

Escala Wind S.r.l.

# Parco Eolico Escala sito nel Comune di Escalaplano

Studio di Impatto Ambientale

[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:

**Relazione geologica-geotecnica**

N° Documento:

**IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01**

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**



*Maria Francesca Lobina*

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

## Sommario

<b>1. Generalità.....</b>	<b>4</b>
1.1. Premessa .....	4
1.2. Normativa di riferimento e relative prescrizioni .....	4
1.3. Descrizione sommaria degli interventi in progetto.....	5
1.4. Inquadramento topografico e territoriale.....	7
<b>2. Modello geologico.....</b>	<b>9</b>
2.1. Contesto geologico dell'area vasta.....	9
2.2. Inquadramento geologico di dettaglio .....	13
2.3. Assetto litostratigrafico locale.....	15
<b>3. Stratigrafia dei terreni di fondazione .....</b>	<b>18</b>
3.1. Torri eoliche.....	18
3.2. Cavidotto MT .....	18
3.3. Sottostazione elettrica di utenza.....	18
<b>4. Assetto idrogeologico.....</b>	<b>19</b>
<b>5. Assetto morfologico e idrografico .....</b>	<b>20</b>
<b>6. Assetto idrografico .....</b>	<b>22</b>
<b>7. Caratterizzazione sismica.....</b>	<b>22</b>
7.1. Sismicità storica del sito .....	22
7.2. Classificazione sismica .....	26
7.3. Pericolosità sismica.....	26
7.4. Categoria di sottosuolo .....	27
<b>8. Pericolosità geologica.....</b>	<b>28</b>
8.1. Pericolosità sismica.....	28
8.2. Pericolosità idrogeologica .....	28
8.3. Subsidenza .....	28
8.4. Pericolosità da frana .....	28
8.5. Pericolosità idraulica .....	29
<b>9. Modello geotecnico.....</b>	<b>30</b>
9.1. Modello geotecnico preliminare .....	30
9.2. Stima della capacità portante dei terreni di fondazione .....	31
<b>10. Conclusioni .....</b>	<b>33</b>
<b>11. Schede sito.....</b>	<b>34</b>

ESCLALA  Wind CONSULENZA E PROGETTI	Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 4 di 51
---	-----	------------------------------------	-------	-------------------

## 1. Generalità

### 1.1. Premessa

La Escala Wind Srl<sup>(1)</sup> ha in programma la costruzione di un impianto eolico in agro di Escalaplano (Provincia del Sud Sardegna) che sarà costituito da n. 12 aerogeneratori.

In tale ambito, lo scrivente geologo Dott.ssa *MARIA FRANCESCA LOBINA*<sup>(2)</sup> ha proceduto, su mandato della società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. incaricata della progettazione, alla stesura della presente «**Relazione Geologica e Geotecnica**» quale corredo obbligatorio degli elaborati ai fini del conseguimento del titolo autorizzativo.

Gli argomenti sviluppati in questa sede si basano su rilievi diretti nel settore di intervento coadiuvati da dati in possesso degli scriventi, acquisiti in occasione di indagini geognostiche condotte nelle immediate vicinanze per varie iniziative edilizie e da altre informazioni ricavate dalla miscellanea e dalla cartografia geotematica regionale. Sono stati così analizzati, con il dettaglio consentito dalla fase progettuale in essere, gli aspetti geologico-litologici, morfologici ed idrogeologici interagenti con l'intervento in argomento, al fine di individuare eventuali condizioni di pericolosità geologica s.l. (da frana o idraulica) od altre criticità e predisporre il programma di indagini più consono a supportare la successiva progettazione esecutiva in relazione all'assetto geologico s.l. e geotecnico dei luoghi.

Con le analisi attuate in questa sede si ritiene di aver compiutamente analizzato i preliminari aspetti geologico-litologici, morfologici ed idrogeologici interagenti con l'opera in progetto, nonché di aver valutato, con il necessario dettaglio, le condizioni di pericolosità geologico-idraulica in atto e/o potenziali od altre criticità in grado di condizionare negativamente la fattibilità dell'intervento nel suo complesso. Ciò al fine di poter predisporre il programma di indagini più consono ad approfondire e meglio specificare gli aspetti stratigrafici, geotecnici e sismici dei luoghi di intervento, necessari a supportare la successiva fase di progettazione.

### 1.2. Normativa di riferimento e relative prescrizioni

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- **Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019** «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- **D.M. 17.01.2018** «Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009** «Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008»;
- **D.M. 14.01.2008** «Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3316 del 02.10.2003** «Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri»;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003** «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica»;
- **D.M. LL.PP. 16.01.1996** «Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche»;
- **Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996** «Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica»;
- **D.M. LL.PP.11.03.1988** «Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione» e relativa **Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988**;
- **Legge n. 64 del 02.02.1974** «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche», che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il Lavori Pubblici;

<sup>(1)</sup> sede legale: Via Sardegna, 40 – 00187 Roma (RM).

<sup>(2)</sup> Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 – Sezione A.

ESCLALA	Wind	Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 5 di 51
---------	------	-----	------------------------------------	-------	-------------------

- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n.54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n.3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS n.8 dell'11.03.2005 e relative **Norme di Attuazione del P.A.I.** (aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S. n. 35 del febbraio 2018).

### 1.3. Descrizione sommaria degli interventi in progetto

È prevista l'installazione di n. 12 aerogeneratori di ultima generazione ad asse orizzontale (HAWTG, Horizontal axis wind turbine generators) di potenza pari a 6,0 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 72 MW, denominati in ordine crescente da AG\_01 a AG\_12.

Ogni elemento sarà montato su torre tubolari di acciaio che porterà il mozzo del rotore ad un'altezza da terra di 125 m; l'altezza massima dal suolo di ogni macchina sarà pertanto di 206 m.

Per poter disporre di dati del vento attendibili e originali, dopo un apposito studio, un anemometro con altezza di 100 m, adatto al rilevamento delle caratteristiche della ventosità del sito, che ha permesso di elaborare un report preliminare della ventosità composto da un database relativo agli ultimi 12 mesi.

<b>Aerogeneratore</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Quota</b>
AG_01	1 528 883	4 392 340	Z = 605
AG_02	1 529 321	4 392 679	Z = 604
AG_03	1 530 063	4 392 975	Z = 588
AG_04	1 530 839	4 393 081	Z = 576
AG_05	1 532 347	4 393 885	Z = 662
AG_06	1 530 947	4 391 972	Z = 522
AG_07	1 531 560	4 392 311	Z = 530
AG_08	1 532 280	4 392 734	Z = 618
AG_09	1 529 063	4 389 808	Z = 442
AG_10	1 529 685	4 390 338	Z = 467
AG_11	1 531 132	4 391 319	Z = 490
AG_12	1 532 896	4 391 958	Z = 578

Come riportata nella relazione tecnica delle opere civili (IT-VeEsca-CLP-CW-CD-TR-001), la capacità di carico delle strade deve essere di almeno 2 kg/cm<sup>2</sup>, andrà verificata in sede di collaudo attraverso specifiche prove di carico con piastra. Come criterio aggiuntivo le strade dei parchi eolici saranno progettate per sopportare un carico per asse di camion di 12 Tm. Nel caso in cui si preveda di circolare con la gru, il carico per asse sarà aumentato a 22. Il dimensionamento della pavimentazione stradale, in relazione alla tipologia di materiali ed alle caratteristiche prestazionali, potrà essere oggetto di eventuali affinamenti solo a seguito degli opportuni accertamenti di dettaglio da condursi in fase esecutiva.

Lo strato della fondazione stradale, sarà costituito da tout-venant (principalmente da pietrame calcareo onde mantenere le caratteristiche cromatiche della viabilità esistente) dello spessore di cm 40 con pezzatura decrescente dal basso verso l'alto, proveniente dagli scavi, laddove giudicato idoneo dalla D.L., e, dove necessario, da pietrisco e detriti di cava o di frantoio oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere. La finitura superficiale della massiciata sarà realizzata in ghiaietto stabilizzato dello spessore 0,10 cm con funzione di strato di usura.

La stesa e la sagomatura dei materiali premiscelati dovrà avvenire mediante livellatrice o, meglio ancora, mediante vibrofinitrice; ed infine costipamento con macchine idonee da scegliere in relazione alla natura del terreno, in modo da ottenere una densità in sito dello strato trattato non inferiore al 90% o al 95% della densità massima accertata in laboratorio con la prova AASHTO T 180. La soprastruttura in tal modo realizzata permetterà il passaggio oltre che dei mezzi d'opera in fase di costruzione anche il transito dei mezzi per la manutenzione in fase di esercizio e dei mezzi agricoli anche dopo la dismissione del parco. Lateralmente alla carreggiata saranno realizzate delle cunette a sezione trapezoidale. In corrispondenza degli ingressi dalla strada principale (Statale, Provinciale o Comunale), ove non presenti, saranno realizzati dei tombini in cls per garantire lo scorrimento delle acque meteoriche che altrimenti invaderebbero la carreggiata della strada principale.

La viabilità per l'accesso a ogni singola turbina, internamente ai lotti, sarà realizzata mediante l'asportazione del terreno vegetale per una profondità di 50 cm circa, il successivo costipamento del terreno sottostante mediante rullatura e la realizzazione di un cassonetto costituito da uno strato di tout-venant di cava della pezzatura di 40-70 mm dello spessore minimo di 30/40 cm e da uno strato di finitura in sostituzione dello strato di usura costituito da pietrisco con pezzatura 25-40 mm mescolato con materiali provenienti dagli scavi se idonei.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso cavidotto interrato in MT a 30 kV che collegherà il parco eolico alla stazione di trasformazione utente 30/150 kV di Escalaplano (SU) che sarà ubicata in prossimità del parco eolico in località *Pedru Pisano*. Questa sarà collegata con un cavo interrato a 150 kV ad una stazione di smistamento nel Comune di Escalaplano, in località *Prorello*, la quale sarà connessa in entra-esce alla linea aerea 150 kV "Goni – Ulassai", che rappresenta il punto di connessione dell'impianto alla RTN.

#### 1.4. Inquadramento topografico e territoriale

L'areale che ospiterà il parco eolico ricade nel Comune di Escalaplano (Provincia del Sud Sardegna), all'interno della regione geografica del Sarcidano al confine con la Provincia d'Ogliastra. L'abitato si trova a circa 338 m sul livello del mare, mentre il territorio è compreso tra i 94 m ed i 676 m metri s.l.m. L'escursione altimetrica complessiva risulta essere pari a 582 m.

Il territorio del comune è prevalentemente occupato dall'altopiano di "Orboredu" che degrada dolcemente dai 670 m ai 300 m di altitudine vicino al paese, tra le valli del Flumendosa o Saeprus e del Flumineddu o Stanali che delimitano in certi tratti i confini con i paesi vicini.

Il paese è situato in una regione collinare alle ultime propaggini meridionali del Gennargentu, alla confluenza della strada da Ballao con quella che unisce Orroli a Esterzili e Perdasdefogu. Il territorio del Comune si estende per 93,88 km<sup>2</sup> e confina a nord con Esterzili, dal Flumendosa a "Funtana de Tremini" e di qui col troncone staccato del territorio di Seui fino al Flumineddu; ad est con Perdasdefogu lungo il Flumineddu fino a "Sclamoris" e poi, oltre il fiume, fino a toccare il Rio Coili de Ierru e con Ballao lungo detto rio fino alla confluenza con Flumineddu e, lungo il corso di questo, fino alla confluenza del Rio Sa Pirixedda; a sud confina con Ballao fino al Flumendosa; ad ovest con Goni ed Orroli.

Le torri eoliche saranno distribuite lungo un'area allungata di circa 12 km<sup>2</sup> (4 x 3 km) orientata in direzione NE/SW (Figura 1) che abbraccia i toponimi: a NW di "Taccu e Orboredu/ Su Sarmentu", a NE di "Perdu Pisano/Frorellu", a SW di "Pranu e S'Aridellu/Coi Puddas", a SE di "Gennoniga".

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 541 dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 541-III "ESCALAPLANO" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 541-090 della C.T.R. [scala 1:10.000]

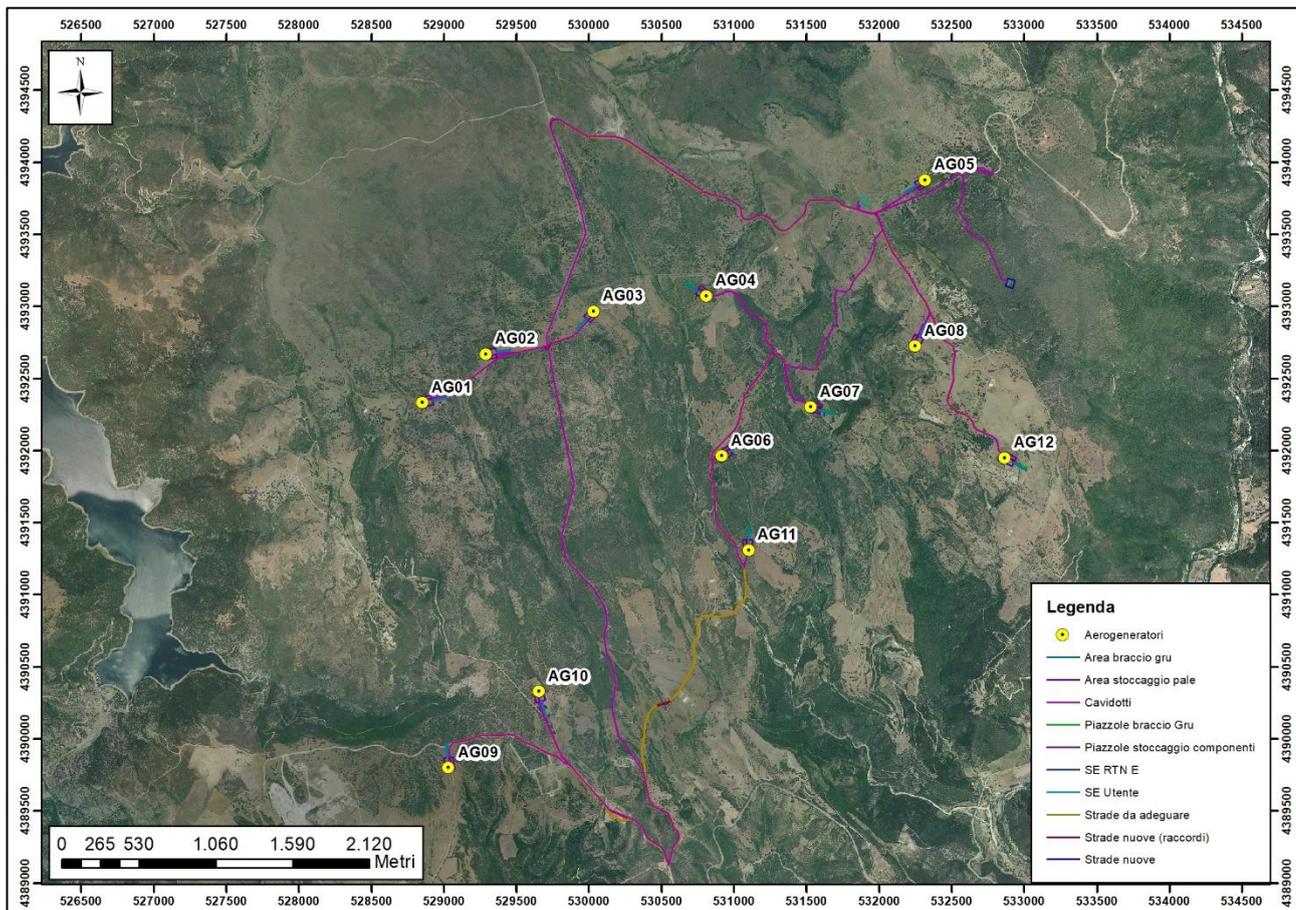


Figura 1 - Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su Ortofoto RAS 2019.

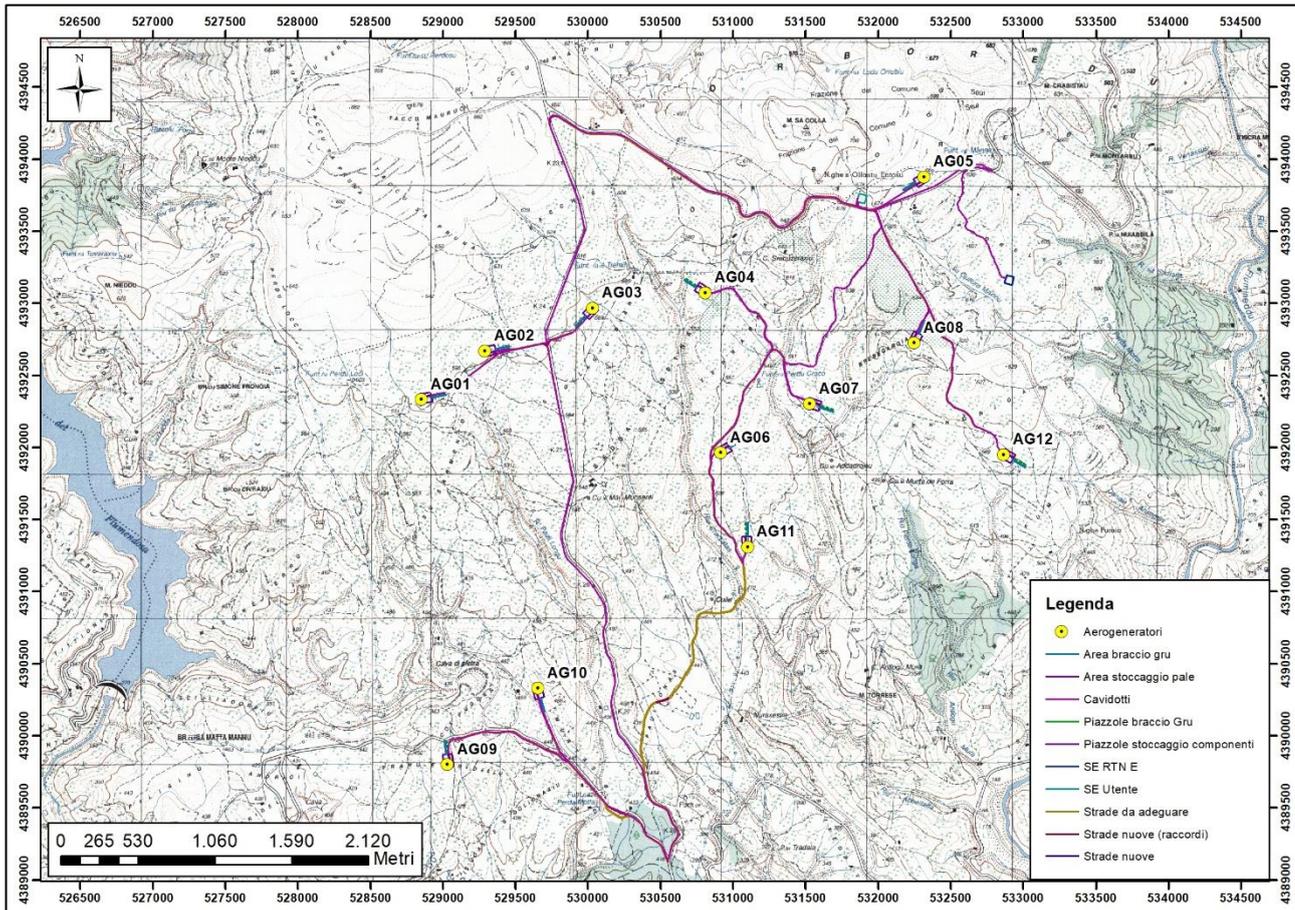


Figura 2 - Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su stralcio cartografia I.G.M.I. in scala 1:25.000.

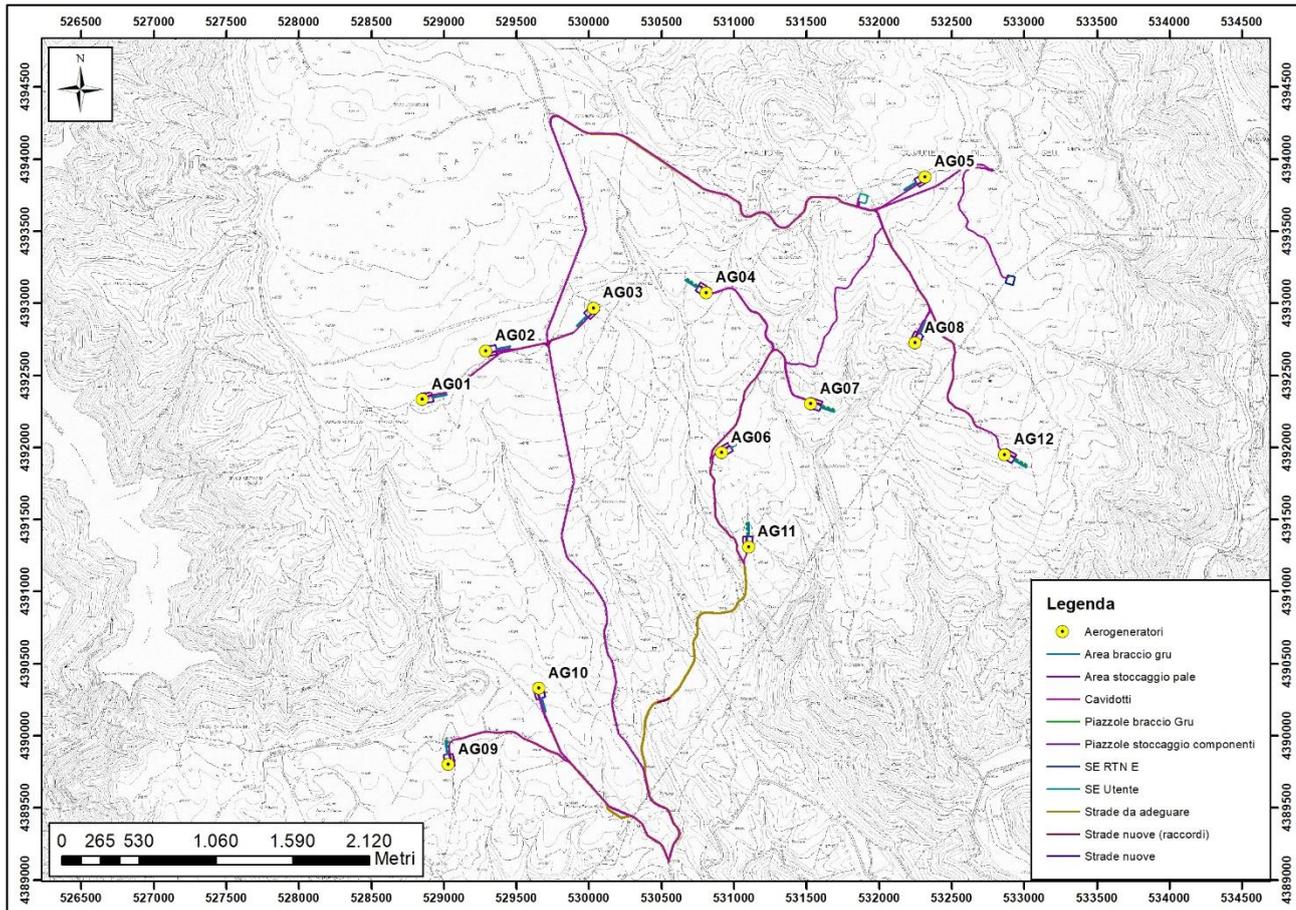


Figura 3 - Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su stralcio C.T.R. numerica in scala 1:10.000.

## 2. Modello geologico

### 2.1. Contesto geologico dell'area vasta

La Sardegna si contraddistingue per una storia geologica molto antica che parte dal Cambriano e arriva fino all'Olocene. Il basamento paleozoico sardo si configura come un segmento della catena varisca orientale sud-europea, separatosi dall'Europa all'inizio dell'Oligo-Miocene.

La Sardegna può essere suddivisa in tre complessi geologici principali che sono: il basamento metamorfico ercinico, il complesso intrusivo tardo-varisco e le coperture post-varisiche costituite da successioni sedimentarie e vulcaniche tardo-erciniche, mesozoiche e cenozoiche (Figura 4).

Il basamento sardo è costituito da un sistema di falde erciniche vergenti verso SW, in cui si distinguono una Zona esterna, una Zona a falde e una Zona assiale (Figura 5).

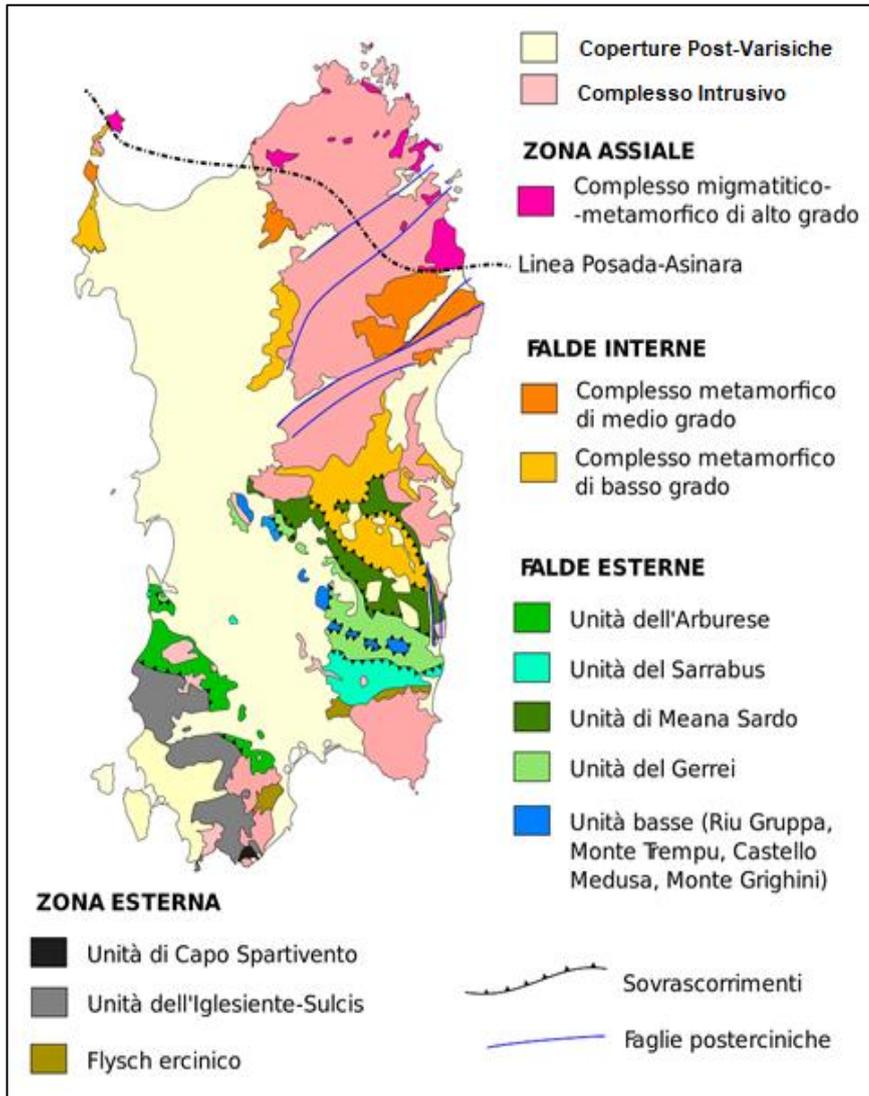


Figura 4 – Schema tettonico del Basamento varisico sardo.

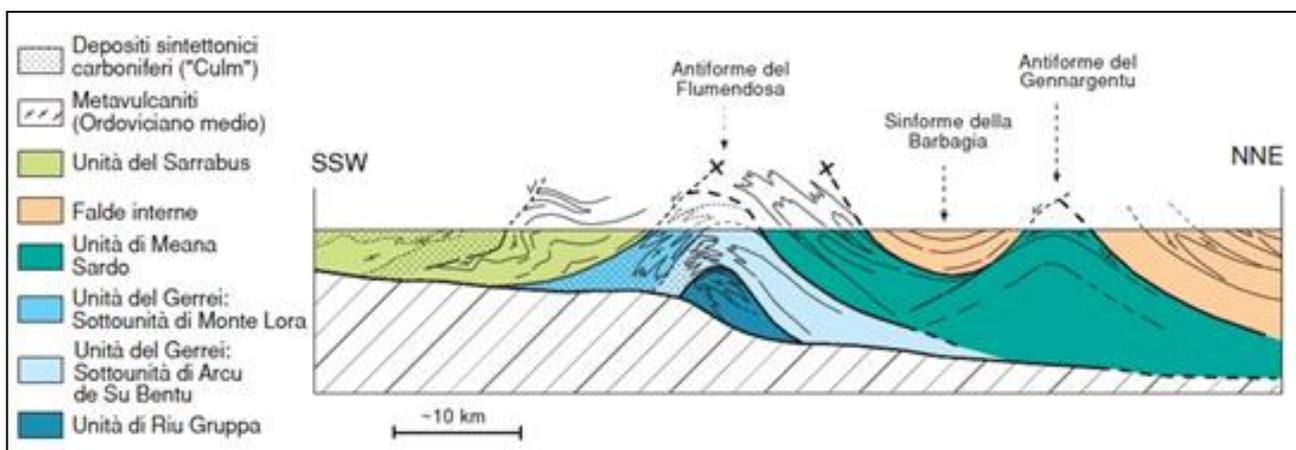


Figura 5 - Profilo schematico attraverso la struttura a falde del Basamento paleozoico della Sardegna SE (da CARMIGNANI et alii, 2001).

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 11 di 51
---	-------------	------------------------------------	-------	--------------------

La catena varisca europea è considerata da alcuni autori come il risultato di una catena collisionale associata a subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione durante il Siluriano, collisione continentale con importante ispessimento crostale, metamorfismo e magmatismo, durante il Devoniano e il Carbonifero.

L'orogenesi varisca ha interessato tutto il basamento della Sardegna con intense deformazioni, un metamorfismo sin-cinematico e un importante magmatismo post collisionale. In Sardegna affiora una sezione completa della catena varisca: dalle zone esterne della catena che affiorano nella Sardegna SW, fino a quelle interne che affiorano nella parte NE dell'isola. La catena varisca è caratterizzata da raccorciamenti e da una zonazione tettono-metamorfica tipica delle orogenesi da collisione continentale. Il basamento varisco sardo nella Sardegna centro-meridionale è costituito dall'impilamento di diverse unità tettoniche messe in posto durante le fasi principali dell'orogenesi varisca, deformate da una serie di eventi plicativi e intruse dal batolite sardo-corso (CARMIGNANI et al., 1986a). Gran parte degli autori individuano una tettonica compressiva contemporanea alla messa in posto delle falde (sin-nappe) che produce uno o due eventi deformativi a seconda delle unità tettoniche interessate. Questo evento, correlato con la collisione continentale varisca, ha determinato l'impilamento delle successioni paleozoiche con un metamorfismo sincinematico progrado, di tipo barrowiano connesso con l'ispessimento crostale (fase D1 e LD1). A questa segue una tettonica distensiva tardorogenetica posteriore alla messa in posto delle falde (post-nappe) correlato al collasso della catena e all'ispessimento crostale, scomponibile in due eventi plicativi principali e movimenti trascorrenti. Tale fase determina l'esumazione delle metamorfiti con una conseguente deformazione durante la risalita che genera zone di taglio duttili associate a sistemi di pieghe e faglie (fase D2 e D3) e un magmatismo calcalcalino.

Successivamente alla formazione e stabilizzazione della catena ercinica, il settore deposizione lacustre [GNS - F.ne di Genna Selole] che nel Giurassico superiore viene gradualmente sostituita da facies di ambiente marino litorale a componente carbonatica [DOR - F.ne di Dorgali].

La tettonica post-ercinica ha prodotto limitati effetti nella zona dell'Alto Sarcidano - Barbagia di Seulo come del resto in tutta l'isola poiché dal Cretacico fino all'Eocene inferiore, contestualmente ad una ulteriore fase di spianamento morfologico non si hanno importanti fasi deformative e l'evoluzione tettonica si caratterizza quasi esclusivamente con movimenti verticali meno evidenti.

Nell'Oligocene superiore-Miocene inferiore la Sardegna centrale e centro-orientale è coinvolta da una importante tettonica trascorrente, dovuta alla collisione appenninica nell'ambito della evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale (apertura del Bacino Balearico, distacco dal margine sud europeo e rotazione antioraria del blocco sardo-corso), che riattiva i vecchi lineamenti ercinici dando luogo al complesso sistema di bacini sedimentari transtensivi (bacini di pull-apart) interconnessi con la formazione del cosiddetto "Rift ligomiocenico sardo" (o "Fossa sarda"). Ciononostante i territori della Sardegna centrale e centro-orientale non subiscono importanti ripercussioni se non quelle legate agli effetti del vulcanismo calco-alcalino precedente all'ingressione marina miocenica lungo la fossa di neo formazione e al rimodellamento connesso con il riassetto della rete drenante naturale, con conseguente deposizione di ingenti volumi di sedimenti sintettonici in facies detritico-alluvionale e talora travertinosa (ad esempio Formazione di Ussana USS e USSf). Nel corso del resto del Miocene, ad esclusione della fase compressiva del Burdigaliano inferiore-medio che pone fine al primo ciclo sedimentario miocenico, si instaura pertanto condizione di relativa stabilità tettonica interrotta solo nel Messiniano con la fase compressiva che interrompe la sedimentazione marina entro la fossa sarda.

Nel Pliocene - Pleistocene, in concomitanza con una importante fase distensiva del Mediterraneo occidentale che porta alla formazione della "fossa" del Campidano, il basamento metamorfico e mesozoico subiscono gli effetti di una deformazione fragile secondo direzioni NW-SE e N-S, dando luogo a una struttura tettonica a gradinata con asse nel Campidano e innescando una importantissima fase di erosione capace di alterare quasi completamente l'originario schema della idrografia superficiale. Sono da riportare infatti a questo periodo importanti fenomeni di cattura fluviale con spostamento dei principali assi drenanti di impostazione miocenica e trasferimento di ingenti quantitativi di depositi alluvionali, a cui si associa un intenso vulcanismo effusivo di tipo fissurale e contestuale emissione di lave basaltiche.

Tale azione di modellamento morfodinamico del territorio sarda e, più in generale, della Sardegna centrale e centro orientale, prosegue anche durante il Quaternario antico (Pleistocene) con depositi alluvionali [PVM2a] e di versante a causa dall'alternanza di fasi glaciali e interglaciali e relative variazioni del livello del mare.

ESCLALA	Wind	Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 12 di 51
---------	------	-----	------------------------------------	-------	--------------------

La periodica riattivazione dei processi morfogenetici di versante portano alla deposizione di conoidi alluvionali derivati principalmente dallo smantellamento del substrato costituito dal basamento paleozoico, mentre nell'Olocene si depongono discontinue coltri detritiche di versante [**a**, **a1** e **a1a**], eluvio-colluviali [**b2**], depositi alluvionali terrazzati [**bn**] ed alluvioni attualmente in evoluzione [**b**].

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 13 di 51
---	-------------	------------------------------------	-------	--------------------

## 2.2. Inquadramento geologico di dettaglio

Nel contesto precedentemente descritto, l'area che ospiterà il parco eolico in progetto ricade nell'ambito di un altopiano calcareo-dolomitico formatosi nel Giurassico (c.d. "Tacco carbonatico"), debolmente immerge SSW e che si estende per circa 30 km<sup>2</sup> con direzione NS da Monte Sa Colla 726 m s. l. m. (al limite con l'isola amministrativa del Comune di Seui) fino alla periferia dell'abitato di Escalaplano. Le quote sono comprese tra 700÷350 m s.l.m. mentre le valli che delimitano il rilievo sono rappresentate dalle valli del Flumendosa (ad ovest) e del Flumineddu (ad est) si sviluppano a una quota, rispettivamente di circa 150 m s.l.m. (sotto la diga del Flumendosa) e di 190 m s.l.m. (nella valle del Flumineddu nei pressi del ponte sulla SP che porta a Perdasdefogu).

I siti designati per gli aerogeneratori, dal punto di vista litologico, ricadono nel dominio della Formazione di Dorgali formata di una potente successione calcareo-dolomitica di spessore complessivo pluridecamentrico con massimi di circa 80÷100 m. L'ambiente deposizionale è perlopiù marino-litorale e la struttura varia da nettamente stratificata alla base sino a massiva verso il tetto della formazione. Questa unità poggia quasi sempre al di sopra della Formazione di Genna Selole in quanto ne costituisce la naturale evoluzione sedimentaria.

**La Formazione di Genna Selole** (Figura 6) è caratterizzata da un complesso litologico lateralmente discontinuo, a composizione da silicoclastica a mista carbonatico-silicoclastica (0÷20 m), e formato basalmente da conglomerati e microconglomerati quarzosi e arenarie (quarzoruditi e quarzareniti) di ambiente fluviale di energia elevata deposti in ambienti compresi fra la conoide alluvionale ed il fiume intrecciato.

**La Formazione di Dorgali** (Figura 7) dà forma agli altopiani carbonatici del territorio di Escalaplano tra i quali assume importanza maggiore il "Tacco di Orboredu e Sa Pruna". Trattasi di dolomie, calcari dolomitici e calcari (alternanze di calcareniti e calcilutiti), da massicci a ben stratificati, con rare intercalazioni marnose. L'assetto geometrico di questa unità è prevalentemente suborizzontale o debolmente inclinata gradi verso S-SW. Sebbene abbia sostanzialmente conservato integra la sua giacitura originaria e non abbia subito deformazioni tettoniche importanti, la roccia carbonatica risulta interessata da un'intensa fratturazione secondo almeno tre famiglie di discontinuità subverticali orientate circa NW-SE, NE-SW e N-S, oltre la stratificazione suborizzontale.

In superficie è presente una **coltre eluvio-colluviale** (Figura 8) originatasi per alterazione in situ della roccia costituente il substrato geologico locale e dal breve trasporto di tali prodotti da parte della gravità e/o del ruscellamento diffuso lungo i versanti generalmente poco acclivi.

Lo spessore è generalmente limitato, variabile tra qualche decina di centimetri (0,20÷0,50 m) ed alcuni metri (1,00÷1,50 m). Sempre in funzione delle caratteristiche del substrato che le origina, queste terre possono avere un contenuto in scheletro clastico più o meno elevato e, spesso, vengono utilizzate ai fini agricoli in quanto interessate da fenomeni pedogenetici: per tale motivo formano una coltre più o meno continua (anche se gli spessori possono limitarsi a pochi decimetri) che spesso non consente l'affioramento dei substrati d'origine.



**Figura 6 - Substrato litoide nei pressi dell'area di studio: conglomerati e microconglomerati quarzosi della Formazione di Genna Selole.**



**Figura 7 - Substrato litoide nei pressi dell'area di studio: calcari dolomitici della Formazione di Dorgali.**



**Figura 8 - Coltri eluvio-colluviali nei pressi dell'area di studio.**

### 2.3. Assetto litostratigrafico locale

La stratigrafia dell'ambito di intervento, che comprende il parco eolico, la Stazione RTN e la Sottostazione di utenza, a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti è richiamata nell'immagine in Figura 10, direttamente estratta dalla legenda della cartografia geologica edita dell'APAT di cui uno stralcio è restituito nella Figura 9, integrata da ulteriori informazioni provenienti dal rilievo geologico di campagna mirato in particolare a definire la distribuzione delle coperture detritico-alluvionali quaternarie.

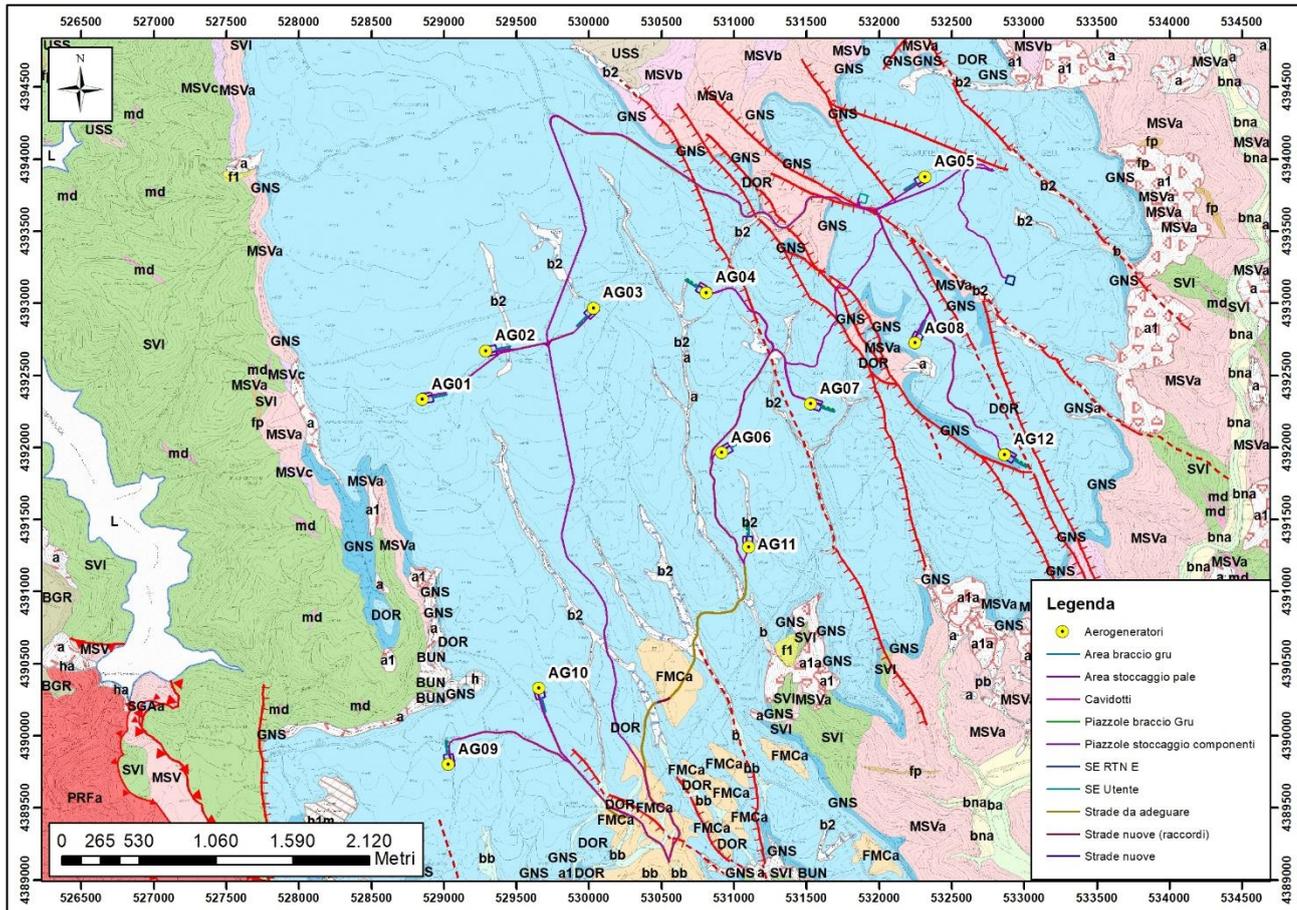


Figura 9 – Carta geologica dell’area di studio, edita dell’APAT [Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d’Italia] con modifiche.

### Legenda

 Aerogeneratori	 Area stoccaggio pale	 Piazzole braccio Gru
 Area braccio gru	 Cavidotti	 Piazzole stoccaggio componenti
 SE RTN	 Strade da adeguare	 Strade nuove
 SE Utente	 Strade nuove (racordi)	

### SIMBOLOGIA

 Faglia Certa
 Faglia Diretta Certa
 Faglia Presunta
 Sovrascorrimento Principale Certo

### GEOLOGIA

 L	Lago
---	------

### DEPOSITI QUATERNARI

 h	Depositi antropici. OLOCENE
 h1m	Depositi antropici. Discariche minerarie. OLOCENE
 a1a	Depositi di frana. Corpi di frana antichi. OLOCENE
 a1	Depositi di frana. Corpi di frana. OLOCENE
 a	Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
 f1	Travertini. Depositi carbonatici stratificati, da compatti a porosi, con tracce di resti vegetali e gusci di invertebrati. OLOCENE
 bna	Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
 bb	Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE
 b	Depositi alluvionali. OLOCENE
 b2	Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

### SUCCESSIONE VULCANO SEDIMENTARIA TERZIARIA

 FMCa	Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE CARDIGA. Arenarie e puddinghe: arenarie grossolane e conglomerati poligenici con prevalenti clasti del basamento cristallino paleozoico. EOCENE INF.
--	--

### SUCCESSIONE SEDIMENTARIA MESOZOICA

 DOR	FORMAZIONE DI DORGALI. Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circolitorali, con foraminiferi e alghe calcaree. DOGGER-MALM
 GNS	FORMAZIONE DI GENNA SELOLE. Conglomerati quarzosi e quarzoareniti molto mature; alla base livelli carboniosi e argille. DOGGER
 BUN	BUNTSANDSTEIN AUCT. Alternanza di arenarie, argilliti, siltiti, livelli mamosi con gesso e conglomerati poligenici alla base. TRIASSICO MEDIO (ANISICO)

### BASAMENTO PALEOZOICO

 pb	Andesiti. Lave andesitiche in colate, talora brecciate, breccie e subordinati filoni o piccoli ammassi subvulcanici, a struttura porfirica-glomeroporfirica per fenocristalli di Pl, Hbl, Px, Bt. PERMIANO INF. (AUTUNIANO)
 fp	Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosato e rossastro, a struttura da afirica a porfirica per fenocristalli di Qtz, Fsp e Bt e tessitura isotropa; in giacitura prevalentemente filoniana, talvolta in ammassi. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
 MSVc	Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE SANTA VITTORIA. Metarioliti: metarioliti afanitiche ("formazione di Monte Corte Cerbos" Auct.). ORDOVICIANO ?MEDIO
 MSVb	Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE SANTA VITTORIA. Metagrovacche vulcaniche e metavulcaniti; probabili originarie piroclastiti a chimismo intermedio-basico ("formazione di Serra Tonnai" Auct.). ORDOVICIANO ?MEDIO
 MSVa	Litofacies nella FORMAZIONE DI MONTE SANTA VITTORIA. Metaepiclastiti: metaepiclastiti a matrice vulcanica, metaquarzo-grovacche e metarenarie, metaconglomerati a prevalenti componenti di vulcaniti acide ("formazione di Manixeddu" Auct.). ORDOVICIANO ?MEDIO
 MSV	FORMAZIONE DI MONTE SANTA VITTORIA. Metavulcaniti a chimismo intermedio e basico, metaepiclastiti, metarenarie feldspatiche e metaconglomerati con componente vulcanica. ORDOVICIANO ?MEDIO
 PRFa	Litofacies nei PORFIROIDI AUCT. Porfiroidi a grossi fenocristalli: metarioliti e metariodaciti con fenocristalli di feldspato potassico di taglia fino a 12-14 cm. ORDOVICIANO ?MEDIO
 md	Metadoleriti. Metabasiti alcaline in giacitura filoniana e metagabbri alcalini in ammassi, intrusi nelle Arenarie di SanVito. ?ORDOVICIANO SUP.
 SVI	ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti, e livelli di metaconglomerati minuti quarzosi nella parte alta. CAMBRIANO MEDIO - ORDOVICIANO INF.

**Figura 10 – Legenda della carta geologica dell'area di studio, edita dell'APAT [Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia] con modifiche.**

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 18 di 51
---	-------------	------------------------------------	-------	--------------------

### 3. Stratigrafia dei terreni di fondazione

#### 3.1. Torri eoliche

Sulla base delle ricostruzioni eseguite durante i sopralluoghi e dai dati estrapolati da altre indagini svolte dalla scrivente nelle vicinanze, è stato ricostruito il modello litostratigrafico locale contraddistinto dalla diffusa presenza del substrato roccioso carbonatico debolmente fratturato con caratteristiche geotecniche da buone a discrete, perlopiù in affioramento o sormontato da una coltre eluvio-colluviale poco spessa (20÷100 cm). Quest'ultima è costituita da terre a granulometria prevalentemente limo-argillosa con moderata frazione sabbiosa con presenza sporadica di clasti carbonatici e più raramente arenacei.

Possono essere costituiti da frazioni più grossolane (sabbie con sporadici clasti o blocchi) derivanti dal rimaneggiamento dei termini carbonatici mesozoici e arenacei terziari.

#### 3.2. Cavidotto MT

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

Per le esigue profondità di scavo si esclude un'interazione diretta con il basamento litoide carbonatico.

#### 3.3. Sottostazione elettrica di utenza

Ricadendo entrambe le stazioni nel dominio carbonatico, l'assetto litostratigrafico del sedime è pressoché analogo a quello rappresentato per le torri eoliche.

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

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

#### 4. Assetto idrogeologico

L'area che ospiterà il parco eolico, in quanto impostata perlopiù su rocce carbonatiche fratturate oggetto di fenomeni di dissoluzione è caratterizzata da una permeabilità secondaria (per fratturazione e carsismo) che varia da moderata a elevata in funzione della interferenza tra i diversi sistemi di frattura e dei fenomeni di amplificazione carsica operanti nei giunti.

L'acqua meteorica penetra attraverso le fratture e le superfici di strato e percola fino a raggiungere i livelli impermeabili della Formazione di Genna Selole e del basamento paleozoico scistoso dando luogo ad accumuli sotterranei. Poiché l'inclinazione degli strati della formazione carbonatica si presenta lievemente immergente verso S-SW, le acque di falda tendono a defluire verso la parte meridionale dell'area di interesse. Coerentemente con le caratteristiche tipiche delle litologie carbonatiche si ritiene, in questo contesto, che sia corretto attribuire a queste litologie la caratteristica di permeabilità medio alta. Al contempo, considerato lo spessore pluridecamentrico della formazione e la morfologia dei luoghi, è probabile che la circolazione idrica si sviluppi a profondità decametriche. Alle unità litologiche distinte sono state attribuite le classi di permeabilità di seguito descritte, la cui distribuzione è graficamente rappresentato in Figura 11.

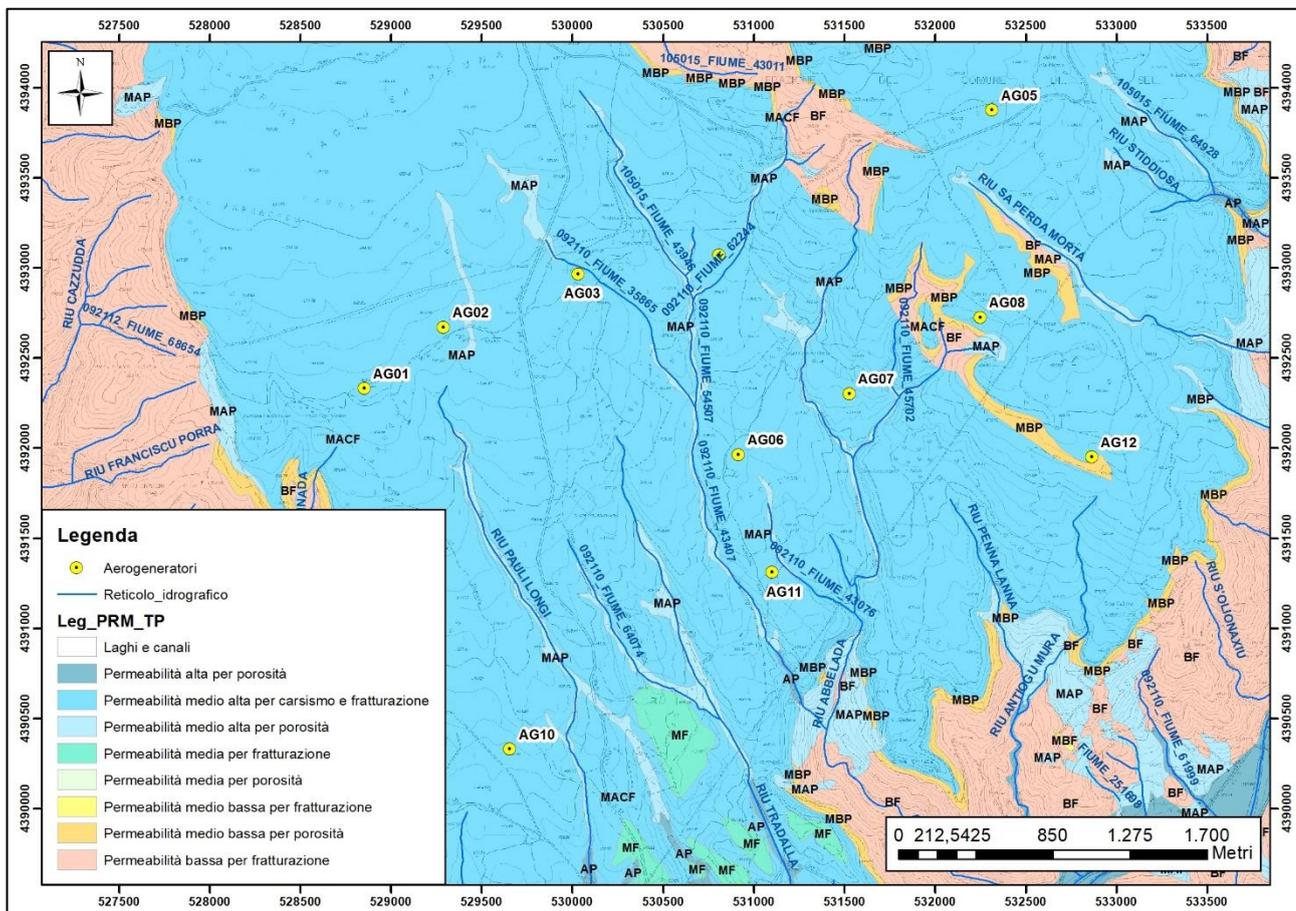


Figura 11 – Carta della Permeabilità dell'area di studio.

#### AP - Alta per porosità

Vi rientrano i depositi alluvionali attuali e recenti [ba, bb, b] e i depositi olocenici terrazzati [bna] che caratterizzano le valli fluviali principali. Sono spesso sciolti ed incoerenti, in particolare per le frazioni sabbioso-ghiaiose caratterizzate da una permeabilità alta per porosità, che decresce notevolmente fino a medio-bassa nelle facies limoso-argillose suscettibili di fenomeni di ristagno.

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind	Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 20 di 51
---	------	-----	------------------------------------	-------	--------------------

### **MAP - Medio alta per porosità**

Appartengono a questa classe i depositi di detrito di versante e di frana [a, a1, a1a], la cui permeabilità varia in funzione del contenuto di matrice tra i clasti e del grado di cementazione. Vi rientrano altresì le coltri eluvio-colluviali [b2] che, derivando dal rimaneggiamento di terreni alterati e/o fratturati, presentano complessivamente permeabilità medio-alta per porosità laddove prevale la componente sabbiosa e conglomeratica [GNS] e localmente medio bassa ove prevale la componente limoso-argillosa.

### **MACF – Medio alta per carsismo e fratturazione**

Appartengono a questa categoria i calcari dolomitici della Formazione di Dorgali [DOR]; a questa categoria di permeabilità fanno parte tutti i terreni su cui sorgeranno gli aerogeneratori in progetto.

### **BF - Bassa per fratturazione**

Appartengono a questa classe tutte le litologie paleozoiche ad eccezione di quelle calcaree. Vi rientrano i filoni [fp, pb], la Formazione di Monte Santa Vittoria [MSV, MSVa, MSVc] e le Arenarie di San Vito [SVI, md].

## **5. Assetto morfologico e idrografico**

La morfologia e l'evoluzione delle forme dell'area di studio sono decisamente influenzate dall'assetto geologico-strutturale locale, conseguente alla storia geologica recente della e delle sue variazioni climatiche estreme.

In particolare, la strutturazione indotta dalla tettonica distensiva Pliocenica, con direzioni strutturali NW-SE e N-S prevalenti, hanno smembrato la copertura carbonatica mesozoica e impostato l'attuale distribuzione dei "Tacchi" carbonatici. Tali forme strutturali sono state infine accentuate e/o rimodellate dagli agenti esogeni nel Quaternario, soprattutto durante l'ultimo periodo glaciale.



**Figura 12 – Il “Tacco di Orboredu” visto dalla località di “Gennonniga”.**

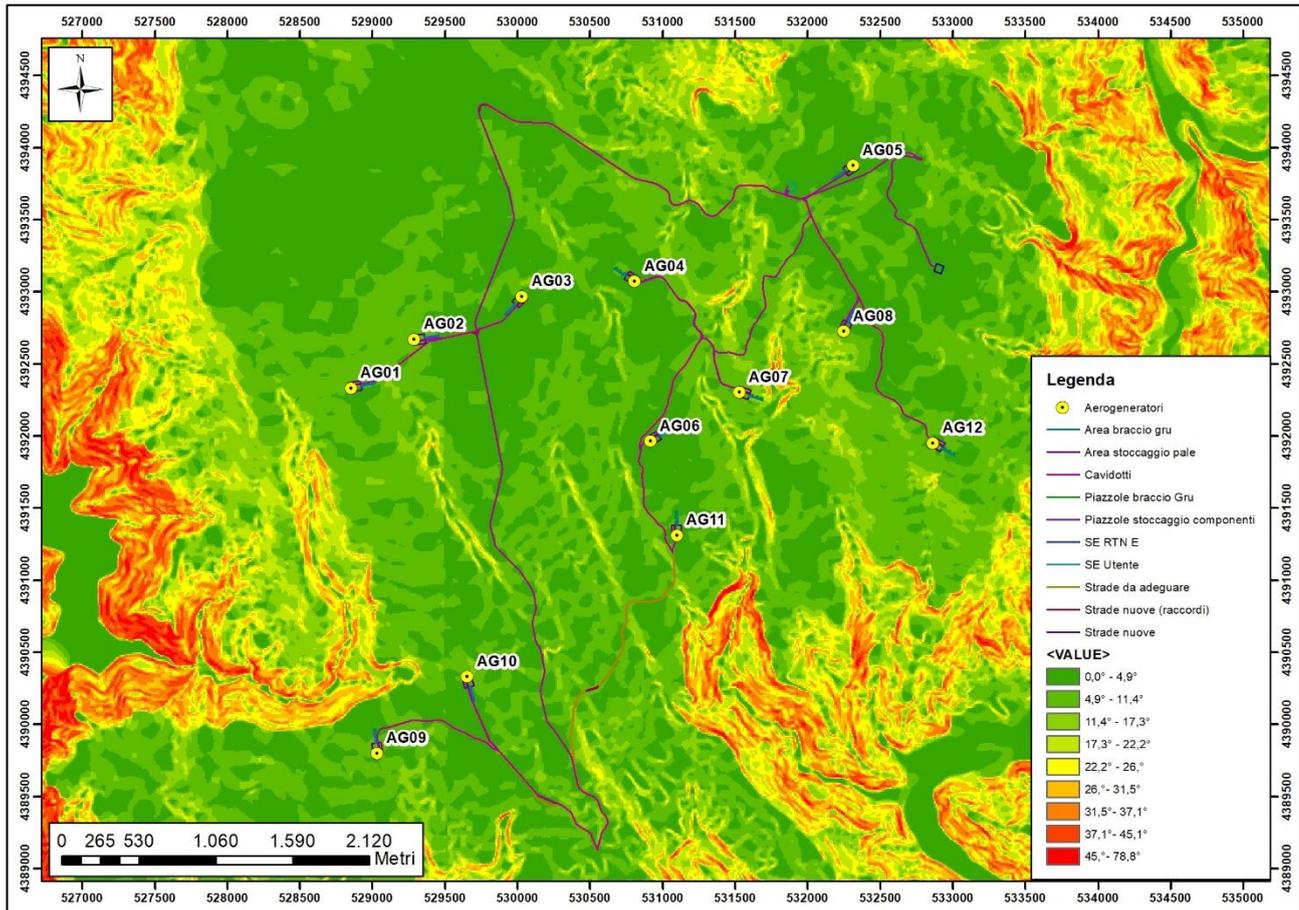


Figura 13 – Carta dell’acclività (in gradi) dell’area di studio.



ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind	Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 23 di 51
---	------	-----	------------------------------------	-------	--------------------

sue immediate vicinanze. In un recente lavoro, MELETTI et al. (2020) hanno revisionato tutte le informazioni disponibili relative ai terremoti fatti registrare in Sardegna dal 1616, data del primo terremoto di cui si abbia notizia, al 2019. Nella tabella di Figura 15 e Figura 16 sono riportati i parametri analizzati in questa sede relativi a tutti i terremoti di interesse per la Sardegna.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15, consultabili dal sito web “DBMI15”, per l'Isola non sono registrati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius.

I terremoti più significativi (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania). Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001) è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola. Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco a Ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità.

Si segnalano altresì il terremoto magnitudo 4,77 del 26.04.2000 con epicentro nel Tirreno centrale (40.955 N – 10.097 E, profondità circa 1 km), il terremoto magnitudo 4,72 del 13.11.1948 con epicentro nel Mar di Sardegna (41.067 N – 8.683 E), quello magnitudo 4,52 del 15.05.1897 con epicentro nel Tirreno meridionale e quello del 17.08.1771 con magnitudo 4,43 e area epicentrale nella Sardegna meridionale.

Di particolare interesse è terremoto del 1948 che fu avvertito in tutta la parte settentrionale della Sardegna e in Corsica, fu sensibile a Sassari, dove si ebbero alcuni casi di panico con fuga all'aperto e furono osservate leggere lesioni ad alcuni edifici, compreso il palazzo provinciale, e produsse panico e qualche danno a Tempio Pausania. I danni relativamente più diffusi furono osservati ad Aggius, dove in numerosi fabbricati furono osservate screpolature e lesioni, alcune delle quali hanno superato i 15 cm.

Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	Ref	com.	NOm	Ix	Lat	Lon	M
1610	06	04			Sardegna merid.	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1616	06	04	14		Sardegna merid.	MELAL020		10	D	39.131	9.502	4.9
1619	06	24	16		Sardegna merid.	MELAL020	UNK	1	4-5	39.256	9.168	3.9
1771	08	17	13		Sardegna merid.	MELAL020		2	3	39.223	9.121	3.2
1771	08	17	18		Sardegna merid.	MELAL020		7	5	39.213	8.936	4.4
1835	03	06			Sardegna merid.	MELAL020	D	1	3	39.223	9.121	3.2
1838	02	02			Agro sassarese	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1855	06	11			Cagliari	MELAL020	ZD	-	-	-	-	-
1870	06	20	08	22	Ittireddu	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1870	07	04	17	45	Nuorese	MELAL020		4	5	40.477	9.383	4.2
1898	12	15			San Vito	MELAL020	ZZ	-	-	-	-	-
1901	01	18	16	30	Gergei	MELAL020	UNK	7	5	39.699	9.102	4.2
1901	01	18	17		Gergei	MELAL020		1	F	39.654	9.129	3.7
1901	03	22	13		Gergei	MELAL020		1	4-5	39.699	9.102	3.9
1906	04	03	16	20	Sardegna Settentrionale	MELAL020		6	3	41.048	9.599	3.2
1922	07	18	20	30	Nuorese	MELAL020		1	3	40.215	8.803	3.2
1922	07	18	22	30	Nuorese	MELAL020		1	3	40.215	8.803	3.2
1924	01	24	02	22	Sardegna Nord. Occ.	MELAL020	NM	-	-	-	-	-
1948	11	13	09	52	Mar di Sardegna	MELAL020		59	5-6	40.941	8.958	4.7
1948	11	13	12	00	Mar di Sardegna	MELAL020		2	F	40.913	9.302	3.7
1948	11	13	12	48	Mar di Sardegna	MELAL020		1	F	40.903	9.104	3.7
1948	11	13	22	45	Mar di Sardegna	MELAL020		1	3	40.914	8.713	3.2
1948	11	16	21	57	Mar di Sardegna	MELAL020		10	5	40.903	9.104	4.2
1948	11	17	00		Mar di Sardegna	MELAL020		2	3	40.903	9.104	3.2
1948	11	20	01		Mar di Sardegna	MELAL020		2	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	02	07	Mar di Sardegna	MELAL020		1	F	40.929	9.065	3.7
1948	11	20	02	15	Mar di Sardegna	MELAL020		2	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	13	45	Mar di Sardegna	MELAL020		1	4-5	40.903	9.104	3.9
1948	11	20	15	36	Mar di Sardegna	MELAL020		1	5-6	40.929	9.065	4.4
1948	11	21	21	50	Mar di Sardegna	MELAL020		4	5-6	40.948	8.938	4.4

Figura 15 - Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1610 al 1948 Meletti et al. (2020).

Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	Ref	com.	NOm	Ix	Lat	Lon	M
1948	12	08	04	30	Sassarese	MELAL020		4	3	40.926	9.020	3.2
1948	12	08	13	15	Sassarese	MELAL020		4	3	40.926	9.020	3.2
1948	12	08	13	45	Sassarese	MELAL020		7	5-6	40.931	8.983	4.4
1948	12	08	23	00	Sassarese	MELAL020		3	3	40.944	9.009	3.2
1948	12	29	21	45	Mar di Sardegna	MELAL020		5	5	40.948	8.938	4.2
1949	01	06	17	30	Mar di Sardegna	MELAL020		4	5-6	40.948	8.938	4.4
1960	05	25	22		Calagianus	BSING		1	5	40.933	9.117	3.5
1970	06	18	09	03	Mare di Sardegna	ISC		13	4	40.950	7.420	4.8
1976	07	15	09	18	Medio Tirreno	BSING	NM			41.400	9.800	-
1977	05	29	16	19	Biancareddu	BSING	NM			40.783	8.183	2.7
1977	06	27	19	36	Valverde	BSING	NM			40.583	8.383	3.0
1977	08	28	09	45	Canale di Sardegna	ISC		20	5	38.235	8.187	5.4
2000	04	26	13	28	Tirreno centrale	ISC		-	-	40.929	10.077	4.3
2000	04	26	13	37	Tirreno centrale	ISC		46	5-6	40.955	10.097	4.8
2001	03	03	01	54	Tirreno centrale	ISC		1	3-4	40.884	9.990	4.0
2004	12	12	11	52	Tirreno centrale	ISC		19	3-4	41.015	9.967	4.1
2004	12	18	09	12	Tirreno centrale	ISC		13	4-5	40.958	10.050	4.6
2006	03	24	10	43	Capo Teulada	ISC		2	4-5	38.924	8.931	4.0
2011	07	02	14	43	Mare di Corsica	ISC		-	-	42.004	7.617	4.2
2011	07	07	19	21	Mare di Corsica	ISC		5	4	42.087	7.593	5.1
2012	03	04	03	47	Mare di Corsica	ISC		2	2-3	42.080	7.565	4.4

Figura 16 - Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1948 al 2021 Meletti et al. (2020).

Occorre tuttavia rilevare che i leggeri danni osservati (o ipotizzati dalle stime di intensità o dalle descrizioni riportate nelle cartoline sismiche), per quanto relativamente diffusi, sono probabilmente da considerare effetti di cumulo per le diverse scosse di questa breve sequenza.

Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini).

Per quanto attiene il sito specifico, la sismicità storica è stata ricostruita previa consultazione dei database resi fruibili online dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'archivio non indica alcun evento con epicentro nei comuni di interessati dalle opere in progetto.

Dal database DISS relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo > 5.5, si evince che il settore di intervento non è direttamente gravato da potenziali faglie sismogenetiche.

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 26 di 51
---	-------------	------------------------------------	-------	--------------------

## 7.2. Classificazione sismica

Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali, ovvero dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*», entrata in vigore dal 25.10.2005 in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle «*Norme Tecniche per le Costruzioni*» e dalla successiva O.P.C.M. n. 3519/2006.

In relazione alla pericolosità sismica - espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi - il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo ( $a_{g475}$ ), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/s.

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di  $a_{g475}$ , con una tolleranza 0,025g. A ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido ( $a_g$ ), che deve essere considerato in sede di progettazione.

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

Tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

## 7.3. Pericolosità sismica

L'entrata in vigore delle NTC 2008 ha reso obbligatoria, anche per le zone a bassa sismicità come la Sardegna, la stima della pericolosità sismica basata su una griglia, estesa per tutto il territorio nazionale, di 10751 punti, in cui vengono forniti per ogni nodo situato ai vertici di ciascuna maglia elementare, i valori di:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno,
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
- $T_{c^*}$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per nove periodi di ritorno  $T_r$ , in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (di categoria A nelle NTC) con superficie topografica orizzontale.

Solo per alcune aree insulari con bassa sismicità (tra cui la Sardegna), tali valori sono unici e sono quelli indicati nella Tabella 2 dell'Allegato B alle N.T.C. 2008, ancora valide per le N.T.C. del 2018.

Per un periodo di ritorno  $T_r = 475$  anni, detti parametri valgono:

- $a_g = 0,500$
- $F_0 = 2,88$
- $T_{c^*} = 0,34$

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica  $I_{max}$  (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente) si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità ( **$I_{max/pon}$** ), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione.

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 27 di 51
---	-------------	------------------------------------	-------	--------------------

Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

Il *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from CAPable faults*) ha consentito di escludere la presenza di "faglie capaci", ovvero di lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche.

#### 7.4. Categoria di sottosuolo

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, ai sensi del D.M. del 1701.2018, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il "bedrock" attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio ( $V_s$ ).

Con l'approccio semplificato, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alla configurazione stratigrafica ed i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

essendo:

$h_i$  = spessore dello stato  $i$ -esimo,

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato,

$N$  = numero di strati,

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali. Per depositi con profondità del substrato  $> 30$  m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$  ottenuto ponendo  $H = 30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le «*Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni*», un sito può essere classificato attraverso il valore delle  $V_{s,eq}$  con l'appartenenza alle differenti categorie sismiche; ovvero:

- A]** ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B]** rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C]** depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;
- D]** depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;
- E]** terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Benché in corrispondenza dell'area che ospiterà il parco eolico è acclarata la presenza del substrato roccioso subaffiorante o sotto una copertura terrigena di spessore submetrico, non disponendo di riscontri sperimentali sito-specifici, in questa fase è opportuno adottare cautelativamente una **categoria di sottosuolo di tipo "B"**.

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 28 di 51
---	-------------	------------------------------------	-------	--------------------

## 8. Pericolosità geologica

### 8.1. Pericolosità sismica

La bassa sismicità dell'Isola fa escludere elementi di pericolosità sismica che possano compromettere l'integrità e la fruibilità dell'opera in progetto.

### 8.2. Pericolosità idrogeologica

L'assetto idrogeologico locale del settore sud del parco eolico è condizionato dalla presenza delle rocce carbonatiche della Formazione di Villasalto. Nella cartografia tematica allegata al PPR a tale formazione è assegnata permeabilità bassa per fratturazione, mentre nelle note illustrative della carta Geologica Senorbì (CARG) è assegnata permeabilità medio-alta per carsismo.

Assumendo per queste litologie una permeabilità medio-alta, stante lo spessore ettometrico e la conformazione dei luoghi, è probabile che la circolazione idrica si sviluppi a profondità da decametriche a ettometriche. Le metasiltiti e metarenarie della Formazione di Pala Manna rappresentano litologie poco permeabili a meno di condizioni di elevata fratturazione. Coerentemente con la presenza di matrice argillosa anche i conglomerati della formazione di Ussana presentano una permeabilità modesta e la circolazione idrica è concentrata all'interfaccia con le sottostanti metasiltiti, quindi a profondità decametrica. La coltre detritica superficiale, a causa dei suoi modesti spessori e delle caratteristiche granulometriche è poco recettiva ad ospitare una falda freatica.

Per le previste quote di progetto, non sussistono i presupposti affinché le opere possano influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

### 8.3. Subsidenza

Se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, la subsidenza è irrilevante tra i processi morfodinamici dell'Isola: gli unici fenomeni riconducibili a subsidenza sono i "sink-holes" localizzati negli hinterland di Carbonia ed Iglesias.

Sebbene il settore meridionale e centrale del parco eolico si sviluppino su litologie suscettibili di fenomeni carsici, non sono noti nell'area doline, sink-hole o altre tipologie di subsidenza naturale. Analogamente, non si è a conoscenza di abbassamenti del suolo provocati dallo sfruttamento delle falde acquifere.

### 8.4. Pericolosità da frana

Tutti gli interventi in parola ricadono nel Sub-Bacino del Flumendosa, Campidano, Cixerri.

Dalla consultazione della cartografia allegata al PAI regionale per i siti designati ad ospitare le torri eoliche non sono indicate condizioni di pericolosità da frana. Occorre tuttavia segnalare che, come si evince dalla cartografia regionale richiamata in Figura 17 in materia di frane è in continuo aggiornamento e, per l'areale in oggetto, appare visibilmente incompleta.

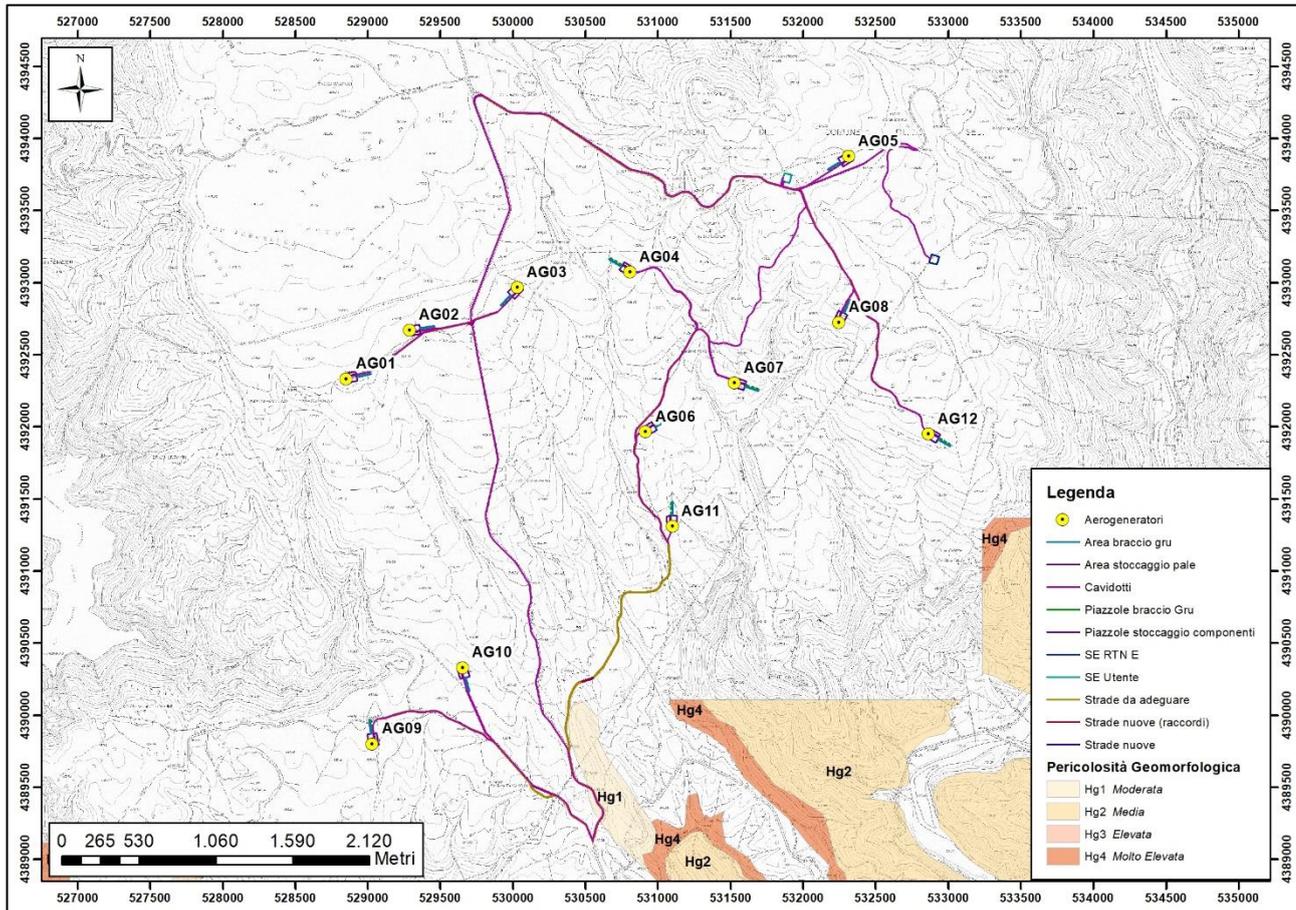


Figura 17 - Stralcio della carta della pericolosità da frana Hg (Rev. 42) estratta dal PAI regionale.

L'analisi della morfologia al contorno dei siti specifici non suggerisce situazioni di pericolo alla condizione che le piazzole gli stradelli e i cavidotti così come le torri siano posizionate a distanza di sicurezza dal margine dell'altopiano ove, il naturale processo di arretramento dei versanti potrebbe a lungo termine interferire con le opere in progetto come suggerito dalla presenza di aree a pericolosità media da frana, Hg2, su alcuni dei versanti che bordano il rilievo in oggetto.

#### 8.5. Pericolosità idraulica

Le cartografie ufficiali di cui al Piano di Assetto Idrogeologico, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali e il Piano Gestione e Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) non indicano per i siti che ospiteranno le torri eoliche alcuna criticità idraulica. Dalla medesima fonte cartografica ufficiale, risulta che né gli areali di intervento né le aree limitrofe siano state allagate in concomitanza del cosiddetto "ciclone Cleopatra".

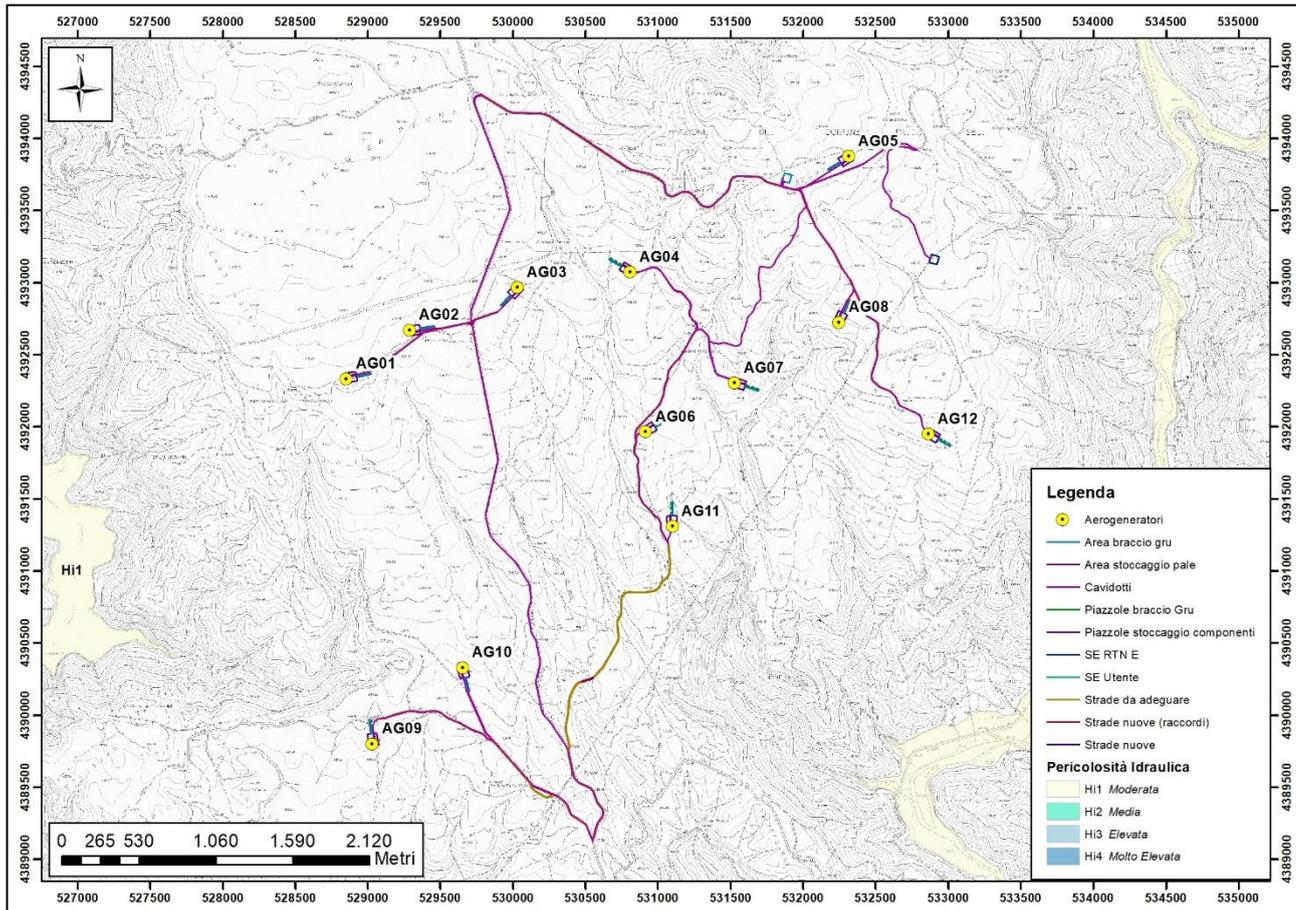


Figura 18 - Stralcio della carta della pericolosità idraulica Hi (Rev. 59) estratta dal PAI regionale.

Come rappresentato in Figura 18 le uniche aree interessate da pericolo idraulico sono circoscritte alle valli fluviali principali a una distanza dell'ordine dei chilometri dai siti d'intervento.

Allo stato attuale non sono stati ravvisati elementi predisponenti condizioni di pericolosità idraulica, risultando i siti individuati per le torri eoliche in posizione marginale rispetto alle principali linee di deflusso delle acque di dilavamento superficiale.

## 9. Modello geotecnico

### 9.1. Modello geotecnico preliminare

Non essendo eseguita al momento alcuna campagna di indagine diretta, la caratterizzazione litotecnica viene effettuata, in via preliminare e del tutto indicativa, sulla base di dati provenienti da letteratura tecnica coadiuvate da informazioni estrapolate da indagini pregresse svolte in contesti geologici analoghi.

Il sottosuolo che ospiterà l'impianto eolico vede la presenza, da AG\_01 a AG\_12 di un substrato calcareo-dolomitico litoide, appartenente alla Formazione di Dorgali (DOR) da affiorante a sub-affiorante in quanto sormontato da una coltre eluvio-colluviale [b2] di spessore solitamente molto modesto (da pluri-decimetrico a raramente di oltre 1 m). Coerentemente con la variabilità litologica dei terreni di fondazione degli aerogeneratori **non è possibile fornire un'unica stratigrafia rappresentativa dell'area del parco eolico**. Pertanto, schematicamente ed ai fini applicati che interessano, vengono forniti i dati geotecnici relativi alle sole unità litologiche interessate dalle opere di fondazione delle torri eoliche, ovvero **b2** e **DOR**, da utilizzare in sede di verifiche geotecniche, basata sui dati provenienti da prove eseguite su terreni simili per altre iniziative edilizie.

#### Unità b2

##### **Litotipo**

Deposito costituito da terre sabbiose e limo-argillose con scheletro clastico più o meno presente, interessato da fenomeni di pedogenesi ± intensi

<b>Spessore</b>	Da centimetrico a metrico, raramente plurimetrico (1.0 m max).
<b>Struttura</b>	Da pseudo-stratificata a massiva
<b>Porosità</b>	Primaria
<b>Permeabilità</b>	Da modesta a elevata in funzione della granulometria prevalente.
<b>Drenaggio</b>	Possibilità di formazione di ristagni idrici in zone sub-pianeggianti laddove prevale la componente residuale argillosa (ad esempio altopiano carbonatico di Orboredu)
<b>Compressibilità</b>	Da moderata ad elevata
<b>Predisposizione all'erosione</b>	Da media a elevata, crescente con l'aumento di acclività
<b>Predisposizione alla franosità</b>	Da media a alta nelle per fenomeni franosi corticali (creep, colate di fango e/o detrito) in particolari condizioni morfologiche (elevata pendenza), vegetazionali (degrado elevato della coltre vegetale) e meteorologiche (precipitazioni violente). Stabile in aree sub-orizzontali.
<b>Coesione</b>	0,05÷0,30 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Angolo d'attrito</b>	21÷25°
<b>Peso di volume naturale</b>	1,80÷1,90 g/cm <sup>3</sup>
<b><u>Unità Litotecnica DOR</u></b>	
<b>Litotipo</b>	Roccia sedimentaria costituita da calcari, calcari marnosi e calcari dolomitici da stratificati a massivi interessata da fratturazione più o meno spaziata e da fenomeni di dissoluzione carsica.
<b>Spessore</b>	Pluridecamentrico
<b>Struttura</b>	Da stratificata a massiva
<b>Porosità</b>	Per fratturazione e carsismo
<b>Permeabilità secondaria</b>	(per fratturazione e carsismo) da moderata a elevata in funzione della fratturazione e dei fenomeni carsici a quest'ultima connessi. Questo aspetto favorisce la formazione di aree endoreiche interne agli altopiani
<b>Compressibilità</b>	Praticamente incompressibile sino al raggiungimento delle condizioni a rottura
<b>Alterazione</b>	Assente
<b>Predisposizione all'erosione</b>	Da bassa a moderata
<b>Famiglie di discontinuità</b>	Generalmente non superiori a tre, esclusa la stratificazione
<b>Indice R.M.R.</b>	Classe di qualità dell'ammasso roccioso variabile tra I e II in funzione dell'orientamento dei giunti e della strutturazione tettonica
<b>Predisposizione alla franosità</b>	Generalmente elevata per crollo e ribaltamento di blocchi lungo le pareti naturali che bordano gli affioramenti. Condizioni di elevata franosità per crollo/ribaltamento si osservano anche nei fronti artificiali realizzati nel corso di attività estrattive. Possibilità di crolli per sprofondamento laddove sono presenti fenomeni di carsismo prossimi alla superficie a sviluppo sia orizzontale (grotte) sia verticale (inghiottitoi).
<b>Coesione</b>	3,00÷5,00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Angolo d'attrito</b>	35÷42°
<b>Peso di volume naturale</b>	2,4÷2,6 g/cm <sup>3</sup>

## 9.2. Stima della capacità portante dei terreni di fondazione

Sulla base di quanto esposto si prevede che la quasi totalità delle strutture di fondazione degli aerogeneratori andranno a poggiare sul basamento lapideo mesozoico di natura carbonatica [**Unità litotecnica DOR**].

Ad esclusione della coltre detritica superficiale ed alcune facies di alterazione corticale della roccia, i suddetti substrati offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali. Per detti motivi si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento in progetto, fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 32 di 51
---	-------------	------------------------------------	-------	--------------------

l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione.

Tale campagna dovrà chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e dissipare qualsiasi incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo (ad esempio lo spessore e caratteristiche litotecniche della coltre detritica olocenica e del cosiddetto "cappellaccio di alterazione della roccia"), con valutazione della tipologia dei prodotti di alterazione, proprietà geomeccaniche dei diversi substrati rocciosi, ovvero affinare il modello geologico per orientare al meglio le scelte progettuali, nonché per individuare l'ottimale profondità per la posa delle opere fondali dei manufatti in elevazione e della viabilità di accesso.

Fatto salvo la necessità e l'obbligo di supportare le valutazioni rappresentate in questa sede con i dati provenienti dalle indagini geognostiche puntuali eseguite ad hoc, per fondazioni dirette sul substrato carbonatico, cautelativamente si possono assumere valori di capacità portante dell'ordine di **2,5 daN/cm<sup>2</sup>**, senza che si manifestino cedimenti di entità apprezzabile o comunque pregiudizievoli per la stabilità delle strutture in progetto.

ESCLALA  CONSULENZA E PROGETTI	Wind	Srl	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-01	Rev 0	Pagina 33 di 51
---	------	-----	------------------------------------	-------	--------------------

## 10. Conclusioni

Dagli elementi esaminati, l'assetto geologico del settore ove si prevede la realizzazione dell'impianto eolico in progetto si caratterizza per la presenza di un basamento litoide affiorante o sormontato da una coltre pluridecimetrica eluvio-colluviale, rimaneggiata nella porzione sommitale.

Le scarse caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura, in ragione dell'elevata componente argillosa plastica che rende i terreni suscettibili a rigonfiamento e contrazione con il variare del grado di umidità, pongono limitazioni nella scelta della tipologia fondale. Pertanto si potranno prevedere fondazioni dirette solo con piano di posa nel substrato litificato. Coerentemente con la contesto topografico dei siti designati per il posizionamento degli aerogeneratori, nonostante l'assenza di indagini geognostiche svolte ad hoc si può escludere la necessità di utilizzare fondazioni profonde.

La coesione insita anche nella coltre terrigena sommitale assicura la tenuta delle pareti di scavo anche per pendenze prossime alla verticalità a medio termine (settimane) purché in condizioni asciutte. La giacitura sub-orizzontale o debolmente inclinata delle formazioni vulcaniche non predispone a fenomeni di instabilità durante le operazioni di sbancamento, nemmeno se a sezione obbligata. Durante la stagione piovosa, a medio/lungo termine (settimane/mesi) potrebbero manifestarsi locali crolli di detrito.

Riguardo gli aspetti idrogeologici la predominanza di rocce carbonatiche, contraddistinte da permeabilità medio alta, non consente a una prima analisi di escludere qualsiasi interazione tra scavi e flussi idrici sotterranei, tuttavia, considerato lo spessore decametrico della formazione e la morfologia dei luoghi, è probabile che la circolazione idrica si sviluppi a profondità decametriche.

La configurazione planoaltimetria ed orografica del settore e la posizione dei singoli aerogeneratori su superfici tabulari o su pendio a modesta pendenza, associate all'assenza di fattori potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi, favorisce diffuse condizioni di stabilità morfologica.

Non si prevede altresì che l'evoluzione morfodinamica naturale delle aree coinvolte possa in qualche modo compromettere la funzionalità delle opere per dissesti di tipo idraulico in quanto i siti di intervento ricadono in posizioni prive di pericolosità da inondazione/allagamento.

Non si ritiene inoltre che gli interventi da realizzare, compresa la viabilità di servizio e gli scavi per i cavidotti, possano alterare le attuali dinamiche di deflusso superficiale, non trovandosi gli stessi in corrispondenza di elementi del reticolo idrografico o in prossimità dei principali corsi d'acqua.

Per detti motivi si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento in progetto, fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione.

Tale campagna dovrà chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e dissipare qualsiasi incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo ed orientare la scelta della tipologia di fondazione ed il relativo dimensionamento.

## 11. Schede sito

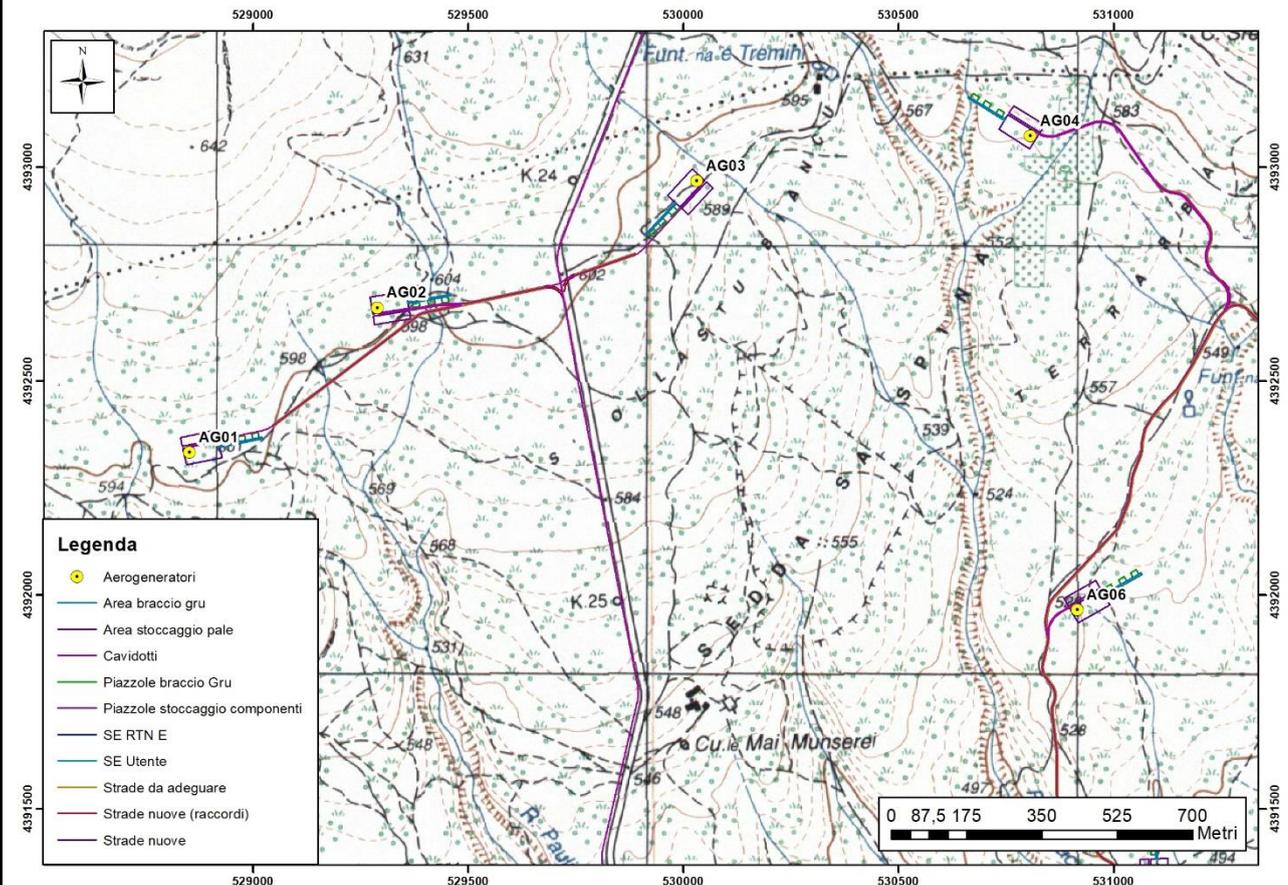
### AEROGENERATORI AG\_01, AG\_02, AG\_03, AG\_04 e AG\_06

#### ACCESSIBILITÀ

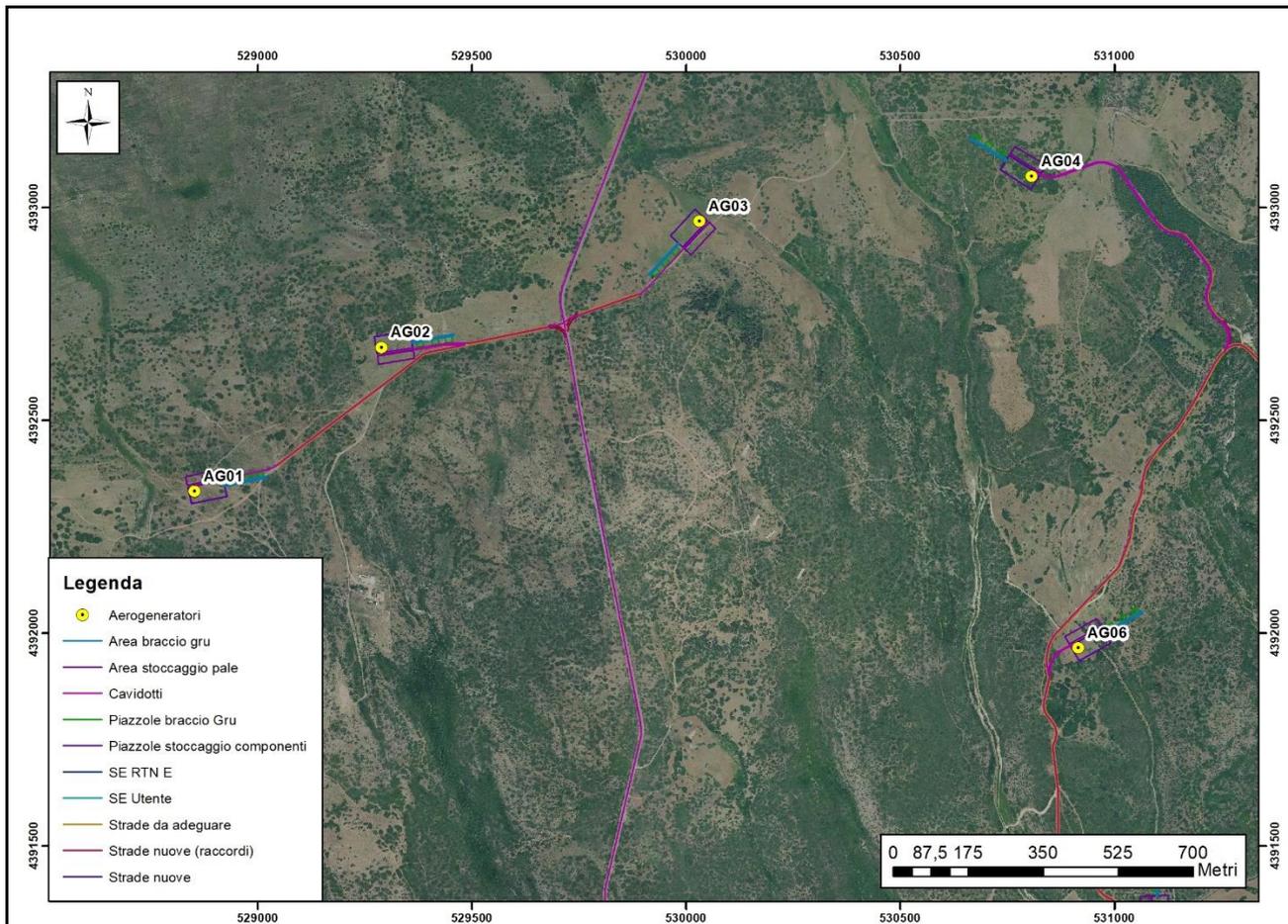
Presenza di stradelli in terra battuta, spesso con substrato roccioso affiorante, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dalla SP53.

In molti tratti gli stradelli sono delimitati da muretti a secco e recinzioni metalliche.

In alcuni casi gli stradelli consentono l'avvicinamento fino a poche decine di metri dai siti, mentre per altri casi occorrono nuovi stradelli che comunque attraverseranno aree a debole pendenza.



Inquadramento IGM 1:25.000.


**Inquadramento Ortofoto RAS 2019.**

**Vista panoramica sito AG\_01**



**Vista panoramica sito AG\_02.**



**Vista panoramica sito AG\_03.**



**Vista panoramica sito AG\_04.**



**Vista panoramica sito AG\_06.**


**Substrato litoide nei pressi del sito AG\_03.**

<b>NATURA DEL SUBSTRATO</b>	<p>Copertura costituita da un livello pedogenizzato di spessore decimetrico con sparsi blocchi decimetrici di calcare molto compatto.</p> <p>Il substrato lapideo, spesso affiorante, è rappresentato, in accordo con la carta geologica allegata al PPR e con le osservazioni sul terreno, da calcari dolomitici, complessivamente di spessore pluridecametrico.</p>
<b>ASSETTO MORFOLOGICO</b>	<p>I siti sono ubicati lungo la parte sommitale dell'altopiano a NW di Escalaplano.</p> <p>Tale altopiano presenta una superficie debolmente ondulata mentre i versanti che lo delimitano hanno pendenze variabili, generalmente intorno al 40% e potrebbero essere soggette localmente a lenti fenomeni di arretramento del versante per caduta di blocchi.</p> <p>Nel complesso il settore si configura come una zona caratterizzata sulla sommità da una morfologia sub-pianeggiante con substrato roccioso spesso affiorante.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenetici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<p>La permeabilità del substrato, medio-alta per carsismo e fratturazione, fa sì che il reticolo idrografico superficiale sia praticamente assente e che i flussi idrici avvengano a livello sotterraneo.</p> <p>La conformazione morfologica e la natura del substrato suggeriscono che i flussi idrici sotterranei legati a carsismo si sviluppino a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Non si rilevano pozzi o sorgenti in corrispondenza dei siti designati per ospitare le torri eoliche.</p>
<b>CRITICITÀ GEOLOGICHE</b>	<p>I siti specifici sono esenti da fattori predisponenti a pericolo di frana. Considerato che la cartografia PAI appare incompleta in questa zona, e data l'uniformità morfologica di tutti i versanti che delimitano il rilievo su cui è previsto il parco eolico in progetto, si ritiene più verosimile assumere un pericolo medio da frana su tutte le aree in pendenza che delimitano l'altopiano.</p> <p>L'assenza di elementi idrografici e la posizione dei siti, posti sulla sommità di un altopiano non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.</p>
<b>ALTRE CRITICITÀ</b>	<p>Da una prima analisi non si rilevano criticità rilevanti.</p> <p>I siti che ospiteranno le torri sono raggiungibili soltanto da stradelli in terra battuta a tratti molto accidentati e non sempre percorribili da mezzi pesanti, che distano comunque poche decine o centinaia di metri dai siti specifici.</p>
<b>SCAVABILITÀ</b>	<p>Escavatore e impiego di mezzi demolitori di elevata potenza e martello demolitore.</p>

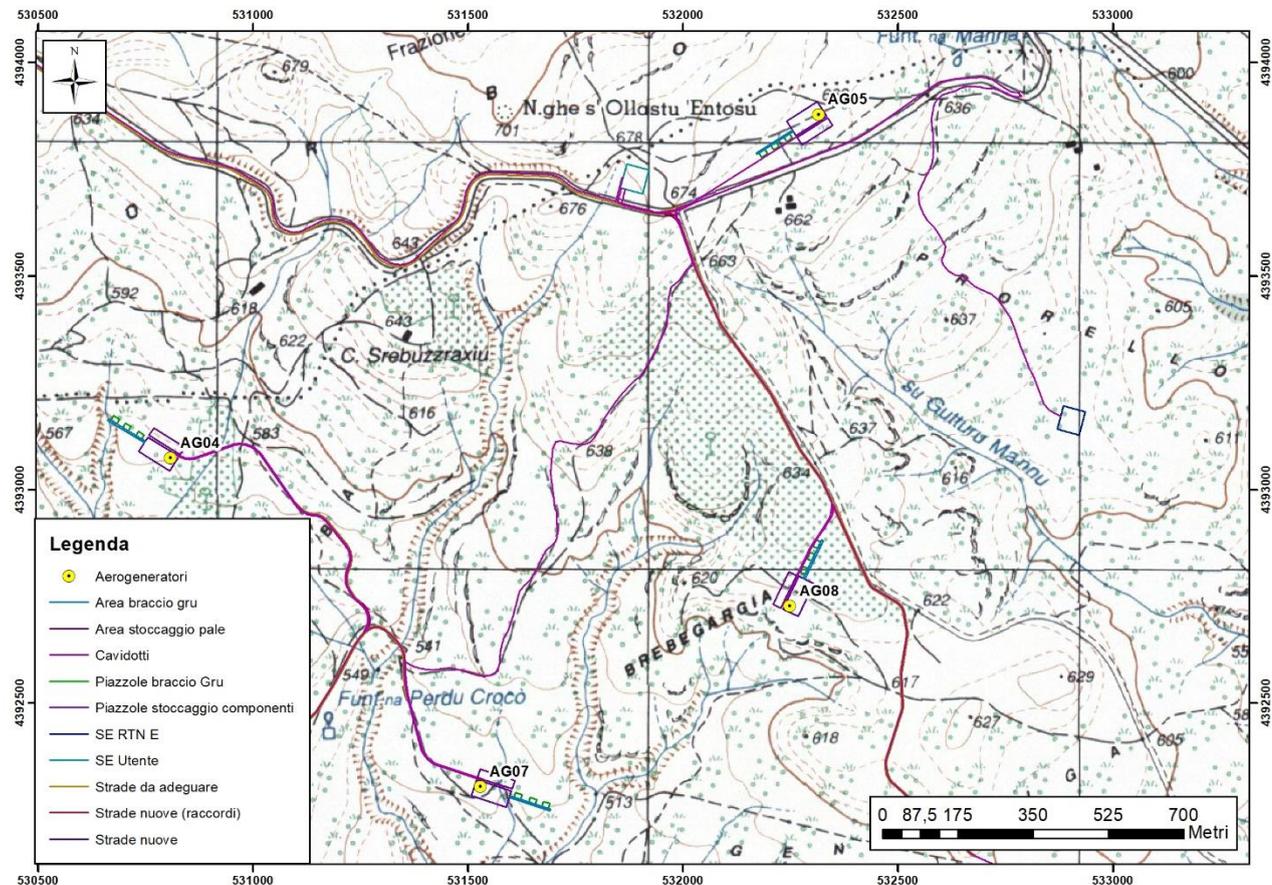
<b>STRADE E CAVIDOTTO</b>	Il cavidotto sfrutterà le strade preesistenti per poi proseguire su tracciato di nuova realizzazione.
<b>NECESSITÀ APPROFONDIMENTI GEOGNOSTICI</b>	<p><b>DI</b> Allo stato attuale delle conoscenze non si dispone di dati sito-specifici per definire lo spessore della coltre terrigena di copertura, né delle caratteristiche geotecniche del substrato lapideo.</p> <p>Le osservazioni qualitative svolte in situ suggeriscono uno spessore della coltre terrigena trascurabile e buone caratteristiche geotecniche del substrato.</p> <p>Può essere escluso il ricorso a fondazioni di tipo profondo.</p> <p>Proposta di indagini geognostiche e geotecniche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sondaggi a carotaggio continuo approfonditi mediamente 10÷15 m</li> <li>– prove di laboratorio geotecnico</li> <li>– stendimento sismico MASW</li> <li>– sezione di sismica a rifrazione</li> </ul>

**AEROGENERATORI AG\_05, AG\_07 e AG\_08**
**ACCESSIBILITÀ**

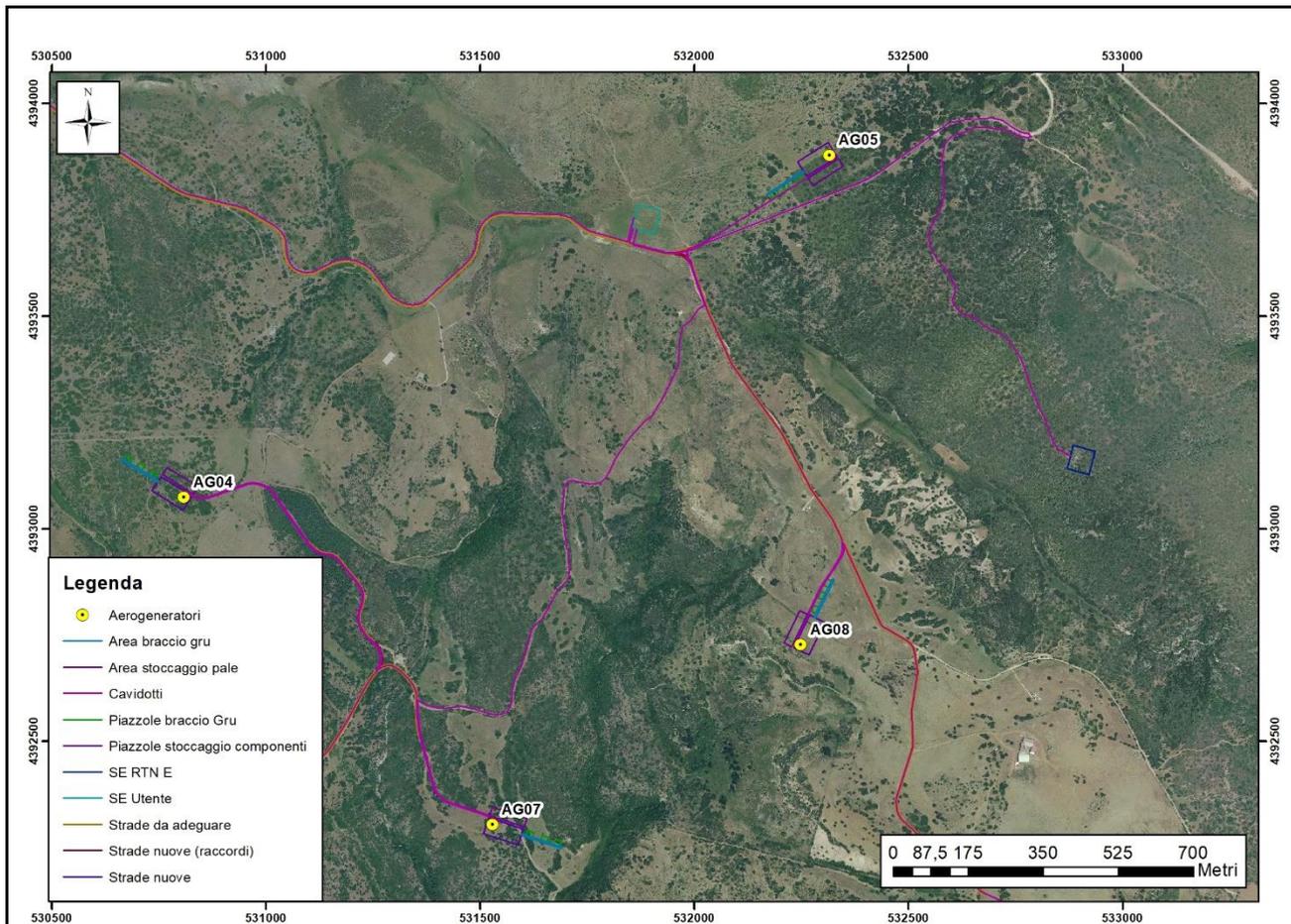
Presenza di stradelli in terra battuta, spesso con substrato roccioso affiorante, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dalla SP53 e dalla strada comunale che accede alla Diga del Flumineddu.

In molti tratti gli stradelli sono delimitati da muretti a secco e recinzioni metalliche.

In alcuni casi gli stradelli consentono l'avvicinamento fino a poche decine di metri dai siti, mentre per altri casi occorrono nuovi stradelli che comunque attraverseranno aree a debole pendenza.



Inquadramento IGM 1:25.000.


**Inquadramento Ortofoto RAS 2019.**

**Vista panoramica sito AG\_05.**



**Stradello di avvicinamento al sito AG\_05.**



**Vista panoramica sito AG\_07.**



**Stradello di avvicinamento al sito AG\_07.**



**Vista panoramica sito AG\_08.**



**Substrato litologico fratturato, affiorante nei pressi di AG\_05 appartenente alla Formazione di Dorgali.**

<b>NATURA DEL SUBSTRATO</b>	<p>Copertura costituita da un livello pedogenizzato di spessore decimetrico con sparsi blocchi decimetrici di calcare molto compatto.</p> <p>Il substrato lapideo, spesso affiorante, è rappresentato, in accordo con la carta geologica allegata al PPR e con le osservazioni sul terreno, da calcari dolomitici appartenenti alla Formazione di Dorgali, complessivamente di spessore pluridecimetrico.</p>
<b>ASSETTO MORFOLOGICO</b>	<p>I siti sono ubicati lungo la parte E e NE dell'altopiano di Orboedu a NE di Escalaplano, in particolare nella sua parte nordorientale, ove va a rastremarsi per formare una dorsale dalla sommità sub pianeggiante inclinata verso SW.</p> <p>I versanti che lo delimitano hanno pendenze variabili, generalmente intorno al 40% e potrebbero essere soggetti localmente a lenti fenomeni di arretramento del versante per caduta di blocchi.</p> <p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata sulla sommità da una morfologia sub-pianeggiante con substrato roccioso spesso affiorante come nei pressi di Nuraghe Ollastu Entosu ai confini con l'isola amministrativa di Seui.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenetici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<p>La permeabilità del substrato, medio-alta per carsismo e fratturazione, fa sì che il reticolo idrografico superficiale sia praticamente assente e che i flussi idrici avvengano a livello sotterraneo.</p> <p>La conformazione morfologica e la natura del substrato suggeriscono che i flussi idrici sotterranei legati a carsismo si sviluppino a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Non si rilevano pozzi o sorgenti in corrispondenza dei siti designati per ospitare le torri eoliche.</p>
<b>CRITICITÀ GEOLOGICHE</b>	<p>I siti specifici sono esenti da fattori predisponenti a pericolo di frana. Considerato che la cartografia PAI appare incompleta in questa zona, e data l'uniformità morfologica di tutti i versanti che delimitano il rilievo su cui è previsto il parco eolico in progetto, si ritiene più verosimile assumere un pericolo medio da frana su tutte le aree in pendenza che delimitano l'altopiano.</p> <p>L'assenza di elementi idrografici e la posizione dei siti, posti sulla sommità di un altopiano non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.</p>

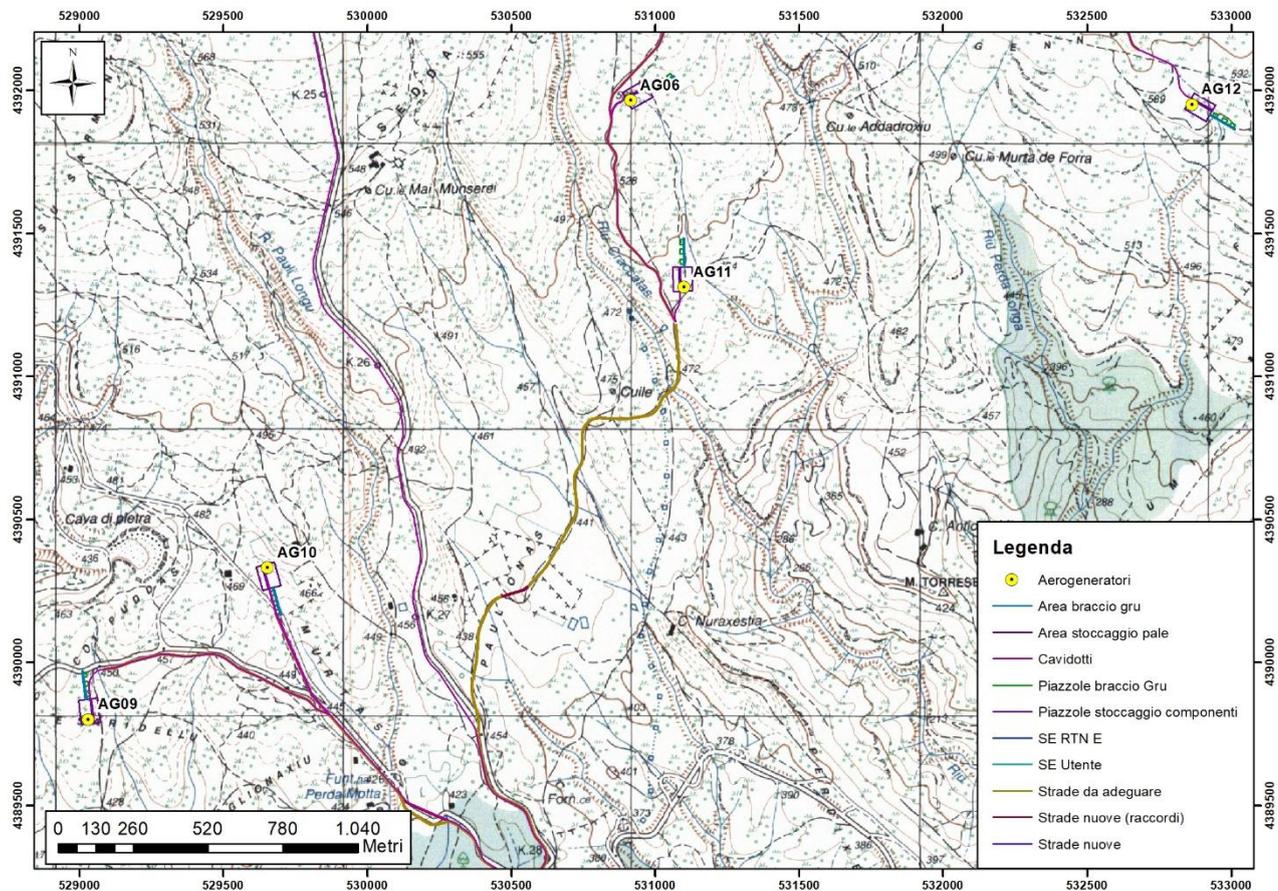
<b>ALTRE CRITICITÀ</b>	<p>Da una prima analisi non si rilevano criticità rilevanti.</p> <p>I siti che ospiteranno le torri sono raggiungibili soltanto da stradelli in terra battuta a tratti molto accidentati e non sempre percorribili da mezzi pesanti, che distano comunque poche decine o centinaia di metri dai siti specifici.</p>
<b>SCAVABILITÀ</b>	Escavatore e impiego di mezzi demolitori di elevata potenza e martello demolitore.
<b>STRADE E CAVIDOTTO</b>	Il cavidotto sfrutterà le strade preesistenti per poi proseguire su tracciato di nuova realizzazione.
<b>NECESSITÀ APPROFONDIMENTI GEOGNOSTICI</b>	<p>Allo stato attuale delle conoscenze non si dispone di dati sito-specifici per definire lo spessore della coltre terrigena di copertura, né delle caratteristiche geotecniche del substrato lapideo. Le osservazioni qualitative svolte in situ suggeriscono uno spessore della coltre terrigena trascurabile e buone caratteristiche geotecniche del substrato.</p> <p><b>DI</b> Può essere escluso il ricorso a fondazioni di tipo profondo.</p> <p>Proposta di indagini geognostiche e geotecniche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sondaggi a carotaggio continuo approfonditi mediamente 10÷15 m</li> <li>– prove di laboratorio geotecnico</li> <li>– stendimento sismico MASW</li> <li>– sezione di sismica a rifrazione</li> </ul>

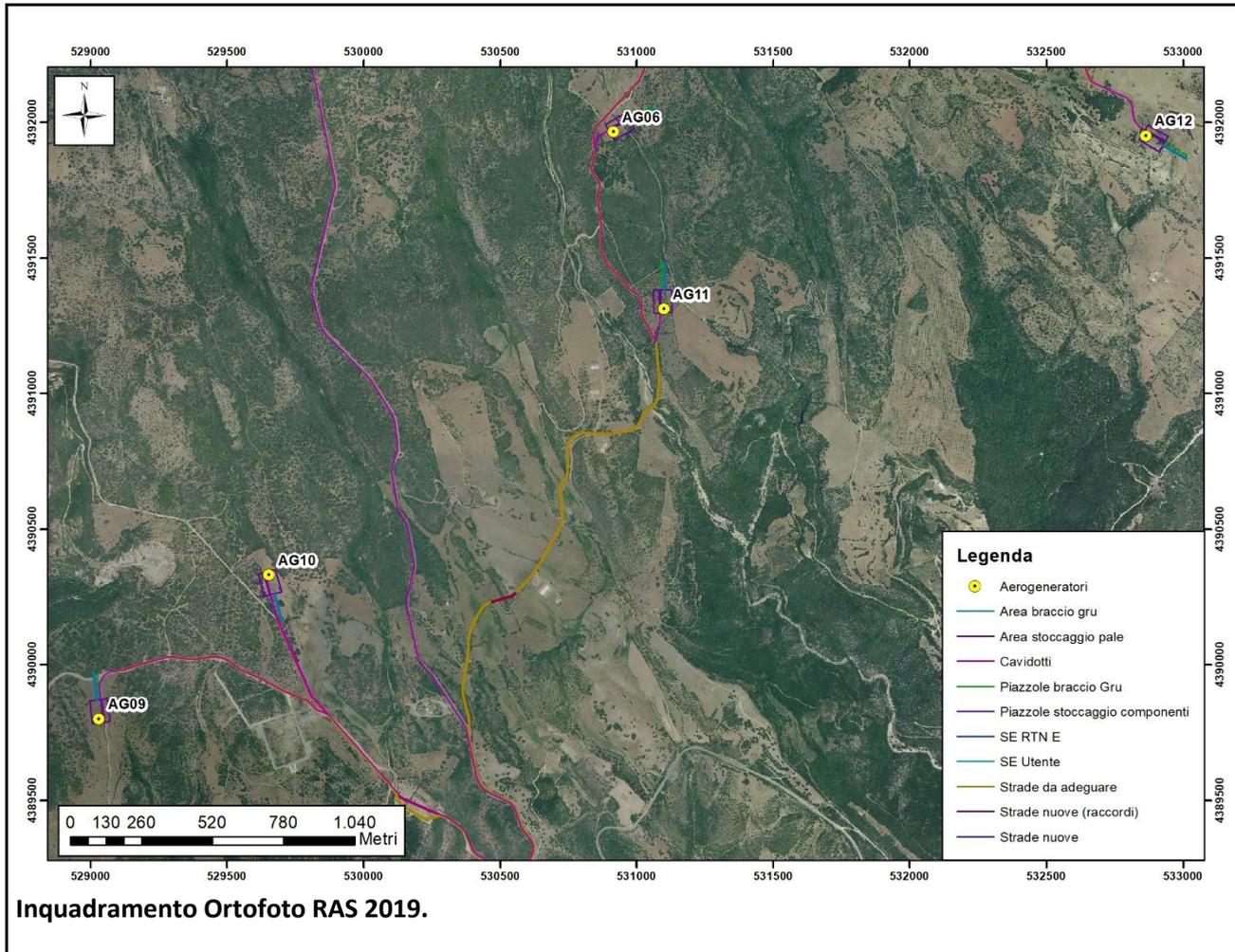
**AEROGENERATORI AG\_09, AG\_10 e AG\_11 E AG\_12**
**ACCESSIBILITÀ**

Presenza di stradelli in terra battuta, talvolta con substrato roccioso affiorante, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dalla SS387.

In molti tratti gli stradelli che permettono l'avvicinamento al settore da est hanno pendenze molto elevate e sono solcati da incisioni legate allo scorrimento di acque superficiali divenendo impercorribili anche da comuni fuoristrada.

Nel caso T09 e T10 gli stradelli consentono l'avvicinamento fino a poche decine di metri dai siti, mentre per T11 occorrono nuovi stradelli.





**Vista panoramica sito AG\_09.**



**Stradello di avvicinamento al sito AG\_09.**



**Vista panoramica al sito AG\_10.**



**Vista panoramica sito AG\_11.**



**Vista panoramica sito AG\_12.**



**Substrato litologico fratturato, affiorante nei pressi di AG\_09 appartenente alla Formazione di Dorgali.**

<b>NATURA DEL SUBSTRATO</b>	<p>Copertura costituita da un livello pedogenizzato di spessore decimetrico con sparsi blocchi decimetrici di rocce carbonatiche.</p> <p>Il substrato lapideo, quando affiorante, è rappresentato, in accordo con la carta geologica allegata al PPR e con le osservazioni sul terreno, dalle rocce calcareo-dolomitiche della Formazione di Dorgali, che presenta complessivamente uno spessore pluridecametrico.</p>
<b>ASSETTO MORFOLOGICO</b>	<p>I siti sono ubicati nella parte meridionale dell'altopiano di Orboredu che presenta una morfologia sub-pianeggiante su cui si sviluppa gran parte del parco eolico.</p> <p>I versanti che lo delimitano hanno pendenze variabili, generalmente intorno al 40% e potrebbero essere soggetti localmente a lenti fenomeni di arretramento del versante per caduta di blocchi.</p> <p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante con substrato roccioso spesso affiorante.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenetici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<p>La permeabilità del substrato è medio-alta per carsismo e fratturazione ma superficialmente, nelle coltri eluvio-colluviali, è medio-alta per porosità.</p> <p>I flussi idrici sotterranei avvengono mediamente a profondità decametriche; la presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Non si rilevano pozzi o sorgenti in corrispondenza dei siti designati per ospitare le torri eoliche.</p>

<b>CRITICITÀ GEOLOGICHE</b>	<p>I siti specifici sono esenti da fattori predisponenti a pericolo di frana. Considerato che la cartografia PAI appare incompleta in questa zona, e data l'uniformità morfologica di tutti i versanti che delimitano il rilievo su cui è previsto il parco eolico in progetto, si ritiene più verosimile assumere un pericolo medio da frana su tutte le aree in pendenza che delimitano l'altopiano.</p> <p>L'assenza di elementi idrografici e la posizione dei siti, posti sulla sommità di un altopiano non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.</p>
<b>ALTRE CRITICITÀ</b>	<p>Da una prima analisi non si rilevano criticità rilevanti.</p> <p>I siti che ospiteranno le torri sono raggiungibili soltanto da stradelli in terra battuta a tratti molto accidentati e non sempre percorribili da mezzi pesanti, che distano comunque poche decine o centinaia di metri dai siti specifici.</p>
<b>SCAVABILITÀ</b>	Escavatore e impiego di mezzi demolitori di elevata potenza e martello demolitore.
<b>STRADE E CAVIDOTTO</b>	Il cavidotto sfrutterà le strade preesistenti per poi proseguire su tracciato di nuova realizzazione.
<b>NECESSITÀ APPROFONDIMENTI GEOGNOSTICI</b>	<p>Allo stato attuale delle conoscenze non si dispone di dati sito-specifici per definire lo spessore della coltre terrigena di copertura, né delle caratteristiche geotecniche del substrato lapideo.</p> <p>Le osservazioni qualitative svolte in situ suggeriscono uno spessore della coltre terrigena trascurabile e buone caratteristiche geotecniche del substrato.</p> <p><b>DI</b> Può essere escluso il ricorso a fondazioni di tipo profondo.</p> <p>Proposta di indagini geognostiche e geotecniche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sondaggi a carotaggio continuo approfonditi mediamente 10÷15 m</li> <li>– prove di laboratorio geotecnico</li> <li>– stendimento sismico MASW</li> <li>– sezione di sismica a rifrazione</li> </ul>