

Escala Wind S.r.l.

# Parco Eolico Escala sito nel Comune di Escalaplano

Relazione geologico – geotecnica delle opere RTN

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 delle  
opere RTN**

N° Documento:

**IT-VesEsc-CLP-GEO-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

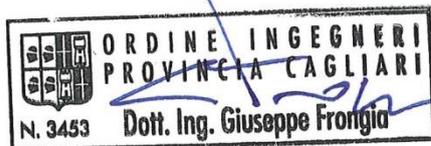
Tel. /Fax +39.070.658297

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



*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>8</b>
2.1 Contesto geologico dell'area vasta.....	8
2.2 Stratigrafia dei terreni di fondazione .....	12
2.3 Assetto idrogeologico .....	14
<b>3 Sismicità storica del sito .....</b>	<b>14</b>
3.1 Aspetti geotecnici .....	16
3.1.1 Modello geotecnico preliminare .....	16
3.1.2 Stima della capacità portante dei terreni di fondazione .....	16
<b>1. ALLEGATI GRAFICI .....</b>	<b>17</b>

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 Premessa

La Società Escala Wind Srl <sup>(1)</sup> (società di proprietà di Wind Power Development A/S, controllata da Vestas Wind Systems A/S) ha in programma la costruzione di un impianto eolico in agro di Escalaplano (Provincia del Sud Sardegna) composto da n. 12 aerogeneratori della potenza unitaria di 6,0 MW per una potenza complessiva in immissione di 72 MW.

In accordo con la Soluzione Tecnica Minima Generale rilasciata dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, ai fini della connessione alla RTN è richiesta la realizzazione delle seguenti opere di rete:

- 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.

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., facente parte del gruppo di progettazione, alla stesura della presente «Relazione Geologica e Geotecnica» quale corredo obbligatorio del Progetto delle opere di rete 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 della scrivente, 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»;

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

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

- **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;
  - **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

La società Terna ha rilasciato alla Società Escala Wind S.r.l. la "Soluzione Tecnica Minima Generale" Cod. Prat. 202100637 del 19.07.2021. Lo schema di allacciamento alla RTN prevede la connessione in antenna a 150 kV con una nuova SE di smistamento 150 kV RTN da inserire in entra-esce alla linea aerea 150 kV "Goni – Ulassai" da collegare tramite due nuovi elettrodotti 150 kV ad una nuova SE 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius".

Il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) Rete in cavo interrato in MT a 30 kV dall'impianto di produzione alla stazione di trasformazione utente 30/150kV;
- b) stazione elettrica di trasformazione utente 30/150 kV di Escalaplano;
- c) Stazione elettrica di smistamento 150 kV di Escalaplano;
- d) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE trasformazione 30/150 kV e la SE di smistamento 150 kV;
- e) N.2 raccordi alla linea 150 kV "Goni – Ulassai";
- f) 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 opere di cui ai punti a), b), e d) costituiscono opere di utenza del proponente. L'opera al punto c), e) ed f) costituiscono opere RTN.

La presente relazione geologica si riferisce esclusivamente alle opere di rete.

La nuova stazione di smistamento 150 kV sarà inserita in modalità entra-esce in corrispondenza dei sostegni della linea RTN 150 kV "Goni – Ulassai" P36 e P37 distanti tra loro circa 517 metri.

Per realizzare l'entra-esce saranno installati due nuovi sostegni e precisamente P.36/1 (posto a circa 82 metri dal sostegno esistente P.36 in direzione Goni) e P.36/2 (posto a circa 290 metri dal sostegno esistente P.37 in direzione Ulassai) Inoltre, sarà demolito un tratto di linea di 144 metri compreso tra i nuovi tralicci di progetto.

I raccordi dai nuovi sostegni P.36/1 e P.36/2 ai portali della stazione avranno una lunghezza rispettivamente di 81 metri e 79 metri, ed avranno un'altezza utile di 21 m (Rif. Dis. S288-PG03-D "Planimetria cartografia – Ortofoto, S288-PG04-D "Planimetria cartografia– Catastale con interventi", S288-PR01-D "Profilo altimetrico").

Il comune interessato per la realizzazione dei raccordi è il solo comune di Escalaplano, provincia di Sud Sardegna.

<p>ESCLALA Wind Srl</p>  <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI	<p>N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-02</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 6 di 17</p>
---	--	--------------	---------------------------

Per quanto riguarda gli elettrodotti aerei 150kV “Escalaplano – Sanluri”, le linee partono dai portali della nuova stazione di smistamento a 150 kV di Escalaplano di Terna ed avranno una lunghezza di circa 46 km e saranno posizionate parallelamente per tutta l’estensione ad una distanza di circa 25 metri.

Saranno posizionati N.122 nuovi sostegni per linea (244 sostegni in totale) di altezza variabile dai 18 ÷ 33 m. Non si prevede di demolire sostegni esistenti, ma risulta necessario invece necessario demolire un tratto della linea esistente “Goni – Ulassai” di circa 144 m. Il tracciato interesserà i Comuni di Escalaplano, Orroli, Siurgus Donigala, Mandas, Escolca, Villanovafranca, Villamar, Segariu, Furtei e Sanluri, tutti in Provincia di Sud Sardegna.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

#### 1.4 Inquadramento topografico e territoriale

Gli elettrodotti aerei 150 kV per il collegamento tra la SE di smistamento e la nuova SE di trasformazione RTN 380/150 kV attraverseranno i Comuni di Escalaplano, Orroli, Siurgus Donigala, Mandas, Escolca, Villanovafranca, Villamar, Segariu, Furtei e Sanluri.

L'inquadramento IGMI è di seguito riportato

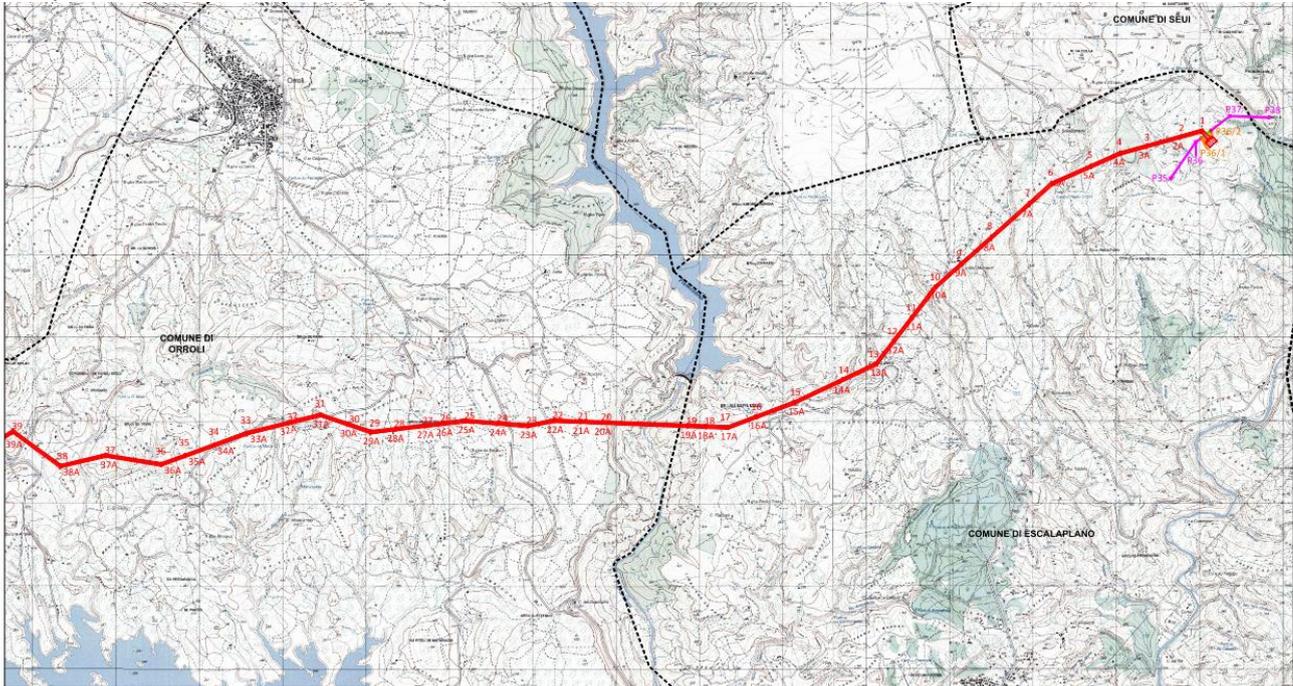


Figura 1.1: Stralcio tavola inquadramento su IGMI - Parte 1

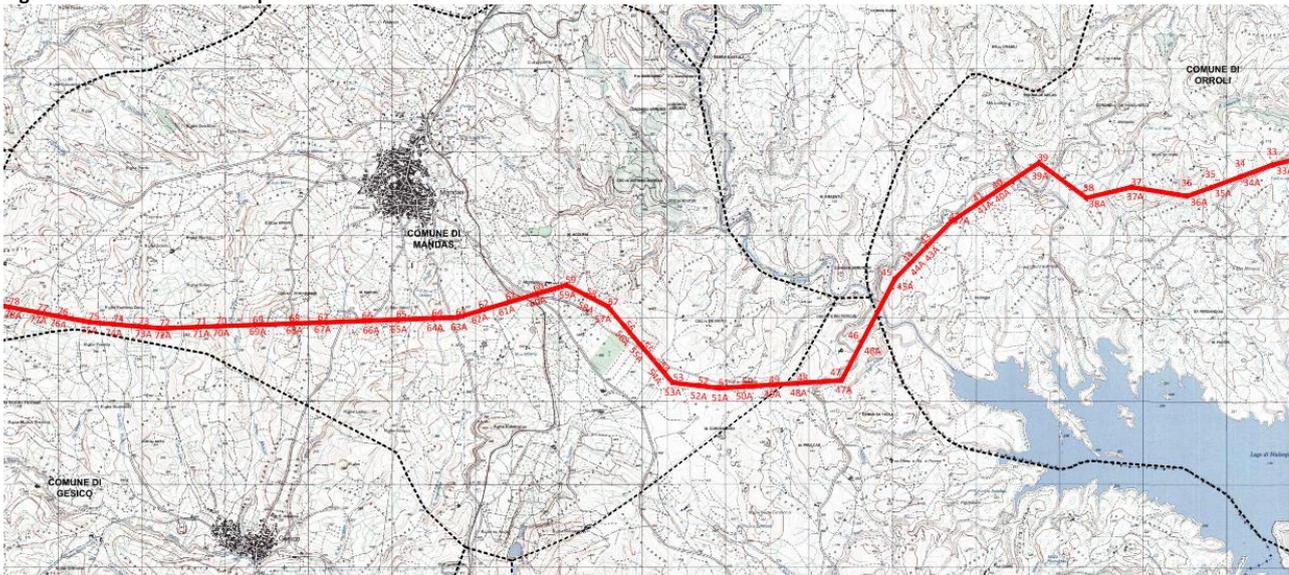


Figura 1.2: Stralcio tavola inquadramento su IGMI - Parte 2

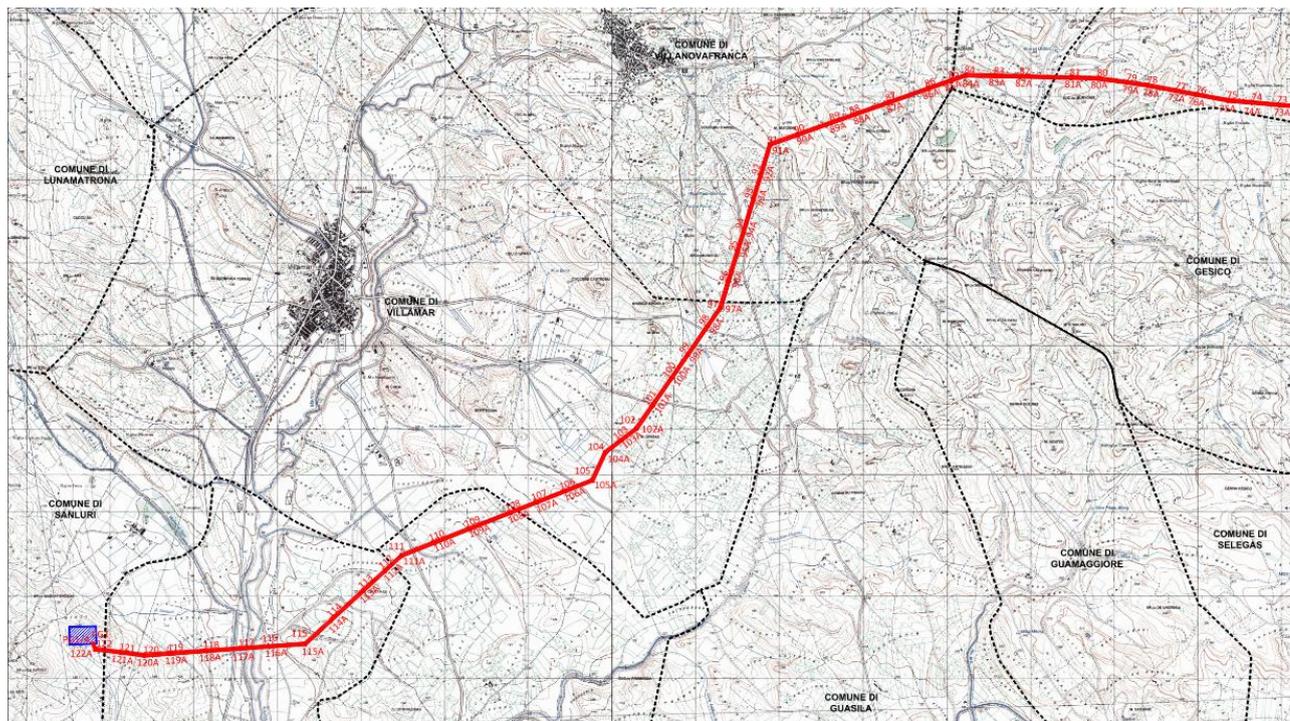


Figura 1.3 Stralcio tavola inquadramento su IGMI - Parte 3

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 541, 540, 539, 547 dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 541-III, 540-II, 540-III, 539-II, 547-I "ESCALAPLANO" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 541-090, 540-120, 540-110, 540-150, 540-140, 540-130, 539-160, 547-040 della C.T.R. [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 varisica 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-varisico e le coperture post-varisiche costituite da successioni sedimentarie e vulcaniche tardo-erciniche, mesozoiche e cenozoiche (Figura 2.1).

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 2.2).

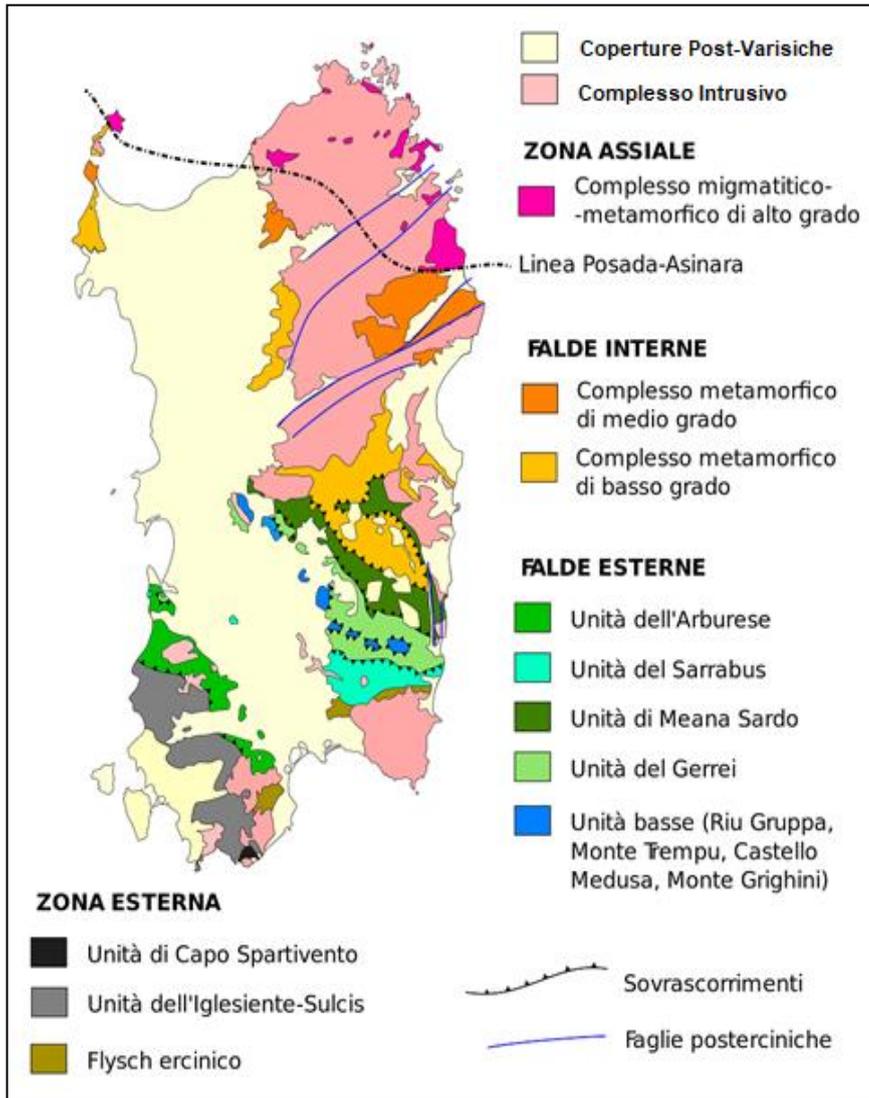


Figura 2.1 – Schema tettonico del Basamento varisco sardo.

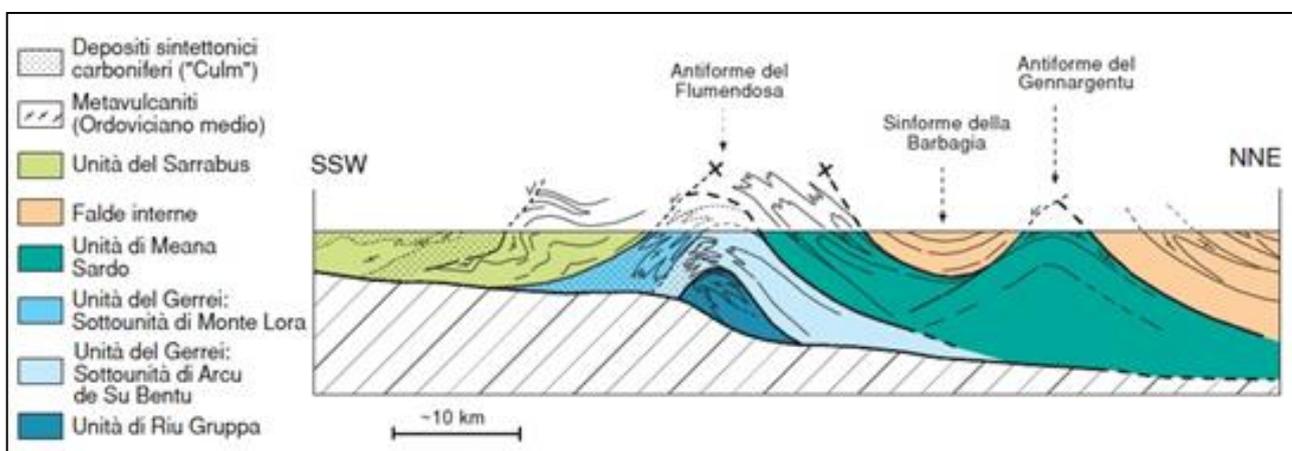


Figura 2.2 - Profilo schematico attraverso la struttura a falde del Basamento paleozoico della Sardegna SE (da CARMIGNANI et alii, 2001).

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.

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**].

## 2.2 Stratigrafia dei terreni di fondazione

La stratigrafia dell'ambito di intervento a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti è richiamata nell'immagine in Figura 2.3, direttamente estratta dalla legenda della cartografia geologica edita dell'APAT di cui uno stralcio è restituito tavola fuori fascicolo.

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
SUCCESIONE 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.
SUCCESIONE SEDIMENTARIA MESOZOICA	
	DOR FORMAZIONE DI DORGALI. Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circalitorali, 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 Carbos" 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. Metaepidastiti: metaepidastiti a matrice vulcanica, metaquarzogrovacche 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, metaepidastiti, 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 2.3 – 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.

Stante il considerevole sviluppo dell'elettrodotto, ne consegue una significativa eterogeneità dei terreni di imposta dei n. 58 tralicci.

Schematicamente e sulla base della cartografia geologica ufficiale si riscontra la seguente configurazione circa la prevedibile litologia del terreno di fondazione di ciascun vertice della linea (V), espresso in unità litostratigrafica:

- V.1, V.1A, V.2 e V.2A ⇒ DOR
- V.3 e V.3A ⇒ b2
- V.4, V.4A, V.5, V.5A, V.6 e V.6A ⇒ DOR
- V.7 e V.7A ⇒ SVI

- |   |        |
|---|--------|
| • V.8, V.8A, V.9 e V.9A                       | ⇒ BGR  |
| • V.10 e V.10A                                | ⇒ b2   |
| • V.11, V.11A, V.12                           | ⇒ FMCa |
| • V.12A, V.12A, V.13 e V.13A                  | ⇒ MUK  |
| • V.14 e V.14A                                | ⇒ MSVc |
| • V.15, V.15A, V.16 e V.16A                   | ⇒ MSVb |
| • V.17 e V.17A                                | ⇒ ORR  |
| • V.18 e V.18A                                | ⇒ USS  |
| • V.19 e V.19A                                | ⇒ PMN  |
| • V.20 e V.20A                                | ⇒ SGA  |
| • V.21 e V.21A                                | ⇒ PMN  |
| • V.22, V.22A, V.23, V.23A, V.24, V.24A e V25 | ⇒ MSVb |
| • V.25A                                       | ⇒ bnb  |
| • V.26 e V.26A                                | ⇒ RML  |
| • V.27, V.27A, V.28, V.28A, V.29 e V.29A      | ⇒ GSTc |
| • V.30 e V.30A                                | ⇒ RML  |
| • V.31 e V.31A                                | ⇒ GSTc |
| • V.33 e V.33A                                | ⇒ b2   |
| • V.34, V.34A, V.35 e V.35A                   | ⇒ bna  |
| • V.36, V.36A, V.37, V.37A, V.38 e V.38A      | ⇒ RML  |
| • V.39 e V.39A                                | ⇒ bnb  |

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.

	<p>N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-02</p>	<p>Rev 0</p>	<p>Pagina 14 di 17</p>
--	--	--------------	----------------------------

### 2.3 Assetto idrogeologico

Alle unità litologiche distinte sono state attribuite le classi di permeabilità di seguito descritte

#### **AP - Alta per porosità**

Vi rientrano i depositi alluvionali attuali e recenti [**ba, bb, b**] e i depositi olocenici terrazzati [**ba**] 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.

#### **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**].

## 3 Sismicità storica del sito

Nonostante sia acclarata la bassa sismicità della Sardegna conseguente alla generale stabilità geologica del blocco sardo-corso (gli ultimi episodi vulcanici dell'isola vengono fatti risalire a circa 90.000 anni fa, nel Pleistocene superiore, con l'emissione di lave e formazione di coni di scorie nel settore dell'*Anglona*), si ha conoscenza di indizi di eventi sismici risalenti a 3.000-4.000 anni fa, testimoniati da importanti danneggiamenti rilevati in alcuni edifici nuragici. Negli ultimi secoli non pochi sono stati i terremoti di energia non trascurabile localizzati in Sardegna o nelle sue immediate vicinanze. In un recente lavoro, MELETTI et al. (2020) hanno revisionato tutte le informazioni disponibili relative ai terremoti fatti registrare in Sardegna dal 1616, data del primo terremoto di cui si abbia notizia, al 2019.

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

ESCLALA Wind Srl  <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI	N° Doc. IT-VesEsc-CLP-GEO-TR-02	Rev 0	Pagina 15 di 17
---	------------------------------------	-------	--------------------

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.

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, ricostruita previa consultazione dei database resi fruibili online dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), 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.

### 3.1 Aspetti geotecnici

#### 3.1.1 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.

Coerentemente con la variabilità litologica dei terreni di fondazione lungo il tracciato non è possibile fornire un'unica stratigrafia rappresentativa e pertanto in questa sede si propone una parametrizzazione geotecnica indicativa, riconducendo le formazioni ivi affioranti in una macrounità terrosa ed una rocciosa:

#### Terre

<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>

#### Rocce

<b>Coesione</b>	1,00÷2,00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Angolo d'attrito</b>	35÷42°
<b>Peso di volume naturale</b>	2,20÷2,5' g/cm <sup>3</sup>

#### 3.1.2 Stima della capacità portante dei terreni di fondazione

Fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso l'esecuzione di una campagna geognostica che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione, ad esclusione della coltre detritica superficiale ed alcune facies di alterazione corticale della roccia, i suddetti roccioso offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali.

Le indagini dovranno chiarire gli aspetti litostratigrafici 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.

Tutto ciò premesso, solo per fondazioni dirette sul substrato roccioso si possono assumere valori di capacità portante dell'ordine di **2,00 daN/cm<sup>2</sup>**, senza che si manifestino cedimenti di entità apprezzabile o comunque pregiudizievoli per la stabilità delle strutture in progetto.

## 1. ALLEGATI GRAFICI

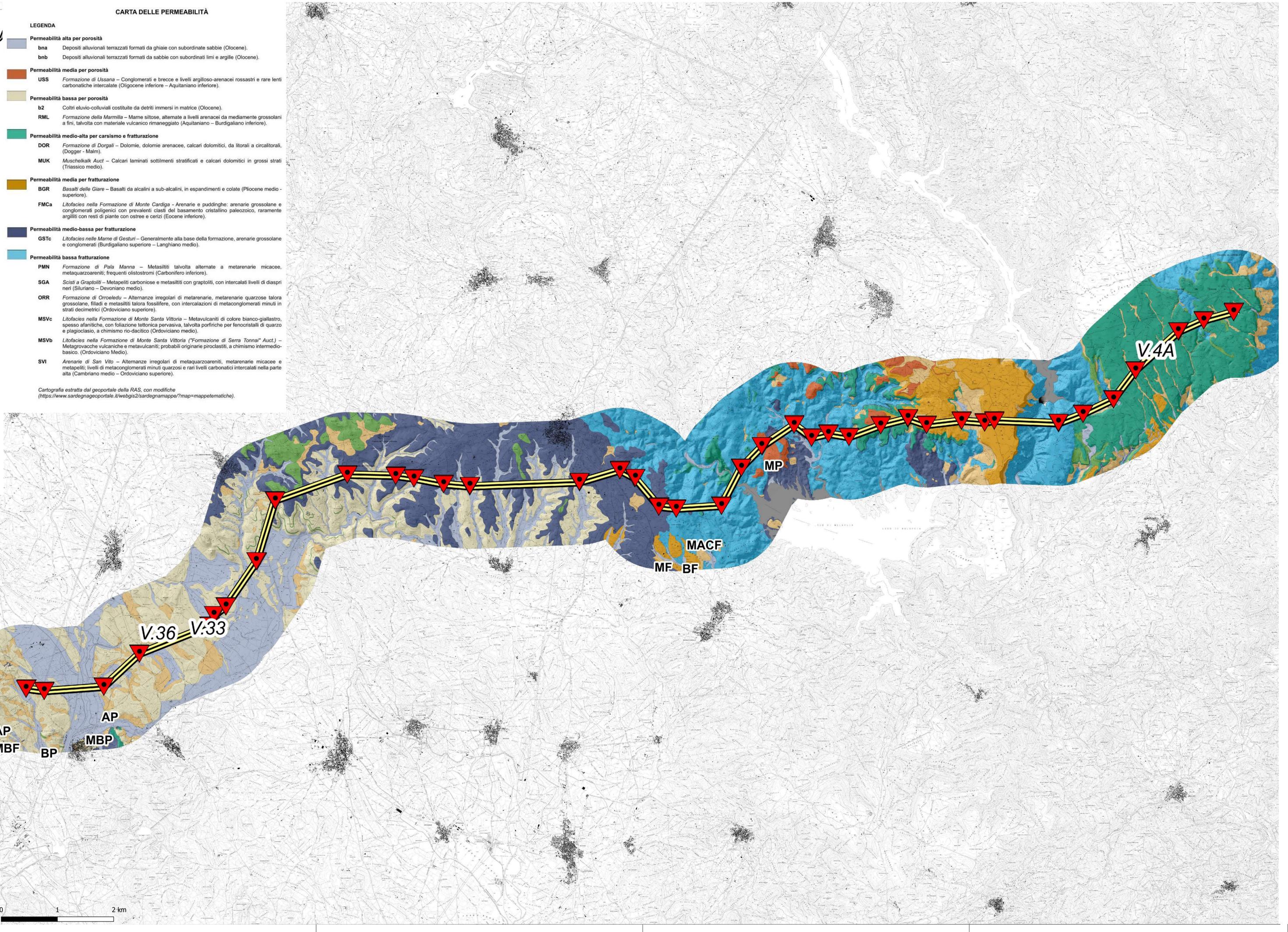


**CARTA DELLE PERMEABILITÀ**

**LEGENDA**

- Permeabilità alta per porosità**
  - bna Depositi alluvionali terrazzati formati da ghiaie con subordinate sabbie (Olocene).
  - bnb Depositi alluvionali terrazzati formati da sabbie con subordinati limi e argille (Olocene).
- Permeabilità media per porosità**
  - USS *Formazione di Ussana* – Conglomerati e breccie e livelli argilloso-arenacei rossastri e rare lenti carbonatiche intercalate (Oligocene inferiore – Aquitaniano inferiore).
- Permeabilità bassa per porosità**
  - b2 Coltri eluvio-colluviali costituite da detriti immersi in matrice (Olocene).
  - RML *Formazione della Marmilla* – Marne siltose, alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato (Aquitaniano – Burdigaliano inferiore).
- Permeabilità medio-alta per carsismo e fratturazione**
  - DOR *Formazione di Dorgali* – Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circallorali, (Dogger - Malm).
  - MUK *Muschelkalk Auct* – Calcari laminati sottilmente stratificati e calcari dolomitici in grossi strati (Triassico medio).
- Permeabilità media per fratturazione**
  - BGR *Basalti delle Giare* – Basalti da alcalini a sub-alcalini, in espandimenti e colate (Pliocene medio-superiore).
  - FMCa *Litofacies nella Formazione di Monte Cardiga* - Arenarie e puddinghe: arenarie grossolane e conglomerati poligenici con prevalenti clasti del basamento cristallino paleozoico, raramente argilliti con resti di piante con ostree e cerizi (Eocene inferiore).
- Permeabilità medio-bassa per fratturazione**
  - GSTc *Litofacies nelle Marne di Gesturi* – Generalmente alla base della formazione, arenarie grossolane e conglomerati (Burdigaliano superiore – Langhiano medio).
- Permeabilità bassa fratturazione**
  - PMN *Formazione di Pala Manna* – Metasiltiti talvolta alternate a metarenarie micacee, metarquoareniti; frequenti olistostromi (Carbonifero inferiore).
  - SGA *Scisti a Graptoliti* – Metapeliti carbonose e metasiltiti con graptoliti, con intercalati livelli di diaspri neri (Siluriano – Devoniano medio).
  - ORR *Formazione di Orroledu* – Alternanze irregolari di metarenarie, metarenarie quarzose talora grossolane, filiti e metasiltiti talora fossilifere, con intercalazioni di metaconglomerati minuti in strati decimetrici (Ordoviciano superiore).
  - MSVc *Litofacies nella Formazione di Monte Santa Vittoria* – Metavulcaniti di colore bianco-giallastro, spesso afanitiche, con foliazione tettonica pervasiva, talvolta porfiriche per fenocristalli di quarzo e plagioclasio, a chimismo ri-dacitico (Ordoviciano medio).
  - MSVb *Litofacies nella Formazione di Monte Santa Vittoria ("Formazione di Serra Tonnai" Auct)* – Metagrovacche vulcaniche e metavulcaniti; probabili originarie piroclastiti, a chimismo intermedio-basico. (Ordoviciano Medio).
  - SVI *Arenarie di San Vito* – Alternanze irregolari di metarquoareniti, metarenarie micacee e metapeliti; livelli di metaconglomerati minuti quarzosi e rari livelli carbonatici intercalati nella parte alta (Cambriano medio – Ordoviciano superiore).

Cartografia estratta dal geoportale della RAS, con modifiche  
<https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegna mappa/?map=mappetematiche>.



CARTA GEOLOGICA

LEGENDA

Litologie

- A2**  
Rocce magmatiche effusive - Rioliti e riolaciti (A2.1); andesiti e andesiti basaltiche (A2.4); basalti e basalti andesitici (A2.5).
- A3**  
Corpi filoniani e ammassi sub vulcanici - Filoni ed ammassi acidi (A3.1); filoni ed ammassi basici (basaltici) ed intermedio-basici (A3.2).
- B1**  
Rocce ortometamorfiche - Metarioliti, metariolaciti, "Porfiroidi" Auct., metavulcaniti acide (B1.1); metagabbri, Metadolerti, metavulcaniti basiche, metaepiclastiti (B1.4).
- B2**  
Rocce parametamorfiche - Rocce parametamorfiche terrigene: filladi, micascisti, gneiss, miloniti, filoniti, fels, quarziti, metaconglomerati, metarenarie, metargilliti, liditi, diaspri (B2.1); rocce parametamorfiche carbonatiche: marmi, marmi dolomitici, marmi azoici, contattiti, metacalcri, metadolomie, "Calcri grigi" Auct., "Dolomia rigata" Auct., "Dolomia gialla" Auct., calcari silicizzati (B2.2).
- C1**  
Rocce sedimentarie terrigene - Depositi terrigeni antropici (C1.1); Depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (C1.2); Depositi terrigeni continentali legati a gravità (C1.3); Depositi terrigeni palustri, lacustri, lagunari (C1.4); Depositi terrigeni litorali (C1.5); Depositi terrigeni marini (C1.6).
- C2**  
Rocce sedimentarie carbonatiche - Depositi carbonatici lacustri e lagunari (calcri, dolomie, calcari silicizzati) e travertini (C2.1); depositi carbonatici marini (C2.2).
- C3**  
Rocce vulcano sedimentarie - Depositi vulcano-sedimentari di ambienti fluvio-lacustri e lagunari (epiclastiti, tuffi, cineriti, vulcaniti, sedimenti clastici(sabbioso-siltoso-arenacei) e indistinti (C3.1).
- D1**  
Zone industriali; zone militari, aree urbanizzate; aree portuali (moli, banchine) e aeroportuali (piste e infrastrutture), dighe, etc.

Morfologie

- Faglie
- Alveo fluviale in erosione
- Sponda fluviale in erosione
- Direzione di deflusso
- Conoide alluvionale
- Plateau basaltici
- Forme residuali

