collisione per l'avifauna secondo i criteri adottati dal Ministero dell'ambiente spagnolo e riportati nella Tabella 9.1; di fatto l'opera proposta in termini di numero di aerogeneratori rientra nella categoria di impianti di medio-piccole dimensioni, tuttavia le caratteristiche di potenza per aerogeneratore, pari a 6.0 MW, comportano una potenza complessiva pari a 72.0 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 9.1 - 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 a 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).

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, in ordine decrescente, dagli accipitriformi, bucerotiformi e caradriformi; nel caso dell'area di studio in esame si rileva la presenza dell'ordine degli accipitriformi, che comprende anche la famiglia dei falconidae, rappresentato ad esempio dalla *poiana*, dall'*aquila reale*, dal *falco di palude*, dal *falco pellegrino* e dal *gheppio*, dall'ordine dei caradriformi i cui rappresentati sono il *gabbiano reale* e l'*occhione* (quest'ultima specie non particolarmente sensibile all'impatto da collisione). Per quanto riguarda i bucerotiformi, rappresentato in Sardegna dalla una sola specie, l'*upupa*, tale ordine rientra in quelli soggetti più a rischio in quanto contempla altre specie che per modalità di volo sono soggetti maggiormente al rischio di collisione elevato che, al contrario, si esclude per la specie di cui sopra ad esclusione del periodo migratorio.

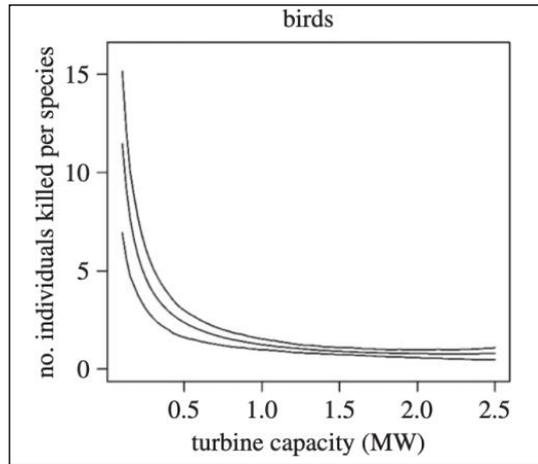


Figura 9.1 - Tasso medio di mortalità totale per specie in un ipotetico parco da 10MW.

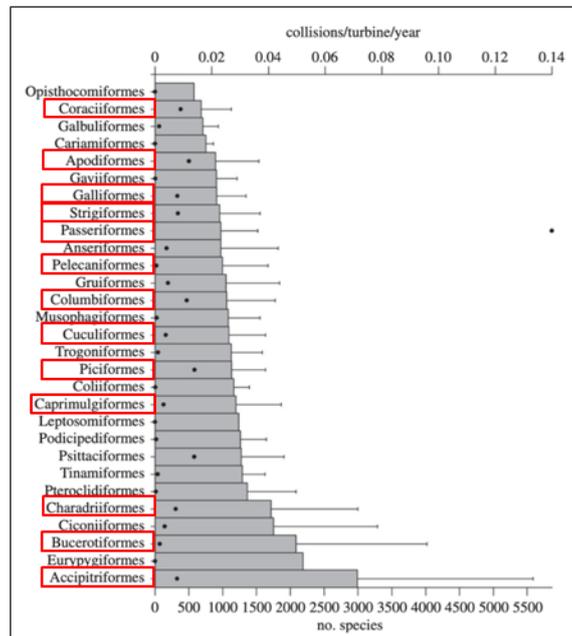


Figura 9.2 - Previsioni di collisioni medie per turbina/anno (il n. di specie per ordine è indicato dai punti neri).

**Tabella 9.2 - 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	Albanella minore	3	4	4	4	15
2	Averla capirossa	1	1	4	8	14
3	Falco di palude	3	3	1	6	13
4	Saltimpalo	1	1	4	6	12
5	Rondine comune	1	3	4	2	10
7	Balestruccio	2	3	2	2	9
8	Aquila reale	4	4	1	0	9
9	Falco pellegrino	2	4	3	0	9
6	Gruccione	1	3	4	0	8
10	Gabbiano reale	3	4	1	0	8
11	Poiana	3	3	2	0	8
12	Gheppio	3	3	2	0	8
13	Rondone comune	1	3	3	0	7
14	Tortora selvatica	2	1	4	0	7
15	Corvo imperiale	2	3	2	0	7
16	Sparviere	2	2	3	0	7
17	Storno nero	1	4	2	0	7
18	Cornacchia grigia	2	3	1	0	6
19	Upupa	1	1	4	0	6
20	Astore sardo-corso	2	2	2	0	6
21	Taccola	2	2	2	0	6
22	Rondine montana	1	3	2	0	6
23	Verdone	1	1	2	2	6
24	Strillozzo	1	1	2	2	6
25	Germano reale	2	3	1	0	6
26	Colombaccio	2	2	1	0	5
27	Usignolo	1	1	3	0	5
28	Passera sarda	1	1	2	0	4
29	Picchio rosso maggiore	2	1	1	0	4
30	Cardellino	1	1	2	0	4
31	Cuculo	2	1	1	0	4
32	Assiolo	1	1	2	0	4
33	Civetta	1	1	2	0	4
34	Pettirosso	1	1	2	0	4
35	Occhiocotto	1	1	2	0	4
36	Capinera	1	1	2	0	4
37	Cincia mora	1	1	2	0	4
38	Cinciarella	1	1	2	0	4
39	Cinciallegra	1	1	2	0	4
40	Fringuello	1	1	2	0	4
41	Zigolo nero	1	1	2	0	4
42	Tottavilla	1	1	2	0	4
43	Scricciolo	1	1	2	0	4
44	Fanello	1	1	2	0	4
45	Tortora dal collare orientale	2	1	1	0	4
46	Barbagianni	1	1	2	0	4
47	Passero solitario	1	1	2	0	4
48	Venturore corso	1	1	2	0	4
49	Verzellino	1	1	2	0	4
50	Occhione	1	1	1	0	3
51	Merlo	1	1	1	0	3
52	Ghiandaia	1	1	1	0	3
53	Usignolo di fiume	1	1	1	0	3
54	Falco pescatore	3	4	non nidificante	8	
55	Falco pecchiaiolo	3	4	non nidificante	0	
56	Pernice sarda	1	1	2		
57	Nibbio bruno	3	4	non nidificante	0	
58	Quaglia	1	1	4		
59	Pispola	1	1	non nidificante	0	
60	Magnanina sarda	1	1	2		
61	Storno comune	1	4	non nidificante	0	

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 avifaunistiche 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

A seguito di quanto sopra esposto e in relazione a:

- Nell'ambito oggetto d'indagine avifaunistica è stata riscontrata la presenza di 11 specie di rapaci, alcune di queste residenti tutto l'anno (*aquila reale, poiana, falco pellegrino, falco di palude, gheppio, sparviere, astore sardo*), altre migratrici (*nibbio bruno, falco pecchiaiolo, falco pescatore, alabanella minore*);
- Gli ambiti oggetto d'installazione non sono prossimi a siti di nidificazione delle specie di rapaci di cui sopra, tuttavia ricadono in un'area di transito locale e d'interesse trofico per le specie di rapaci di cui sopra.

Si ritiene opportuno suggerire le seguenti misure mitigative:

- Impiego di un sistema di monitoraggio automatico per la riduzione del rischio di collisione sull'avifauna; il sistema, supportato da un software specifico, può essere setato in relazione alle specie bersaglio prescelte e può eseguire un primo rallentamento del movimento delle turbine fino al completo arresto momentaneo, sia in condizioni diurne sia in condizioni notturne;
- Aumentare la visibilità della linea elettrica aerea AT mediante l'impiego di dissuasori ottici (spiralati) che dovranno essere posizionati ogni 20 metri per tutta la lunghezza del conduttore limitatamente alla porziaccio che ricade all'interno dell'impianto eolico; tale misura è finalizzata a mitigare l'effetto cumulativo che l'impianto eolico produrrebbe a seguito della prossimità ai conduttori elettrici aerei aumentando le possibilità di collisione diretta dell'avifauna con una delle due opere.

### 9.3 Suolo, Uso del Suolo e Patrimonio Agroalimentare

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

#### Potenziale perdita di risorsa suolo e introduzione di fattori di dissesto

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

Ciò in ragione delle circostanze di seguito sinteticamente richiamate:

- l'occupazione di suolo permanente associata alla realizzazione del progetto è estremamente localizzata e scarsamente rappresentativa, sia in termini assoluti che relativi, in rapporto all'estensione dell'area energeticamente produttiva;
- il precedente aspetto discende da una progettazione mirata a contenere, per quanto tecnicamente possibile:
  - la lunghezza dei nuovi percorsi di accesso alle postazioni eoliche;
  - l'occupazione di aree a seguito della realizzazione delle piazzole, la cui geometria è stata opportunamente calibrata in rapporto alle condizioni geomorfologiche e di copertura del suolo sito-specifiche;
  - le operazioni di scavo e riporto, in ragione delle caratteristiche morfologiche dei siti di installazione delle postazioni eoliche e dei percorsi della viabilità di servizio;

- il progetto, come più oltre esplicitato, incorpora mirate azioni di mitigazione orientate alla preventiva asportazione degli orizzonti di suolo ed al successivo riutilizzo integrale per finalità di ripristino ambientale;
- gli interventi di modifica morfologica e di progettazione stradale si accompagnano a specifiche azioni di regolazione dei deflussi superficiali orientate alla prevenzione dei fenomeni di dissesto;
- in tal senso, nella localizzazione degli interventi sono state privilegiate aree maggiormente stabili sotto il profilo idrogeologico ed immuni da conclamati fenomeni di dilavamento superficiale, potenzialmente amplificabili dalle opere in progetto;
- le previste operazioni di consolidamento delle scarpate in scavo e/o in rilevato, originate dalla costruzione di strade e piazzole, attraverso tecniche di stabilizzazione e rivegetazione con specie coerenti con il contesto vegetazionale locale, concorrono ad assicurare la durabilità delle opere, a prevenire i fenomeni di dissesto ed a favorire il loro inserimento sotto il profilo ecologico-funzionale e paesaggistico;
- con riferimento alle linee in cavo, infine, il loro tracciato è stato previsto ai margini della viabilità esistente o in progetto. Tale accorgimento, unitamente alla temporaneità degli scavi per la posa dei cavi, che saranno tempestivamente ripristinati avendo cura di rispettare l'originaria configurazione stratigrafica dei materiali asportati, prefigura effetti scarsamente apprezzabili sulla risorsa pedologica.

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

#### 9.4 Geologia

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

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

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

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.

#### 9.5 Acque superficiali e sotterranee

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

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 stazione elettrica, gli impatti sulle acque superficiali possono essere considerati minimi. Quantunque gli scavi determinino, infatti, una temporanea modificazione morfologica e della copertura del terreno, favorendo locali fenomeni di ristagno, i singoli interventi presentano un carattere estremamente localizzato.

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

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

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

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

## 9.1 Atmosfera

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.

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 dei parchi 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, 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, SO<sub>2</sub> e Nox.

Nel 2019, la produzione di energia elettrica da fonte eolica ha evitato, su scala nazionale, l'emissione in atmosfera di 198 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> (Fonte: Enel Green Power). Secondo International Renewable Energy Agency (IRENA) il connubio della tecnologia eolica e una maggiore elettrificazione potrebbe fornire, entro il 2050, un quarto delle riduzioni annuali delle emissioni di CO<sub>2</sub> sancite dall'accordo di Parigi.

L'esercizio dei parchi 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 Enel<sup>2</sup>, la realizzazione dell'impianto eolico potrà determinare la sottrazione di ulteriori emissioni atmosferiche, associate alla produzione

<sup>2</sup> Rapporto Ambientale Enel 2013

energetica da fonte convenzionale, responsabili del deterioramento della qualità dell'aria a livello locale e globale, ossia di Polveri, SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> (Tabella 3).

**Tabella 3 – Stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> evitate a seguito della realizzazione del parco eolico in comune di Escalaplano**

Producibilità dell'impianto kWh/anno	Emissioni specifiche evitate (*) (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	Emissioni evitate (tCO <sub>2</sub> /anno)
161.450.000	0,648	104.620

(\*) 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.

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 Enel<sup>3</sup>, 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, SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> (Tabella 9.4).

**Tabella 9.4 - Stima delle emissioni evitate a seguito della realizzazione del parco eolico in comune di Escalaplano con riferimento ad alcuni inquinanti atmosferici**

Producibilità dell'impianto	Parametro	Emissioni specifiche evitate (*) (g/kWh)	Emissioni evitate (t/anno)
171.729.000 kWh/anno	PTS	0,045	7,7
	SO <sub>2</sub>	0,969	166,4
	NO <sub>x</sub>	1,22	209,5

(\*) 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.

<sup>3</sup> Rapporto Ambientale Enel 2013

ESCALA Wind Srl  CONSULENZA E PROGETTI	N° Doc. IT-VesEsc-CLP- GEN-TR-02	Rev 0	Pagina 47 di 64
---	-------------------------------------	-------	--------------------

## 9.1 Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali

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

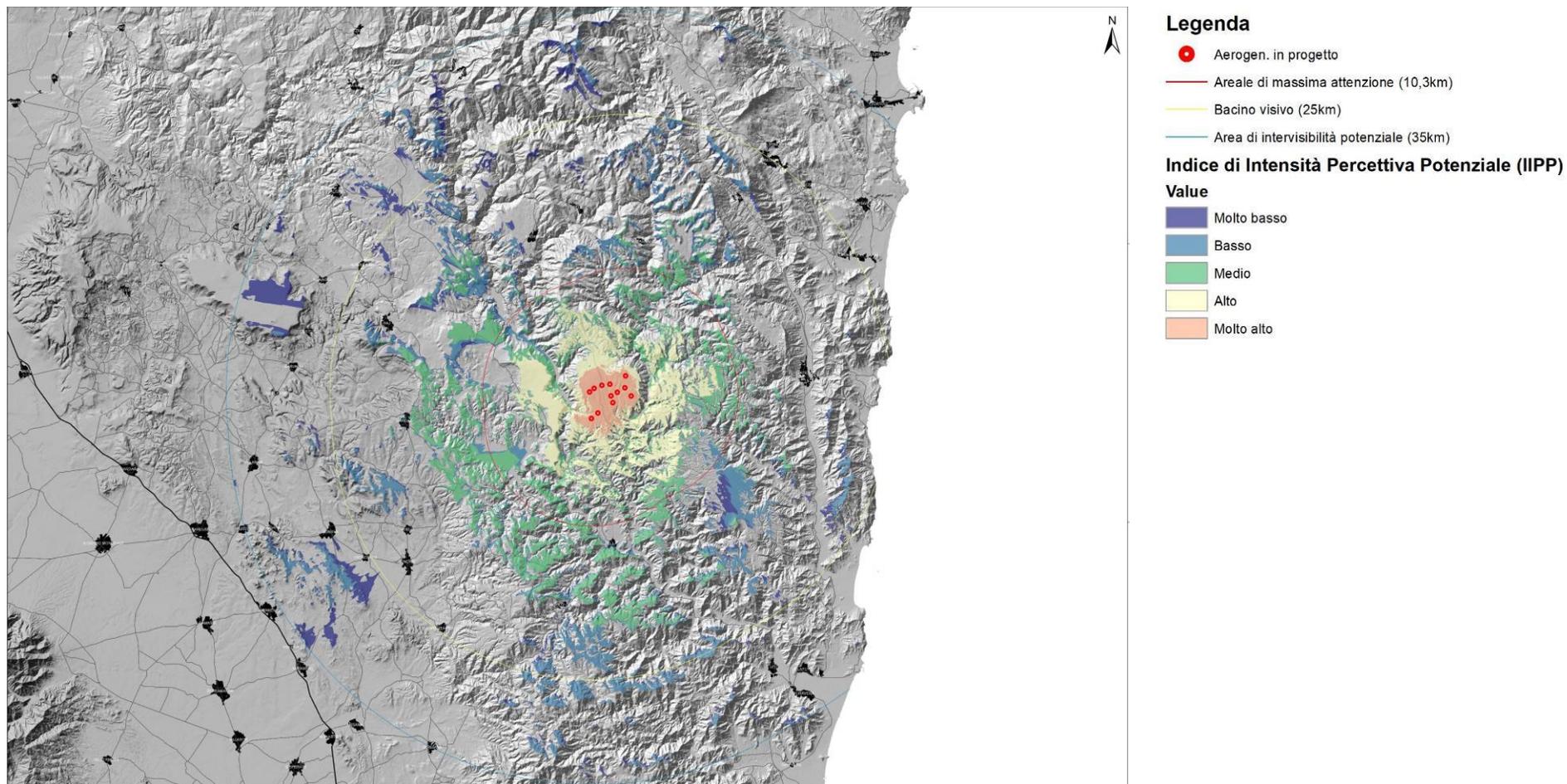
Sotto il profilo operativo, la stima delle modificazioni al quadro percettivo nell'ambito dell'allegata Relazione paesaggistica è stata condotta attraverso l'elaborazione di mappe di intervisibilità teorica e con l'ausilio di un opportuno indicatore che stima, in ogni punto dell'area di studio, l'effetto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

Ragionando in funzione delle condizioni di visibilità dell'opera in progetto, tali peculiarità geomorfologiche si traducono in un bacino visivo che si manifesta con continuità con contesti di visibilità teorica comunque limitati, oltre al sito di progetto, nei rilievi tabulari del Taccu Piccinu in prossimità del centro urbano di Orroli (a circa 5km di distanza), mentre il fenomeno percettivo risulta "polverizzato" in numerose ridotte aree di visibilità nel resto del bacino visivo (IT-VesEsc-CLP-PAE-DW-07 Mappa di intervisibilità teorica - Bacino visivo e area di massima attenzione).

Analizzando i valori dell'indice IIPP, (Carta dell'Indice di Intensità Percettiva Potenziale (IIPP)) la porzione di territorio in cui l'indice presenta i valori maggiori è strettamente limitata al contesto geografico di installazione degli aerogeneratori, entro un'area di forma simmetrica che si estende dal centro teorico dell'impianto posizionato tra i due cluster, ad una distanza massima di circa 4 km da esso.

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

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



**Figura 9.3 – Carta dell'indice di intensità percettiva potenziale (IIPP)**

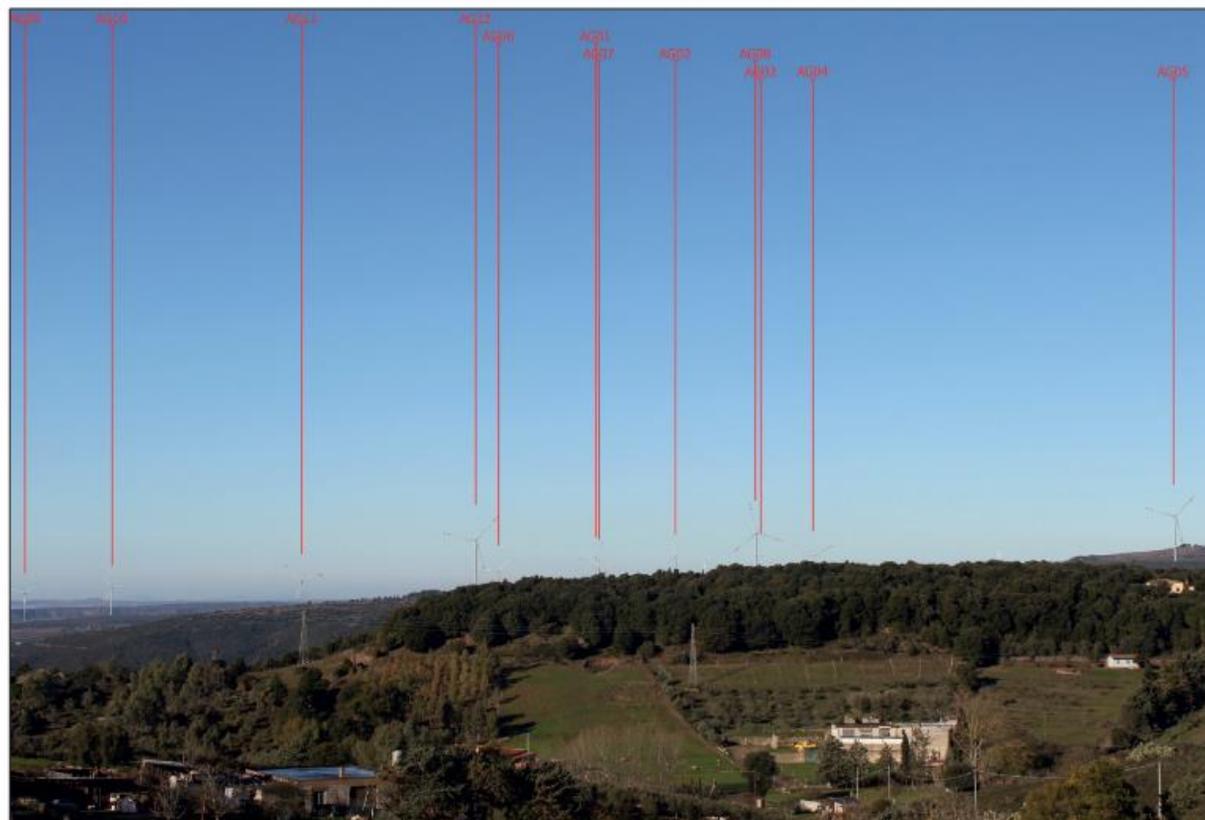
## ID Punto: PFO6 Perdasdefogu

COORDINATE GAUSS- BOAGA: 1537500 - 4392213  
 DISTANZA DALL'AEROGENERATORE: 4,6 km  
 AMPIEZZA FOCALE: 50 mm

### Riferimenti dei punti di presa



### STATO DI PROGETTO



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

**Figura 9.4 – Fotosimulazione di impatto estetico percettivo da Perdasdefogu**

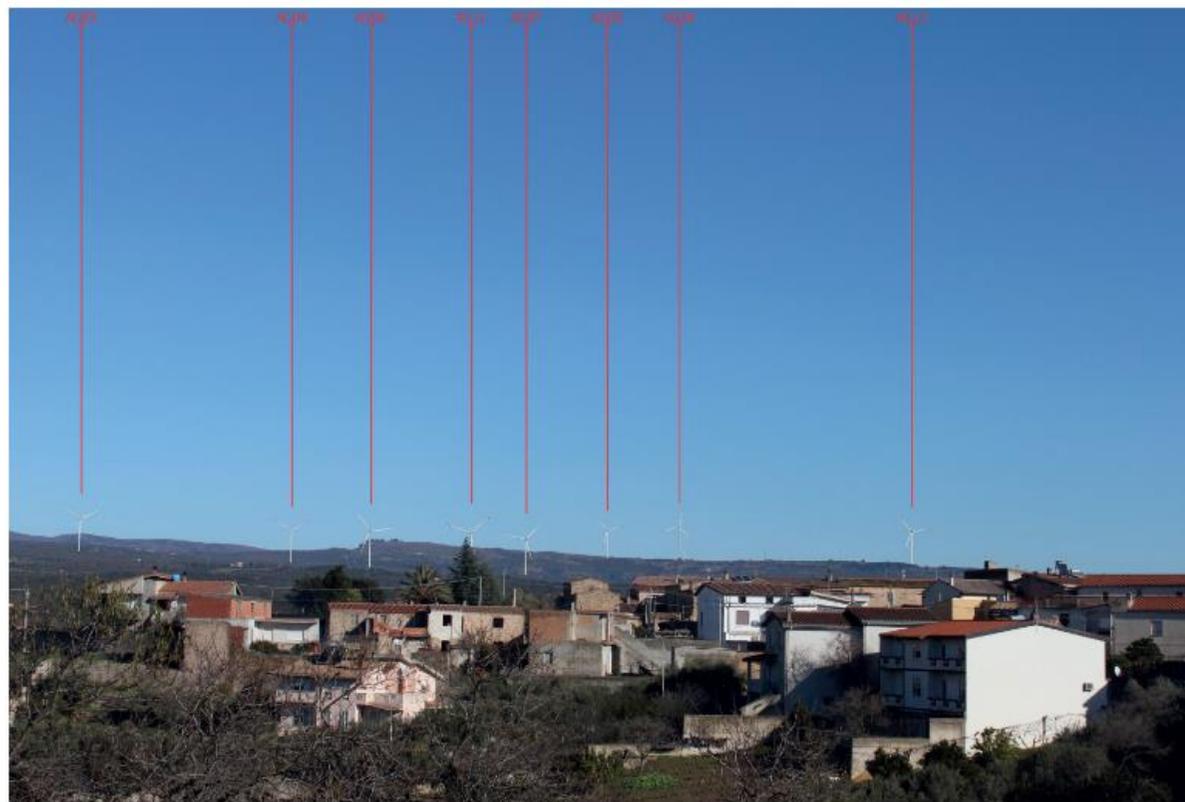
## ID Punto: PFO3 Escalaplano

COORDINATE GAUSS- BOAGA: 1529906 - 4386013  
 DISTANZA DALL'AEROGENERATORE: 3,9 km  
 AMPIEZZA FOCALE: 50 mm

### Riferimenti dei punti di presa



### STATO DI PROGETTO



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

**Figura 9.5 - Fotosimulazione di impatto estetico percettivo dal centro urbano di Escalaplano**

## ID Punto: PFO1 Inseediamento romano Corte Lucetta

COORDINATE GAUSS- BOAGA: 1529167 - 4396429  
 DISTANZA DALL'AEROGENERATORE: 3,6 km  
 AMPIEZZA FOCALE: 50 mm

### Riferimenti dei punti di presa



### STATO DI PROGETTO



CRITERIO SCELTA PUNTO FOTOGRAFICO	Beni con dichiarazione di pubblico interesse e condizioni di chiara visibilità
Ambito di visuale di appartenenza	
Tipologia interferenza riscontrata	
Degrado percettivo	
Decannotazione	
Intrusione	
Ostruzione	
Presenza di sfondo	X
Nessun effetto apprezzabile	

**Figura 9.6 - Fotosimulazione di impatto estetico percettivo da “Inseediamento romano Corte Lucetta”**

## ID Punto: PF17 Domus de Orgia

COORDINATE GAUSS- BOAGA: 1528074 - 4399918  
 DISTANZA DALL'AEROGENERATORE: 7,2 km  
 AMPIEZZA FOCALE: 50 mm

### Riferimenti dei punti di presa



CRITERIO SCELTA PUNTO FOTOGRAFICO	Item con dichiarazione di pubblico interesse e condizioni di chiara visibilità
Ambito di visuale di appartenenza	
Tipologia interferenza riscontrata	
Degrado percettivo	
Decontestualizzazione	
Intrusione	
ostruzione	
Presenza di sfondo	X
Nessun effetto apprezzabile	

### STATO DI PROGETTO



**Figura 9.7 - Fotosimulazione di impatto estetico percettivo da “Domus de Orgia”**

## 9.2 Agenti fisici

### 9.2.1 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 all'interno della 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 IT-VesEsc-CLP-ACU-TR-01) e della valutazione dei campi elettromagnetici dei cavidotti di collegamento alla stazione di utenza.

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.

### 9.2.2 Emissione rumore

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

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

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

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

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

Ai fini dello studio previsionale sono stati individuati, entro una distanza di 1.000 m dagli aerogeneratori in progetto, i seguenti ricettori rappresentativi:

- gli edifici F19 e F49, catastalmente classificati come A4 (Abitazioni di tipo popolare) e A3 (Abitazioni di tipo economico) rispettivamente, assumendo prudenzialmente la presenza continuativa di persone in periodo diurno e notturno;
- Un fabbricato non appartenente alla categoria catastale "A" (F26 - non presente al catasto fabbricati) che, in ragione della tipologia costruttiva e per informazioni acquisite sul territorio, è stato prudenzialmente assimilato ad ambiente abitativo.

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

- Non prefigura un superamento né dei limiti di emissione né di quelli di immissione della Classe acustica III, in cui ricadono i fabbricati considerati;
- non determina il superamento della soglia per l'applicabilità del criterio differenziale ai termini dell'art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97.

Al fine di verificare l'attendibilità delle stime ed ipotesi di calcolo più sopra illustrate, in fase di esercizio dell'impianto si dovrà comunque procedere all'esecuzione di verifiche strumentali da condursi in accordo con le procedure previste dalla legislazione vigente e dalle norme tecniche applicabili. Laddove, in sede di monitoraggio *post-operam*, si dovesse riscontrare un sensibile scostamento tra i valori di rumore stimati e quelli misurati, tale da non assicurare il rispetto dei limiti di legge, potranno comunque prevedersi efficaci misure mitigative. Tali accorgimenti possono individuarsi prioritariamente nella messa in atto di interventi di isolamento acustico passivo dell'edificio o, laddove tali misure risultassero insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli aerogeneratori maggiormente impattanti, in concomitanza con determinate condizioni di velocità e provenienza del vento.

### 9.2.3 Campi elettromagnetici

#### 9.2.3.1 Premessa

Gli impianti eolici, essendo caratterizzati dall'esercizio di elementi per la produzione ed il trasporto di energia elettrica, determinano l'emissione di campi elettromagnetici.

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

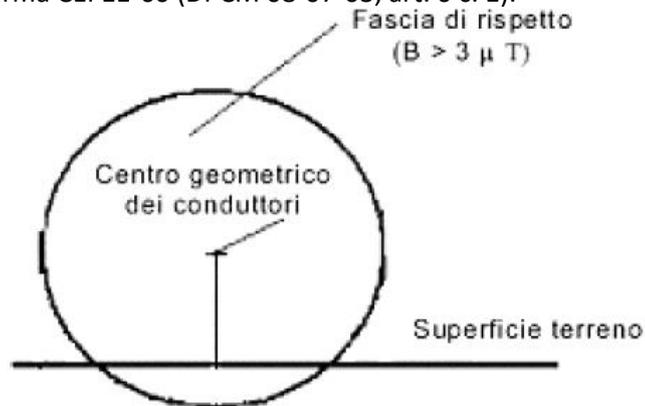
- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 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  $3 \mu\text{T}$  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 9.8) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica  $\geq$  all'obiettivo di qualità ( $3 \mu\text{T}$ ), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).



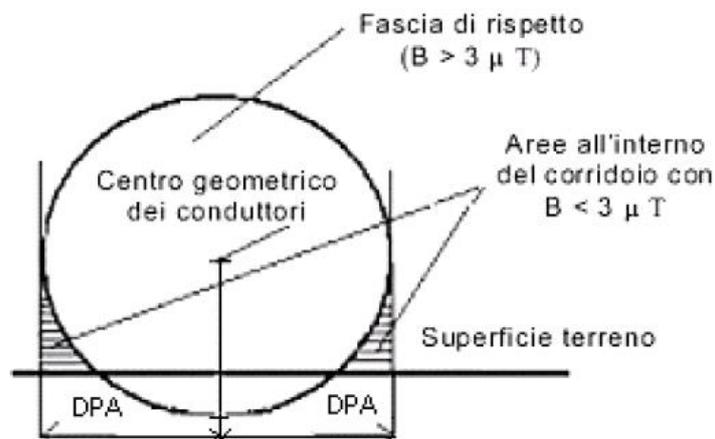
**Figura 9.8 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto**

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliera.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ( $B = 3 \mu\text{T}$ );
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17)

**Distanza di prima approssimazione (DPA):** Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 4.12). Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia).



**Figura 9.9 - Calcolo della DPA per un elettrodotto**

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

**Elettrodotta:** insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

**Linea:** collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;

**Tronco:** collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);

**Tratta:** porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;

**Impianto:** officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 3.2, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee in corrente continua);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

#### 9.2.3.2 Campi magnetici

Rimandando all'elaborato *IT-VeEsca-CLP-EW-CD-TR-004 - Relazione campi elettromagnetici* per ogni informazione più approfondita, si evidenzia che all'interno della distanza di prima approssimazione (Dpa) non ricadono edifici o luoghi con permanenza di persone superiore alle 4 ore. Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica, le opere progettate sono conformi alla normativa vigente.

#### 9.2.3.3 Ombreggiamento intermittente

Ai fini dei calcoli di esposizione all'ombra intermittente - avuto riguardo dei criteri enunciati dalla DGR 59/90 del 2020 - sono stati individuati come ricettori n. 3 fabbricati, ubicati entro una distanza di 1000 m dalle postazioni eoliche in progetto.

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 sempre risultata al disotto del valore guida di 30 h/anno (fabbricati F26 e F49) o di poco superiore (F19).

In riferimento a fabbricato potenzialmente più esposto al fenomeno (F19), contraddistinto da un'incidenza di circa 38 h/anno di SF, le verifiche condotte in sito hanno evidenziato come le porzioni dello stabile esposte all'ombreggiamento ad opera degli aerogeneratori in progetto non siano destinate a funzioni residenziali, trattandosi di locali di supporto alle pratiche agricole.

In ragione di quanto precede, avuto riguardo della conservatività delle stime, del modesto superamento della soglia guida e della saltuaria presenza di persone nei locali, 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 più esposto.

### 9.3 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 fronte di un totale complessivo di materiale scavato in posto stimato in circa 142.488 m<sup>3</sup>, ferma restando l'esigenza di procedere agli indispensabili accertamenti analitici sulla qualità dei terreni e delle rocce, si prevede un recupero significativo per le finalità costruttive del cantiere (51 % circa), da attuarsi in accordo con i seguenti criteri generali. Per tali materiali, trattandosi di un riutilizzo allo stato naturale nel sito in cui è avvenuta l'escavazione (i.e. il cantiere), ricorrono le condizioni per l'esclusione diretta dal regime di gestione dei rifiuti, in accordo con le previsioni dell'art. 185 c. 1 lett. c del TUA:

- **riutilizzo in sito dei materiali litoidi e sciolti**, allo stato naturale per le operazioni di rinterro delle fondazioni, formazione di rilevati stradali, costruzione della soprastruttura delle piazzole di macchina e delle strade di servizio del parco eolico (in adeguamento e di nuova realizzazione);
- **riutilizzo integrale in sito del suolo vegetale** nell'ambito delle operazioni di recupero ambientale;
- **riutilizzo in sito del terreno escavato nell'ambito della realizzazione dei cavidotti** con percentuale di recupero del 70% circa.;
- **gestione delle terre e rocce da scavo in esubero rispetto alle esigenze del cantiere in regime di rifiuto**, da destinarsi ad operazioni di recupero o smaltimento.

Come specificato in precedenza, il materiale in esubero e non riutilizzato in sito è al momento stimato in circa 69.316 m<sup>3</sup>.

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

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 16 ettari, a conclusione delle attività di costruzione si stima un'occupazione effettiva di superficie più contenuta (indicativamente 8 ettari), scarsamente significativa rispetto alla superficie energeticamente produttiva, individuata come involucro delle postazioni degli aerogeneratori (pari a 670 ettari circa).

Nell'ambito della fase di esercizio, viceversa, l'operatività delle turbine in progetto sarà in grado di assicurare un risparmio annuo di fonti fossili quantificabile in circa 32.113,32 TEP (tonnellate equivalenti di petrolio/anno, assumendo una producibilità dell'impianto pari a 171.729 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 9.5 – Effetti dell’esercizio degli aerogeneratori in progetto in termini di consumi evitati di risorse non rinnovabili e produzione di residui di centrali termoelettriche**

Indicatore	g/kWh <sup>4</sup>	Valore	Unità
Carbone	508	87.161	t/anno
Olio combustibile	256,7	44.089	t/anno
Cenere da carbone	48	8.243	t/anno
Cenere da olio combustibile	0,3	52	t/anno
Acqua industriale	0,392	67.318	m <sup>3</sup> /anno

---

<sup>4</sup> Rapporto Ambientale Enel 2007

## 10 BIBLIOGRAFIA

- AGRIS, LAORE, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI CAGLIARI, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI SASSARI, 2014. "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto".
- ALLIONI C. (1759). Fasciculus stirpium Sardiniae in Diocesi Calori lectarum a M. A. Plaza, chirurgo taurinensis, quos in usum botanicorum recenset. C. A. Mise. Phil.-math. Soc. Priv. Taurinensis, 1:88-103.
- 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.
- ARRIGONI P.V. (1979). Le genre «Santolina» L. en Italie. *Webbia*, 34(1):257-264.
- ARRIGONI P. V, CAMARDA I., CORRIAS B., DIANA CORRIAS S., NARDI E., RAFFAELLI M., VALSECCHI F. (1976-1991). Le piante endemiche della Sardegna. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 16-28.
- ARRIGONI P.V. (2006-2015). *Flora dell'Isola di Sardegna*. Vol. I-VI. Carlo Delfino Editore.
- ARU A., BALDACCINI P., MELIS R. T., CAMARDA L, BALLERO M., BOCCHIERI E., DE MARTIS B. (1981). Ricerche pedologiche, floristiche e fenologiche sui pascoli del bacino del Rio S'Acqua Callenti (Villasalto, Sardegna sud-orientale). *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 21:199-283.
- ARRIGONI P.V: (1983). Aspetti corologici della flora sarda. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia*.s. 8: 83-109.
- ARU A., BALDACCINI P., DELOGU G., DESSENA M.A., MADRAU S., MELIS R.T., VACCA A., VACCA S. (1991). *Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:25000*. Base Topografica: elaborazione originale elaborata dalla S.EL.CA. - Firenze.
- ARU A., BALDACCINI P., VACCA A., 1991. Carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250:000.
- 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.
- ATZEI A.D., CAMARDA I. (1984). *Linaria arcusangeli* Atzei et Camarda species nova de l'ile de Sardaigne. *Webbia*, 38:591-599.
- BACCHETTA G., GUARINO R., BRULLO S., GIUSSO DEL GALDO G. (2005). Indagine fitosociologica sulle praterie a *Brachypodium retusum* della Sardegna. *Parlatorea*, 7:27-38.
- BACCHETTA G., IIRITI G., MOSSA L. (2005). La flora endemica del Sarrabus-Gerrei: un patrimonio da tutelare e gestire. Analisi e sistemi di gestione del territorio (Sarrabus-Gerrei). Sinnai, 30-31-01-2004. Atti del Seminario di Studi.
- BACCHETTA G., IIRITI G., SERRA G. (2007). Piano Forestale Ambientale Regionale: Basso Flumendosa. Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato della Difesa dell'Ambiente.
- BACCHETTA G., BAGELLA S., BIONDI E., FARRIS E., FILIGHEDDU R., MOSSA L. (2009). Vegetazione forestale e serie di vegetazione della Sardegna (con rappresentazione cartografica alla scala 1:350.000). *Fitosociologia*, 46 (1), suppl. 1.
- BAGELLA S., FILIGHEDDU R., PERUZZI L., BEDINI G. (eds). *Wikipantbase #Sardegna*. <http://bot.biologia.unipi.it/wpb/sardegna/index.html>. Ultima consultazione: 11-12-2022.
- BALLERO M. (1988a). La flora di Capo Ferrato (Sardegna sud orientale). *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 26:187-207.
- BALLERO M. (1988b). La flora presente lungo i corsi d'acqua del bacino idrografico del Rio Cannas (Sardegna sud-orientale). *Webbia*, 42(2):269-284.
- BARBEY W. (1884). *Florae Sardoae Compendium*. Georges Bridel Editeur, Lousanne.
- BARTOLUCCI F., PERUZZI L., GALASSO G., ALBANO A., ALESSANDRINI A., ARDENGHI N.M.G., ASTUTI G., BACCHETTA G., BALLELLI S., BANFI E., BARBERIS G., BERNARDO L., BOUVET D., BOVIO M., CECCHI L., DI PIETRO R., DOMINA G., FASCETTI S., FENU G., FESTI F., FOGGI B., GALLO L., GOTTSCHLICH G., GUBELLINI L., IAMONICO D., IBERITE M., JIMÉNEZ-MEJÍAS P., LATTANZI E., MARCHETTI D., MARTINETTO E., MASIN R.R., MEDAGLI P., PASSALACQUA N.G., PECCENINI S., PENNESI R., PIERINI B., POLDINI L., PROSSER F., RAIMONDO F.M., ROMA-MARZIO F., ROSATI L., SANTANGELO A., SCOPPOLA A., SCORTEGAGNA S., SELVAGGI A., SELVI F., SOLDANO A., STINCA A., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., CONTI F. (2018). An updated checklist of the vascular flora native to Italy. *Plant Biosystems*, 152(2): 179–303.
- Barral I., 1986. Introduzione all'analisi multivariata. Edagricole, Bologna.
- Bennun, L., van Bochove, J., Ng, C., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N., Carbone, G. (2021). Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development. Guidelines for project developers. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: The Biodiversity Consultancy.

- BIONDI E., VAGGE I., FOGU M. C., MOSSA L. (1995). La vegetazione del letto ciottoloso dei fiumi della Sardegna meridionale (Italia). *Colloques phytosociologiques*, 24:813-825.
- BIONDI E., BLASI C., BURRASCANO S., CASAVECCHIA S., COPIZ R., DEL VICO E., GALDENZI D., GIGANTE D., LASEN C., SPAMPINATO G., VENANZONI R., ZIVKOVIC L. (2010). Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE.
- Bispo R., et al., 2017 – Wind Energy and Wildlife Impacts. Springer ed.
- Boitani L., Faluccci A., Maiorano L. & Montemaggiori A., 2002. Rete Ecologica Nazionale – Il ruolo delle Aree Protette nella conservazione dei Vertebrati. Ministero dell’Ambiente, Università di Roma “La Sapienza”.
- BLASI C., MARIIGNANI M., COPIZ R., FIPALDINI M., DEL VICO E. (eds.) (2010). Le Aree Importanti per le Piante nelle Regioni d’Italia: il presente e il futuro della conservazione del nostro patrimonio botanico. Progetto Artiser, Roma. 224 pp.
- BOCCHIERI E. (1989). The flora of Serpentara island (Southern Sardinia): phytogeographic relevance and conservational requirements. *Colloques phytosociologiques*, 19:233-25.
- BOCCHIERI E., IIRITI G. (2007). L’esplorazione botanica nei territori del Sarrabus-Gerrei (Sardegna sud-orientale). *Rendiconti Seminario Facoltà Scienze Università Cagliari*, 77(1-2):85-99.
- BRADY N.C., WIEL R.R., 2002. “The nature and properties of soils”.
- Brigaglia M. & Tola S. (a cura di), 2009. Dizionario Storico-Geografico dei comuni della Sardegna S-Z. Carlo Delfino Editore.
- BRULLO S., BRULLO C., SCIANRELLO S., TAVILLA G., CAMBRIA S., TOMASELLI V., ILARDI V., GIUSSO DEL GALDO G., MINISSALE P. (2022). The Plant Communities of Isoëto-Nanojuncetea in Sicily. *Plants (Basel)*, 11(9):1214.
- Burel F. & Baudry J., 2003. Landscape ecology: concepts, methods, and applications, Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA.
- BURROUGH P.A., 1983 “Multiscale sources of spatial variability in soil”.
- CAMARDA I. (1981). Flora e vegetazione di Capo Carbonara (Sardegna meridionale). Congresso sociale 1980. *Giorn. Bot. Ital.*, 115:140-14.
- 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 (Taylor and Francis eds.), Volume 11, Issue 5, pages 711-718.
- Cau G., Cocco D., 2002. L’impatto Ambientale dei Sistemi Energetici. SGE Editoriale.
- CARMIGNANI L., OGGIANO G., FUNEDDA A., CONTI P. PASCIS S., BARCA S. (2008). *Carta geologica della Sardegna in scala 1:250.000*. Litogr. Art. Cartog. S.r.l., Firenze.
- CARMIGNANI L., OGGIANO G., FUNEDDA A., CONTI P. PASCIS S., BARCA S., 2008. “Carta geologica della Sardegna in scala 1:250.000. Litogr. Art. Cartog. S.r.l., Firenze.
- CAVARA F. (1901). La vegetazione della Sardegna Meridionale. *N. Giorn. Bot. (Nuova serie)*, 8(3):1-55.
- CEE (1997). *Regolamento (CE) N. 338/97 del Consiglio del 9 dicembre 1996 relativo alla protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio*. GU L 61 del 3.3.1997, pag. 1.
- CEE (2001). *Regolamento n. 1808/2001 della Commissione del 30 agosto 2001 recante modalità d’applicazione del regolamento (CEE) n. 338/97 del Consiglio relativo alla protezione delle specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio*. Gazz. Uff. Comunità Eur. L. 250, 19.9.2001.
- 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)”.
- CITES (1973). *Convention on International trade in endangered species of wild fauna and flora*.
- COLOMO L. (1893). Gita inaugurale del 16 aprile al Monte dei Sette Fratelli. *Boll. Club Alp. Sard.*, 9-25.
- COMMISSIONE EUROPEA, 2012. “Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l’impermeabilizzazione del suolo”.
- Commissione Europea, Wind Energy – The Facts. EWEA Report, 2004.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F. (1992). *Libro rosso delle piante d’Italia*. 537 pp. Ministero dell’Ambiente, Ass. Ital. per il WWF, S.B.I., Poligrafica Editrice, Roma.

- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F. (1997). *Liste rosse regionali delle piante d'Italia*. 139 pp. WWF Italia, Società Botanica Italiana, TIPAR Poligrafica Editrice, Camerino.
- CONTI F., ALESSANDRINI A., BACCHETTA G., BANFI E., BARBERIS G., BARTOLUCCI F., BERNARDO L., BONACQUISTI S., BOUVET D., BOVIO M., BRUSA G., DEL GUACCHIO E., FOGGI B., FRATTINI S., GALASSO G., GALLO L., GANGALE C., GOTTSCHLICH G., GRÜNANGER P., GUBELLINI L., IIRITI G., LUCARINI D., MARCHETTI D., MORALDO B., PERUZZI L., POLDINI L., PROSSER F., RAFFAELLI M., SANTANGELO A., SCASSELLATI E., SCORTEGAGNA S., SELVI F., SOLDANO A., TINTI D., UBALDI D., UZUNOV D., VIDALI M. (2006). Integrazioni alla Checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina*, 10:5-74.
- COSTANTINI, E.A.C., 2006. La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification)".
- COUTO E.G. STEIN A., KLAMT E., 1997. "Large area spatial variability of soil chemical properties in central Brazil".
- 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](http://www.pianosardegna.it).
- DOKUCHAEV, 1885 "Russian Chernozems".
- 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, 2003. Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR 28.
- European Commission, 2010. Wind energy developments and Natura 2000.
- European Commission, 2020. Documento di orientamento sugli impianti eolici e sulla normativa dell'UE in materia ambientale.
- Fadda A. F., 1990. L'evoluzione del Paesaggio in Sardegna. Ed. COEDISAR.
- FENU G., FOIS M., CAÑADAS E., BACCHETTA G. (2014). Using endemic-plant distribution, geology and geomorphology in biogeography: the case of Sardinia (Mediterranean Basin). *Systematic and Biodiversity*, 12(2):181-193.
- 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.
- GENNARI P. (1886). *Specie e varietà più rimarchevoli e nuove da aggiungere alla flora sarda*. Tip. Corriere di Sardegna, Cagliari, 32 p.
- GIOTTA C., PICCITTO M. (2022). Nuovi dati distributivi di *Spiranthes aestivalis* (Poiret) L.C.M. Rich. in Sardegna. *J. Eur. Orch.*, 54(1-2).
- Grussu M., 2001. Checklist of the birds of Sardinia updated to december 2001. *Aves Ichnusae* volume 4 (I-II).
- Gustin, M., Nardelli, R., Bricchetti, P., Battistoni, A., Rondinini, C., Teofili, C., 2019. Lista Rossa IUCN degli uccelli nidificanti in Italia 2019 Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- 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.

- IIRITI G. (2006). *Flora e paesaggio vegetale del Sarrabus-Gerrei (Sardegna sud-orientale)*. Dottorato di ricerca in botanica ambientale ed applicata (XIX ciclo). Settore Scientifico Disciplinare BIO/03. Cagliari, novembre 2006. 881 p.
- Ingegnoli V., 1997. *Esercizi di ecologia del paesaggio*. Città studi edizioni.
- ISPRA: CAMARDA I., CARTA L., LAURETI L., ANGELINI P., BRUNU A., BRUNDU G, 2011. “Carta della Natura della Regione Sardegna: Carta degli habitat alla scala 1:50.000”.
- ISPRA SERVIZIO GEOLOGICO D’ITALIA. CARMIGNANI L., CONTI P., BARCA S., CERBAI N., et al “Note illustrative della carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 foglio 549, Muravera”.
- Istituto Enciclopedico Italiano, Comuni d’Italia “Sardegna”, ed. 2003.
- IUCN (2004). *IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/> (ultima consultazione: 04-08-2022).
- Jaeger J. A., 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 15, 115-130.
- JENNY H., 1941. “Factors of Soil Formation”.
- 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.
- Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW) (2014): Recommendations for distances of wind turbines to important area for birds as well as breeding sites of selected bird species. *Ber. Vogelschutz* 51: 15–42.
- Llobera M., 2003. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science*, 17(1), 25-48.
- LOVISATO D. (1893). Gita al Serpeddì del 13-14 maggio 1893. *Boll. Club Alp. Sard.* 1-25.
- MARCHIONI ORTU A. (1993). La flora dei bacini montani del Riu Mannu e del Flumini Cerau elemento per la valutazione ecologica dell'ambiente. *Atti Convegno sull'Ecologia della Regione Euganea*. pp. 327-364.
- MARTELLI U. (1896). *Monocotyledones Sardoae*. Tipografia Luigi Nicolai, Firenze.
- May R, Nygård T, Falkdalen U, Åström J, Hamre Ø, Stokke BG. Paint it black: Efficacy of increased wind-turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecol Evol*. 2020;10:8927–8935.
- Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio Direzione Conservazione Natura, Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (ISPRA); Spagnesi M., Serra L., 2003, “Uccelli d’Italia”.
- 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.
- MORIS G.G. (1827). *Stirpium Sardoarum Elenchus*. Ex Regio Typographeo, Carali.
- MORIS G.G. (1837-1859). *Flora Sardoae*. Voi. 1-3. Ex Regio Typographeo, Taurini.
- MOSSA L., TAMPONI G. (1978). La flora e la vegetazione dell'Isola dei Cavoli (Sardegna sud orientale). *Rend. Sem. della Facoltà di Sci. Nat. Univ. Cagliari*, 48(3-4):433-463.
- MOSSA L., FOGU M.C. (1987). La vegetazione dell'Isola dei Cavoli. *Ann. Bot. (Roma)*, 45(5):133-144.
- MOSSA L., CURRELI F., FOGU M.C. (2000). La vegetazione degli habitat terrestri della riserva marina protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale). *Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari*, 70:163-185.
- Mura G. & Sanna A., 1998. *I Paesi*. CUEC Ed.
- NARDI E. (1984). The genus «*Aristolochia* L.» (Aristolochiaceae) in Italy. *Webbia*, 38:221-300.
- Naveh Z. & Lieberman A. S., 1984. *Landscape ecology, theory and application*. Springer-Verlag, New York, USA.
- ORSENIGO S., FENU G., GARGANO D., MONTAGNANI C., ABELI T., ALESSANDRINI A., BACCHETTA G., BARTOLUCCI F., CARTA A., CASTELLO M., COGONI D., CONTI F., DOMINA G., FOGGI B., GENNAI M., GIGANTE D., IBERITE M., PERUZZI L., PINNA M. S., PROSSER F., SANTANGELO A., SELVAGGI ALBERTO, STINCA ADRIANO, VILLANI M., WAGENSOMMER R. P., TARTAGLINI N., DUPRÈ E., BLASI C., ROSSI G. (2021). Red list of threatened vascular plants in Italy, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*.
- 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.
- PHILLIPS J.D., 2000 “Divergent evolution and the spatial structure of soil landscape variability”
- PIGNATTI S. (1982). *Flora D'Italia*, 1-3. Edagricole, Bologna.

PIGNATTI S., GUARINO R., LA ROSA M. (2017-2019). *Flora d'Italia, 2a edizione*. Edagricole di New Business Media, Bologna.

PODDA L., LAZZERI V., MASCIA F., MAYORAL O., BACCHETTA G. (2012). The Check-list of Sardinian Alien Flora: an update. *Not. Bot. HortiAgrobo.*, 40(2):14-21.

#### Piano di Fabbricazione Escalaplano

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.

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 Sardegna – Assessorato Difesa Ambiente, 2010. Carta delle vocazioni faunistiche della Sardegna. 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.

Roscioni F., Spada M. (a cura di), 2014. *Linee guida per la valutazione dell'impatto degli impianti eolici sui chiroterri*. Gruppo Italiano Ricerca Chiroterri. Società Herpetologica Italica, Ed. Polistampa.

ROSSI W. (2002). *Orchidee d'Italia. Quad. Cons. Natura*. 15. Bologna, Min. Ambiente, Ist. Naz. Fauna Selvatica.

ROSSI G., MONTAGNANI C., GARGANO D., PERUZZI L., ABELI T., RAVERA S., COGONI A., FENU G., MAGRINI S., GENNAI M., FOGGI B., WAGENSOMMER R.P., VENTURELLA G., BLASI C., RAIMONDO F.M., ORSENIGO S. (eds.) (2013). *Lista Rossa della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate*. Comitato Italiano IUCN, Ministero Ambiente e Tutela Territorio e Mare. Roma.

ROSSI G., ORSENIGO S., GARGANO D., MONTAGNANI C., PERUZZI L., FENU G., ABELI T., ALESSANDRINI A., ASTUTI G., BACCHETTA G., BARTOLUCCI F., BERNARDO L., BOVIO M., BRULLO S., CARTA A., CASTELLO M., COGONI D., CONTI F., DOMINA G., FOGGI B., GENNAI M., GIGANTE D., IBERITE M., LASEN C., MAGRINI S., NICOLELLA G., PINNA M.S., POGGIO L., PROSSER F., SANTANGELO A., SELVAGGI A., STINCA A., TARTAGLINI N., TROIA A., VILLANI M.C., WAGENSOMMER R.P., WILHALM T., BLASI C., (2020). *Lista Rossa della Flora Italiana. 2 Endemiti e altre specie minacciate*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

SALDANA A., STEIN A., ZINCK J.A., 1998. "Spatial variability of soil properties at different scales within three terraces of the Henares River (Spain)"

SARDARA M., LAI M. (1975). Prime notizie sui pascoli del Gerrei. *Boll. Soc. Sarda Sci Nat.*, 15:89-11.

SIERRA J., 1996. "N mineralization and its error of estimation under field conditions related to the light fraction of soil organic matter"

Sindaco R., Doria G., Mazzetti E. & Bernini F., 2006. *Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia*. Società Herpetologica Italica, Ed. Polistampa.

Sito web Global Wind Energy Council, [www.gwec.net](http://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](http://www.sardegna-statistiche.it)

Sito web Gestore Servizi Elettrici – GSE, [www.gsel.it](http://www.gsel.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.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993 "Soil Survey Manual. USDA-NRCS. U.S. Gov. Print Office Washington

TERRACCIANO A. (1914a). La Flora Sardoia di M. A. Plaza da Villa/ranca redatta coi suoi manoscritti. *Memoria Reale Acc. Se. Torino*, 64(15):1-54.

TERRACCIANO A. (1914b). La Flora Sardoia di M. A. Plaza da Villafranca redatta coi suoi manoscritti. *Memoria Reale Acc. Se. Torino*, 65(13):1-53.

<p>ESCALA Wind Srl</p>  <p>CONSULENZA E PROGETTI</p>	<p>N° Doc. IT-VesEsc-CLP- GEN-TR-02</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 64 di 64</p>
---	---	--------------	----------------------------

- TERRACCIANO A. (1930). La Flora Sardoia di M. A. Plaza da Villafranca redatta coi suoi manoscritti. *Memoria Reale Acc. Se. Torino*, 67:1-78.
- 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.
- Thaxter CB et. Al. 2017 – Bird and bat species global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment.
- Università degli Studi di Cagliari – Dipartimento di Biologia ed Ecologia Animale, 2007. Progetto di censimento della Fauna Vertebrata eteroterma, per la redazione di un ATLANTE delle specie di Anfibi e Rettili presenti in Sardegna.
- Valentini, 2006. S. Atti del Convegno “L’Italia a energie rinnovabili: l’energia eolica possibile” – Viareggio (LU), 12 Dicembre 2006. Assessorato Ambiente Regione Toscana
- VALSECCHI F. (1979). Observation sur quelques espèces du genre *Scrophularia* L. en Sardaigne. *Webbia*, 34(1):265-288.
- VIANELLO G,1990. Cartografia pedologica nella pianificazione e gestione del territorio”
- WARRICK A.W, NIELSEN D.R. 1980. “Spatial variability of soil physical properties in the field”
- Wiens J. A., Crawford C. S. & Gosz J. R., 1985. Boundary dynamics-a conceptual framework for studying landscape ecosystems. *Oiko*, 45, 421-427.
1937. “Selection of efficient methods for soil sampling”
- Zamberlan S., Calamità “naturali” e cambiamento climatico. [www.economiaeambiente.it](http://www.economiaeambiente.it).
- Zanchini E., 2002. Paesaggi del vento. Ed. Meltemi.