



**COMUNE DI
TEMPIO PAUSANIA**



**REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA**



**COMUNE DI
AGLIENTU**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO
DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
DA FONTE EOLICA DENOMINATO
"PARCO EOLICO BASSACUTENA",
DELLA POTENZA DI 61,2 MW, LOCALIZZATO
NEL COMUNE DI TEMPIO PAUSANIA
E DELLE SOLE OPERE ED INFRASTRUTTURE
CONNESSE PER IL COLLEGAMENTO
IN ANTENNA 36 KV CON UNA NUOVA
STAZIONE ELETTRICA (SE) DELLA RTN
A 150 KV/36KV DA INSERIRE IN ENTRA-ESCE
ALLA LINEA RTN A 150 KV "AGLIENTU
S.TERESA", SITA NEL COMUNE DI AGLIENTU**

PROPONENTE

MYT EOLO 1 S.R.L.
Via Vecchia Ferriera 22
36100 Vicenza (VI)
P.IVA 04436470241
REGISTRO IMPRESE VI-397007

PROGETTISTI

ING. CARLO PERUZZI
Via Pallone 6
37121 Verona (VR)
P.IVA 03555350234
PEC: carlo.peruzzi@ingpec.eu

DR.SSA GEOL.NICOLETTA TOFFALETTI
viale G. Marconi 20
37042 Caldiero (VR)
P.IVA: 03016450235
PEC: geonito@pec.epap.it

DOTT. GEOL. DAVIDE DAL DEGAN
Via Strà n. 116
37042 Caldiero(vr)
P.IVA: 03197760238
PEC: davidedaldegan@pec.epap.it

RENX ITALIA S.R.L.
Via Vecchia Ferriera 22
36100 Vicenza (VI)
P.IVA 04339940241
PEC: renx-italia@pec.it



DATA	REVISIONE	ELABORATO
		SCGG

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	3
1.2	RIFERIMENTO NORMATIVO PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO.....	4
1.3	ULTERIORI RIFERIMENTI NORMATIVI INERENTI AL PRESENTE DOCUMENTO E AI RELATIVI ALLEGATI.....	4
1.4	BASE DEI DATI CARTOGRAFICI, BIBLIOGRAFICI E SITOGRAFICI	5
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO - REGIONALE DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
2.2	INQUADRAMENTO GEO - LITOLOGICO.....	6
2.2.1	Le <i>facies</i> di alterazione nelle rocce granitoidi	8
2.3	ASPETTI GEOMORFOLOGICI	9
2.3.1	Il geomorfosito di Monte Pulchiana	12
2.4	IDROGRAFIA	13
2.5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	15
2.6	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDRAULICA.....	17
2.7	DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE	22
2.8	MODELLO GEOLOGICO LOCALE.....	23
3	RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI	27
3.1	SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	27
3.1.1	Metodi di interpretazione delle prove S.P.T. in foro	27
3.2	SINTESI DELLE PROVE DI LABORATORIO	29
3.3	PROPOSTA DI MODELLO GEOTECNICO LOCALE	30
4	RELAZIONE SISMICA.....	32
4.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	33
4.2	ANALISI SISMICA LOCALE	35
4.2.1	Categoria Topografica e coefficiente di amplificazione topografica	36
4.3	FREQUENZA FONDAMENTALE DI RISONANZA	36
4.4	SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	37
5	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	38

ALLEGATI FUORI TESTO

Elaborato SCGG.EG01

Allegato n. 1 - Schede di sintesi

Allegato n. 2 - Stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo

Allegato n. 3 - Stratigrafia delle trincee esplorative

Allegato n. 4 - Certificato delle prove di laboratorio

Allegato n. 5 - Sintesi delle indagini geofisiche di tipo sismico

Elaborato SCGG.EG02

Tav. 1 - Quadro d'unione

Tav. 2 - Ubicazione Parco Eolico Bassacutena

Tav. 3A, Tav. 3B, Tav. 3C - Carta Litologica

Tav. 4A, Tav. 4B, Tav. 4C - Carta Idrogeologica ed Idrografica

Elaborato SCGG.EG03

Tav. 5A, Tav. 5B, Tav. 5C - Carta della Pericolosità idraulica

Tav. 6A, Tav. 6B, Tav. 6C - Carta del Danno potenziale

Elaborato SCGG.EG04

Tav. 7A, Tav. 7B, Tav. 7C - Carta del Rischio idraulico

Tav. 8A, Tav. 8B, Tav. 8C - Carta della Pericolosità geomorfologica

Elaborato SCGG.EG05

Tav. 9A, Tav. 9B, Tav. 9C - Carta del Rischio geomorfologico

1 INTRODUZIONE

La società **Myt Eolo 1 S.r.l.**, con sede in via Vecchia Ferriera n. 22 a Vicenza (VI), ha elaborato un progetto per la produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nel Comune di Tempio Pausania - località Bassacutena, le cui opere ed infrastrutture connesse per il collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (di seguito RTN), ricadono nei Comuni di Tempio Pausania e Aglientu (SS). Il titolo completo del progetto è il seguente: **Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Bassacutena", della potenza di 61,2 MW, localizzato nel Comune di Tempio Pausania e delle sole opere ed infrastrutture connesse per il collegamento in antenna 36 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV/36kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV "Aglientu - S. Teresa", sita nel Comune di Aglientu.**

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'ipotesi progettuale prevede l'installazione di n. 9 aerogeneratori della potenza nominale di 6,8 MW, per una potenza complessiva di impianto pari a 61,2 MW, nel Comune di Tempio Pausania - località Bassacutena (SS), di seguito "Parco Eolico Bassacutena". Secondo quanto previsto dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) ricevuta ed accettata dal Proponente in qualità di titolare dei diritti del progetto di cui al Codice Pratica 202201156, Terna S.p.A. prevede che il "Parco Eolico Bassacutena" venga collegato in antenna 36 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV "Aglientu - S. Teresa", previa realizzazione dei seguenti interventi previsti dal Piano di Sviluppo Terna (non oggetto della presente progettazione):

- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV in GIS denominata "Buddusò";
- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV denominata "Santa Teresa";
- nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV in GIS denominata "Tempio";
- nuovo elettrodotto di collegamento della RTN a 150 kV tra la SE Santa Teresa e la nuova SE Buddusò.

Internamente al parco eolico, i singoli aerogeneratori saranno collegati mediante cavidotto interrato a 30kV alla Sottostazione Elettrica di condivisione e trasformazione 30/150kV di proprietà dell'utenza (SSEU), previo collegamento precedente ad una cabina di smistamento e sezionamento (localizzata in prossimità del parco). Dalla SSEU partirà il cavidotto interrato 36kV che, seguendo per quanto più possibile il tracciato stradale esistente, veicolerà l'energia prodotta dal parco eolico per la connessione in antenna 36 kV con la nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV/36kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV "Aglientu - S. Teresa" di cui alla STMG, sita nel Comune di Aglientu, che rappresenta il punto di connessione dell'impianto alla RTN.

1.2 RIFERIMENTO NORMATIVO PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO

Il presente Studio di compatibilità geologica e geomorfologica appartiene al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) allegato all'istanza di Procedura V.I.A. (artt. 23, 24, 24bis e 25 del D. Lgs. n. 152/2006 e ss. mm. e ii.) inerente alla richiesta di attuazione del **Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica denominato "Parco Eolico Bassacutena", della potenza di 61,2 MW, localizzato nel Comune di Tempio Pausania e delle sole opere ed infrastrutture connesse per il collegamento in antenna 36 kV con una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV/36kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV "Aglientu - S. Teresa", sita nel Comune di Aglientu.**

L'intero progetto, come richiesto dalla Procedura di V.I.A., è stato elaborato in ottemperanza a quanto richiesto per un livello di **fattibilità tecnica ed economica** secondo il recente D. Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 - Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78, recante delega al governo in materia di contratti pubblici (G.U. n. 77 del 31 marzo 2023 - S.O. n. 12).

Inoltre, per le relazioni tecniche specialistiche, i contenuti del D. Lgs. n. 36/2023 sono stati verificati ed eventualmente integrati con l'art. 26 del D.P.R. n. 207/2010 e ss. mm. e ii.

Da questo momento in poi e per tutti gli elaborati progettuali, qualsiasi riferimento di legge o norma si intenderà già comprensivo della dicitura "ss. mm. e ii".

1.3 ULTERIORI RIFERIMENTI NORMATIVI INERENTI AL PRESENTE DOCUMENTO E AI RELATIVI ALLEGATI

Il presente Studio di compatibilità geologica e geomorfologica è stato effettuato in ottemperanza a quanto disposto dal **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018** ad oggetto "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (noto con l'acronimo NTC 2018) e dalla Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 7 del 21 gennaio 2019 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, contenente le relative istruzioni applicative.

Il presente elaborato, al Capitolo 2 si configura come Relazione Geologica ai sensi del Paragrafo 6.2.1 "Caratterizzazione e modellazione geologica del sito" delle NTC 2018, in quanto espone i risultati dello studio rivolto alla definizione del modello geologico di riferimento, che comprende la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

Inoltre, non essendo ancora sviluppato il progetto esecutivo, il Capitolo 3 contiene alcuni requisiti della Relazione Geotecnica ai sensi del Paragrafo 6.2.2 "Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito" delle NTC 2018 e, in particolare, la definizione di un modello geotecnico preliminare; invece, il Capitolo 4 contiene i parametri e le informazioni necessarie per la definizione dell'azione sismica ai sensi del Paragrafo 3.2.2 delle NTC stesse.

1.4 BASE DEI DATI CARTOGRAFICI, BIBLIOGRAFICI E SITOGRAFICI

Di seguito, i riferimenti utilizzati alla base della presente relazione:

- **Cartografia topografica:** Carta d'Italia alla scala 1:25.000 del F. 427 I "BASSACUTENA" - Edizione IGMI; Carta Tecnica Regionale (CTR) alla scala 1:10.000 e Database Geotopografico alla scala 1:10.000 (DBGT 10K) della Regione Sardegna (<https://www.sardegnaegeoportale.it/areetematiche/cartatecnicaregionale>);
- **Cartografia tematica:** Carta Geologica, Carta Litologica, Carta della Permeabilità dei substrati, Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna (<https://www.sardegnaegeoportale.it/areetematiche/cartetematicheregionali>);
- **Carte Geologiche d'Italia alla scala 1:50.000 del "Foglio 428 - Arzachena" e del "Foglio 443 - Tempio Pausania"** del Servizio Geologico d'Italia (Progetto CARG - CARTografia Geologica) e relative **Note Illustrative**;
- **"Elab. A2.9 - Il riordino delle conoscenze: ambito geologico, geomorfologico, idrogeologico. Relazione illustrativa"** a corredo del Piano Urbanistico Comunale o PUC del Comune di Tempio Pausania, a cura della dr.ssa geol. Teresa Cossu (marzo 2018);
- **"Studio di compatibilità geologico - geotecnico"** a corredo del Piano Urbanistico Comunale o PUC di Aglientu, a cura del dr. geol. Domenico Praticò (ottobre 2014);
- **"Caratteristiche geologico - tecniche delle coltri di disfacimento delle rocce granitiche della Sardegna nord - orientale"**, Sergio Pinna, Istituto di Costruzioni Stradali Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa (Rivista di Geologia Tecnica n. 3/91);
- **Catalogo CPTI15.** Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2022). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>;
- **Catalogo CPTI15.** Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>;
- **Catalogo DBMI15.** Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>;
- **Pianificazione territoriale e settoriale in materia di rischio geologico:** Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico o PAI, Piano stralcio delle fasce fluviali o PSFF, Piano di gestione del rischio alluvioni o PGRA (<https://autoritadibacino.regione.sardegna.it/>);
- **Regione Sardegna:** <https://www.regione.sardegna.it>;
- **Provincia di Sassari:** <https://www.provincia.sassari.it/index.php>;
- **Comune di Aglientu:** <https://www.comune.aglientu.ot.it>;
- **Comune di Tempio Pausania:** <https://comuneditempiopausania.it/>.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - REGIONALE DI RIFERIMENTO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il “Parco Eolico Bassacutena” è collocato, quasi interamente, a nord della frazione di Bassacutena, nell'isola amministrativa del Comune di Tempio Pausania (SS) e, solo per alcune opere infrastrutturali (collegamento in antenna 36 kV con la nuova Stazione Elettrica), nel settore nord orientale del Comune di Aglientu (SS), a sud della località di Rena Majore. Esso si sviluppa, quindi, nel settore settentrionale della Sardegna, all'interno dell'area geografica della **Gallura** (cfr. allegati “Tavola 01” e “Tavola 02”).

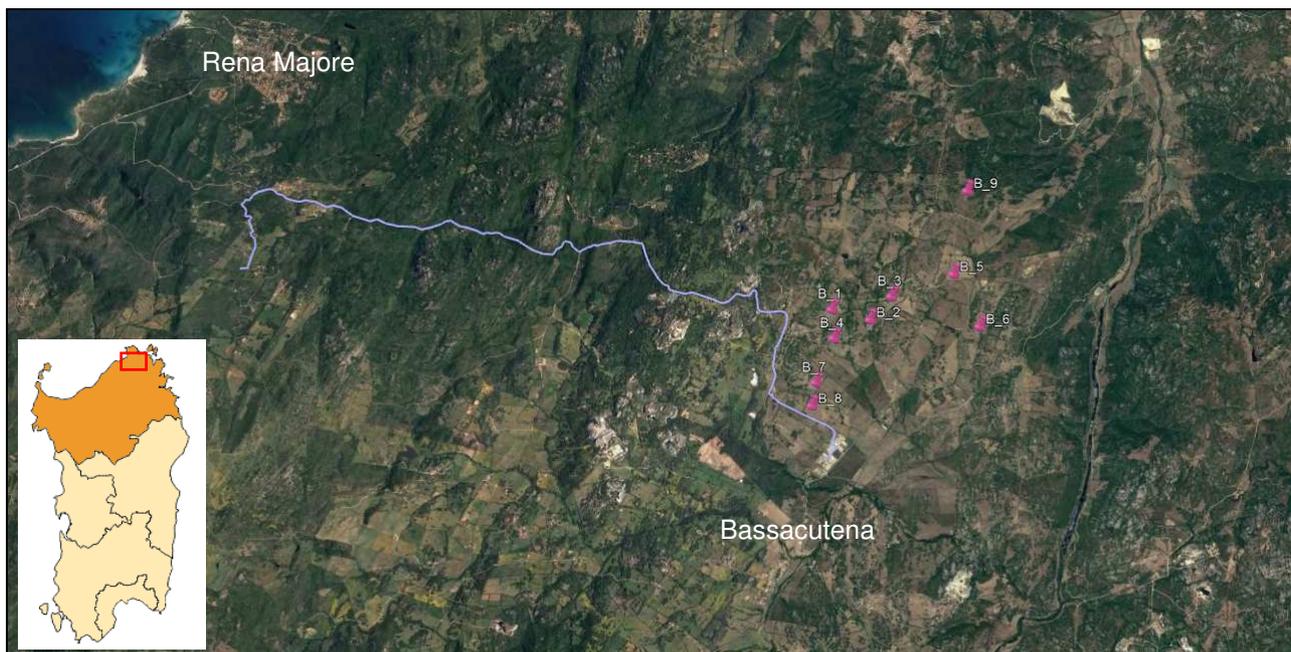


Foto satellitare tratta da Google Earth Pro dell'area di intervento.

2.2 INQUADRAMENTO GEO - LITOLOGICO

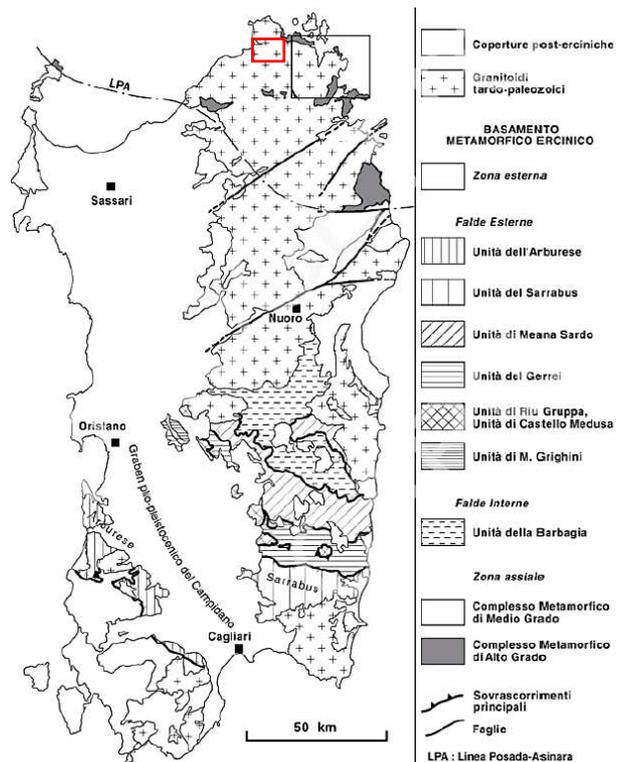
Malgrado le opere e le infrastrutture del “Parco Eolico Bassacutena” siano collocate anche a notevole distanza fra di loro, da un punto di vista geologico il territorio in esame appartiene unicamente al complesso intrusivo tardo - ercinico che si estende fra la Sardegna nord orientale e la Corsica e denominato “**Batolite Sardo - Corso**”. Esso è caratterizzato da **rocce magmatiche intrusive a composizione granitoide**, i cui caratteri composizionali sono schematicamente suddivisibili in tre grandi gruppi:

- plutoniti basiche (masse gabbriche, tonaliti, granodioriti tonalitiche): molto rare all'interno del “Batolite Sardo - Corso”, costituiscono masse di piccole dimensioni quasi sempre inglobate all'interno delle plutoniti acide;
- monzograniti (monzograniti e granodioriti monzogranitiche): presentano ampia varietà di *facies* dovuta essenzialmente a diversi gradi di eterogranularità e di orientazione tessiturale;

- leucomonzograniti: contraddistinte da un contenuto in biotite non superiore al 5% modale, presentano una generale omogeneità composizionale, tessiture isotrope e colorazione tipicamente rosata.

Il complesso granitoide risulta iniettato da **manifestazioni filoniane acide o basiche**, tardo erciniche, orientate secondo la direttrice principale SSW - NNE analogamente alle principali faglie cartografate nell'area.

Schema tettonico del Basamento sardo; il riquadro con bordo nero indica l'ubicazione del Foglio 428 "Arzachena" e il riquadro con bordo rosso l'area del "Parco Eolico Bassacutena" (fonte: Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 "Foglio 428 - Arzachena").



Secondo le Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 "Foglio 428 - Arzachena", l'insieme dei dati petrografici e strutturali permettono di definire singole unità intrusive caratterizzate ognuna da geometria, aspetti composizionali e strutturali propri, e contraddistinte dalla cronologia relativa di messa in posto, deducibile dall'analisi dei contatti tra differenti *litofacies* delle diverse unità intrusive. Le aree in esame appartengono alla complessa **Unità Intrusiva di Arzachena**, che comprende *litofacies* a composizione in prevalenza monzogranitica, ma anche granodioritica. In particolare, le *facies* monzogranitiche sono tendenzialmente inequigranulari (anche se non mancano i termini a grana fine) per fenocristalli euedrali di kfs di dimensioni medio - grossolane; proprio la diffusa presenza di aggregati di k - feldspato conferisce alla roccia monzogranitica un colore rosato. Localmente, i termini monzogranitici lasciano il passo a termini granodioritici, dall'inferiore tenore in silice, con grana da media a grossa, dal colore più tendente al grigio, presenza di biotite e kfs.

In netto subordine rispetto al complesso granitoide, si riscontrano in affioramento rocce del **complesso migmatitico**, rappresentate, in particolare, da metatessiti indistinte ascrivibili al ?Precambriano - ?Paleozoico.

I **depositi quaternari olocenici**, di origine alluvionale, detritica ed eluvio - colluviale, non raggiungono mai estensioni superficiali e potenze tali da renderli prevalenti, seppure localmente, rispetto alle formazioni paleozoiche. Nei dintorni dell'area di indagine, tra i più significativi depositi alluvionali si segnalano quelli lungo il fiume Liscia, mentre gli affioramenti di coltri eluvio - colluviali sono ben rappresentati nelle ampie aree sub - pianeggianti di Bassacutena.

Infine, si riscontra la presenza di **coperture terrigene antropiche** associate all'estrazione del granito (discariche minerarie).

Dall'esame della Tav. 3 "Carta litologica" riportata in allegato al presente studio, si evidenzia che l'intero "Parco Eolico Bassacutena" interessa quasi esclusivamente le rocce magmatiche intrusive a composizione granitoida che contraddistinguono il gallurese; in esse prevalgono i monzograniti, i leucomonzograniti e le granodioriti monzogranitiche e, secondariamente, i leucograniti, leucomicrograniti, i graniti s.l., i leucosienograniti, i microsienograniti ed i sienograniti. Le opere in esame intercettano, inoltre, brevi tratti del corteo filoniano acido, basico ed intermedio - basico.

La viabilità di servizio e l'elettrodotto HV interrato interessano, nell'area della zona industriale di Bassacutena, anche i depositi quaternari olocenici, di origine alluvionale, detritica ed eluvio - colluviale, mentre il solo elettrodotto HV interrato interessa i depositi quaternari olocenici nei pressi delle località Campovaglio e Littichedda.

2.2.1 Le facies di alterazione nelle rocce granitoidi

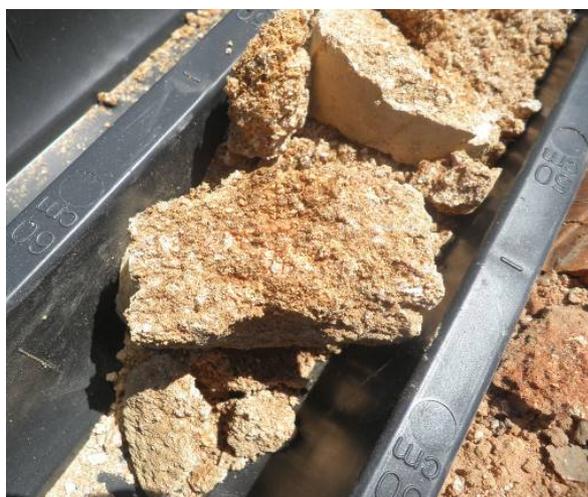
La tipica *facies* di alterazione dei granitoidi fin qui descritti è rappresentata dalla cosiddetta roccia "arenizzata", che si produce per gli effetti che la combinazione di agenti atmosferici (acqua di ruscellamento superficiale e vadosa, acido carbonico, ossigeno), agenti fisici (termoclastismo) ed agenti organici (di origine animale e vegetale) ha sui singoli minerali che costituiscono la roccia madre.

Alcuni tra i più comuni processi di degradazione dei minerali che costituiscono i granitoidi sono l'idrolisi dei silicati, la caolinizzazione dei feldspati e di fenomeni di idratazione. I prodotti dell'alterazione chimica di solito conservano, in buona parte, la forma dei minerali originari, cosicché la struttura primitiva della roccia permane normalmente invariata e riconoscibile nelle *facies* moderatamente e leggermente alterate.

Evidentemente, il processo di alterazione risulta più efficace su litotipi fratturati: infatti, la presenza di una rete di discontinuità tettoniche fa sì che l'attività disgregante dei fattori succitati possa esplicarsi tanto in superficie, quanto in profondità; al contrario, se la roccia madre ha carattere massivo, viene intaccata esclusivamente la coltre superficiale, fino ad una profondità massima di pochi centimetri di spessore (alle locali condizioni climatiche). Ne consegue che, a seconda dell'intensità e dell'efficacia dell'azione degli agenti chimici e fisici sulla roccia madre, ed in dipendenza dal chimismo e dal grado di fratturazione di quest'ultima, il processo di arenizzazione potrà essere più o meno spinto, con tutta una serie di *facies* di alterazione intermedie.

Un granitoide alterato può genericamente essere definito come una roccia semicoerente, in cui le strutture originarie sono ancora ben riconoscibili, compresa la maggior parte dei minerali ed eventuali manifestazioni filoniane, ma che non risulta coesivo.

A partire da questa definizione, in fase di rilevamento geologico di superficie si vanno ad osservare e descrivere tutta una serie di situazioni intermedie tra la **roccia litoide propriamente detta** ed il cosiddetto **sabbione granitico**, che rappresenta il prodotto finale del processo di arenizzazione di una roccia granitoide e consiste in un sabbione più o meno sciolto, a composizione prevalentemente quarzosa (sabbia arcossica), in cui i minerali originari sono per la maggior parte alterati e con legami molecolari debolissimi, pressoché inesistenti.

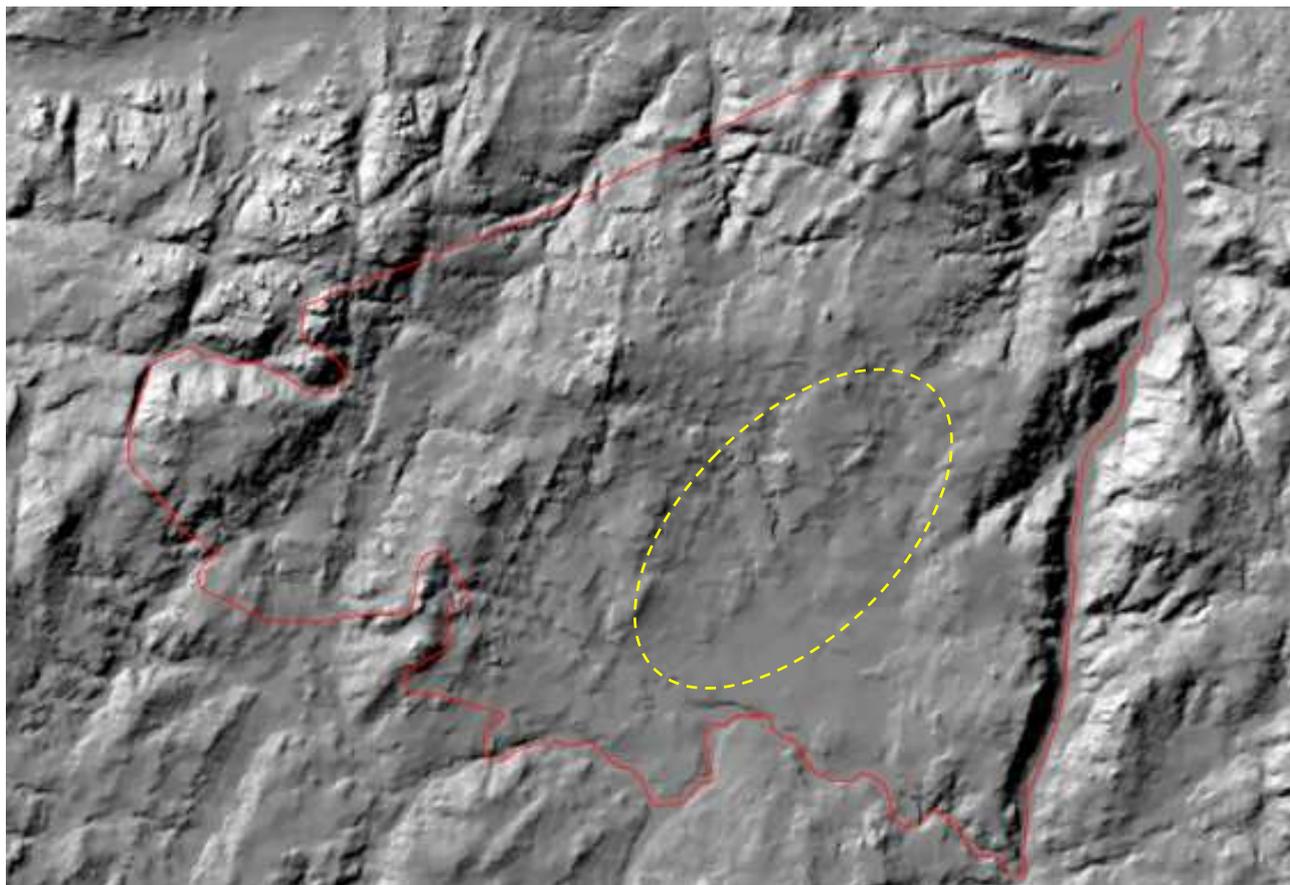


A sinistra, granitoide “arenizzato” estratto nel sondaggio a carotaggio continuo presso l'aerogeneratore B_3; si noti che la roccia semicoerente ha mantenuto le strutture originarie. A destra, si noti invece il comportamento allo scavo di tali materiali, che si presentano come sabbie grossolane e/o sabbie ghiaiose incoerenti.

2.3 ASPETTI GEOMORFOLOGICI

I n. 9 aerogeneratori del “Parco Eolico Bassacutena” sono ubicati a quote diversificate da un minimo di circa 85 - 90 m s.l.m. (B_8 a sud) ad un massimo di circa 170 m s.l.m. (B_9 a nord), nel settore centro – meridionale, dalle deboli pendenze, dell'isola amministrativa di Tempio Pausania.

Tale area risulta incisa dai corsi d'acqua tributari in sinistra idrografica al fiume Bassacutena (Riu di Junco e Riu di Ziribidda) che tendono a delimitare dorsali collinari poco pronunciate e localmente rimodellate da deboli compluvi, che divengono più marcate ad ovest (allineamento, da SSW a NNE, di P.ta Bandiera - 296 m s.l.m., M. Levante - 318 m s.l.m., M. Saccheddu - 337 m s.l.m. e Pietra Ferru - 378 m s.l.m.) e ad est (allineamento, da SSW a NNE, di località St.zo Trimentu - 122 m s.l.m., località Li Tegghi - 120 m s.l.m., M. Cuncacci - 155 m s.l.m.).



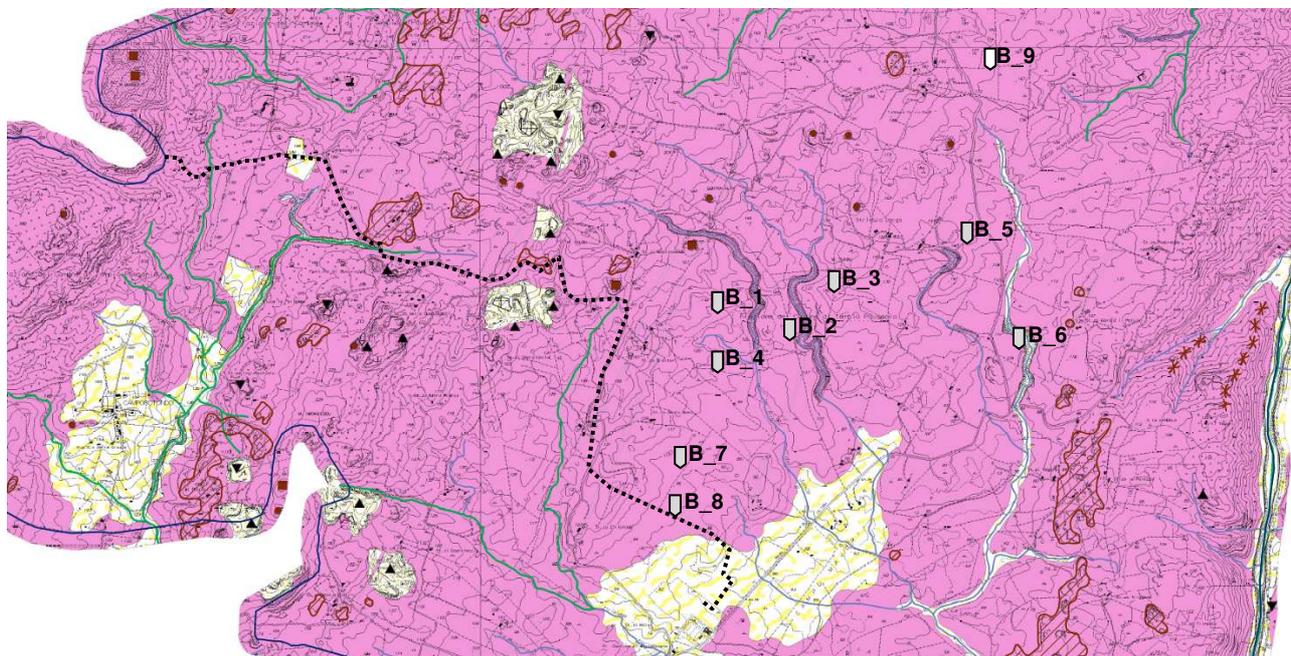
Modello 3D del terreno dell'isola amministrativa di Tempio Pausania; in giallo l'areale entro cui sono collocati i n. 9 aerogeneratori.

Il territorio in analisi è, nel suo complesso, fortemente caratterizzato dalle morfologie relitte tipiche delle rocce granitoidi galluresi, che si presentano diffusamente secondo forme erosive residuali ed esumate, quali cataste di blocchi, perlopiù sferoidali, e tor isolati (forme sub - colonnari originatesi a seguito dell'esumazione di pilastri di roccia diaclasata), in associazione con microforme rappresentate dai tafoni e sculture alveolari.

Nell'area entro cui è collocato il "Parco Eolico Bassacutena", tor, cataste di roccia, aree a tafoni e sculture alveolari svettano rispetto al piano di campagna, risultando ben riconoscibili, ancorché tali forme residuali siano più rade ed isolate nell'area a debole pendenza del settore centro - meridionale dell'isola amministrativa di Tempio Pausania, dove sono collocati i n. 9 aerogeneratori.

A tali forme in elevazione, si contrappongono quelle di taluni corsi d'acqua che deprimono e incidono localmente il piano campagna a formare delle strette vallecole a V, come ad es. quelle in corrispondenza di alcune aste del Riu di Ziribidda o del Riu di Junco. Alcune di queste vallecole sono attraversate dall'elettrodotto HV di progetto che, essendo interrato nell'esistente viabilità, non determina l'insorgenza, di fatto, di nuove interferenze; la viabilità di servizio interessa, invece, alcune aste sommitali dell'area di cattura del Riu di Junco, di cui si dirà meglio al successivo paragrafo 2.4 "Idrografia".

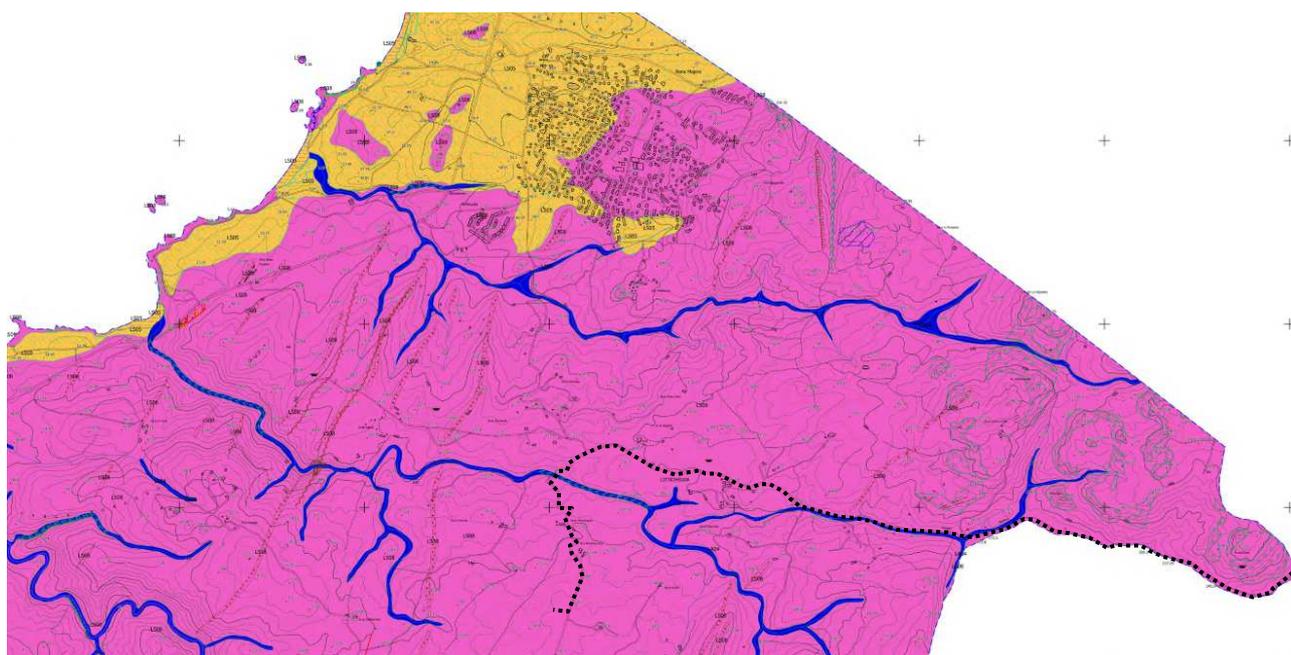
A seguire l'estratto delle Carte geomorfologiche redatte a supporto dell'elaborazione dei Piani Urbanistici Comunali o PUC dei comuni di Tempio Pausania e Aglientu.



Estratto della Carta Geomorfologica a corredo del PUC di Tempio Pausania, a cura della dr.ssa geol. Teresa Cossu.

Legenda:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> □ Limiti amministrativi Tempio Pausania — Idrografia superficiale LA01 - Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa LA06 - Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa LD01 - Materiali della copertura detritica eluviale e/o colluviale poco addensati e costituiti da elementi granulari sabbioso-ghiaiosi in limitata matrice limo-sabbiosa LD01_1 - Discariche minerarie LFD4 - Materiali sciolti per accumulo di frane per crollo e colata di detriti; abbondante frazione lapidea in matrice fine scarsa o assente LS08 - Rocce intrusive e metamorfiche massive LS09 - Rocce metamorfiche scistose GS02 - Faglia Certa GS03 - Faglia Presunta • AM4 - Tor ▨ AM4_1 - Area con cataste di blocchi (tor) ✱✱✱ GS14 - Cresta rocciosa | <ul style="list-style-type: none"> ✱ GS15 - Picco roccioso ■ GS16 - Duomo o cupola ▨ VG07 - Corpo di frana di crollo ○ VG13 - Piccola frana o gruppo di frane non classificate — FD - Meandri incastrati — FD01 - Forra — FD13 - Vallecola a V — FD20 - Superficie con forme di dilavamento preval. diffuso — FD21 - Superficie con forme di dilavamento preval. concentrato — FD24 - Solco da ruscellamento concentrato ▨ AN11 - Laghi di cava ▨ AN12 - Paludi e ristagni di cave abbandonate ▲ AN13 - Cava attiva ▼ AN14 - Cava abbandonata o dismessa |
|--|--|



Estratto della Carta Geomorfologica a corredo del PUC di Aglientu, a cura del dr. geol. Domenico Praticò.

Legenda:

Litologia del substrato

-  LS05 - Rocce prevalentemente arenitiche (arenarie e sabbie)
-  LS06 - Rocce ruditiche (ghiaie e conglomerati)
-  LS08 - Rocce intrusive e metamorfiche massive
-  LS09 - Rocce metamorfiche scistose

Materiali della copertura detritica colluviale ed eluviale

-  LD01 - Materiali della copertura detritica eluviale e/o colluviale poco addensati e costituiti da elementi granulari sabbioso-ghiaiosi in limitata matrice limo-sabbiosa
-  LD07 - Materiali sciolti per accumulo detritico di falda a pezzatura grossolana prevalente

Materiali alluvionali

-  LA04 - Materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente

Forme strutturali e vulcaniche

-  GS01 - Fratture
-  GS02 - Faglia certa
-  GS03 - Faglia presunta
-  GS13 - Orlo di scarpata ripida influenzata dalla struttura
-  GS14 - Cresta rocciosa
-  GS18 - Dicco

Forme di versante dovute a gravità

-  VG01 - Nicchia di frana di crollo
-  VG07 - Corpo di frana di crollo attiva
-  VG08 - Corpo di frana di scorrimento attiva
-  VG18 - Falesie attive sui graniti
-  VG04 - Nicchia di frana di crollo non attiva
-  VG10 - Corpo di frana di crollo non attiva
-  VG11 - Corpo di frana di scorrimento non attiva
-  VG19 - Falesie inattive

Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

-  FD06 - Traccia di corso fluviale estinto a livello di pianura o leggermente incassato
-  FD07 - Traccia di corso fluviale estinto al livello di pianura o leggermente incassato incerto
-  FD13 - Vallecchia a V
-  FD15 - Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: altezza minore di 5 m
-  FD16 - Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: altezza tra 5 e 10 m

STATO MORFOEVOLUTIVO

- ATTIVA** (Red)
- STABILE** (Green)
- QUIESCENTE** (Blue)

-  FD20 - Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso
-  FD21 - Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato
-  FD33 - Depressione palustre

Forme eoliche

-  EL01 - Duna
-  EL02 - Duna spianata

Forme ed elementi di origine marina lagunare e lacustre

-  ML01 - Cordone litoraneo o lido rilevato
-  ML11 - Palespiaggia
-  ML08 - Ripa di erosione

Forme residuali

-  AM01 - Aree a tafoni e sculture alveolari; accumulo caotico di massi granitici in blocchi
-  AM02 - Rilievi isolati testimoni di erosione
-  AM03 - Area con cataste di blocchi (Tor)

Forme artificiali

-  AN14 - Cava di piccole dimensioni abbandonata o dismessa
-  AN22 - Orlo di scarpata di sbancamento
-  AN26 - Discarica controllata di rifiuti solidi urbani
-  AN36 - Captazione di sorgente
-  AN39 - Bacini artificiali

Fenomeni franosi

- ATTIVA** (Red)
- STABILE** (Green)
- QUIESCENTE** (Blue)

-  DS - Aree interessate da dissesti innescati da scarpate
-  FS - Aree soggette a frane superficiali diffuse per scivolamento
-  FD - Franosità diffusa (aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi)

Segnalazione di eventi

-  Segnalazioni storiche

2.3.1 Il geomorfosito di Monte Pulchiana

Il Monumento Naturale di Monte Pulchiana è un geosito del Comune di Tempio Pausania, istituito con Decreto Assessorato Difesa Ambiente n. 19/18.01.94, posto circa **18 km** a sud ovest dall'area di intervento, attorno al quale è stata istituita un'area di rispetto pari a 26,6 Ha¹.



Il geomorfosito di Monte Pulchiana.

¹ Nella pubblicazione "I Geomorfositi di tipo granitico in Gallura" (2004, Autt.: Felice di Gregorio e Raniero Massoli Novelli), il Monte Pulchiana è definito "uno dei più caratteristici *inselberg* a pan di zucchero conosciuti nell'area mediterranea".

Esso è una forma relitta scolpita sulla roccia del basamento granitoide, modellata nel corso di passati sistemi morfoclimatici pluviali e/o caldo - umidi, costituita da una cupola rocciosa a “dorso di balena”, la più grande in Sardegna, nuda, dai fianchi ripidi, priva di vegetazione e di suolo.

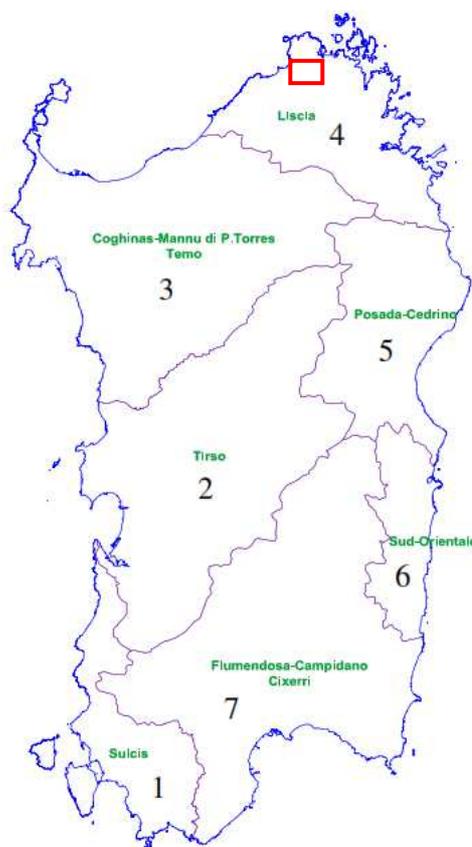
Il duomo granitico, impostato su roccia monzogranitica a tendenza leucocrata (*facies* Monte Pulchiana), svetta a 675 m s.l.m., con un dislivello rispetto al fondovalle di circa 245 m (rispetto alla quota di loc. Conca di Mezzo - circa 430 m s.l.m.) ed ha un diametro di oltre 200 m.

2.4 IDROGRAFIA

Da un punto di vista idrografico, l'intero sviluppo del “Parco Eolico Bassacutena”, nell'isola amministrativa del Comune di Tempio Pausania e nel Comune di Aglientu, è compreso nel **bacino idrografico del fiume Liscia**. Quest'ultimo nasce a 731 m s.l.m. sul Monte San Giorgio e riceve le acque del Bassacutena, a sinistra, e dei rii Parapinta, San Paulu e Uddastru a destra. In località Calamaiu è interessato dalla presenza di uno sbarramento, la diga del Liscia, che dà origine all'omonimo lago. Dopo 57 km dal punto di origine, sfocia in un'ampia foce a delta, di fronte all'arcipelago di La Maddalena.

Complessivamente, il bacino idrografico del Liscia si estende per 2.253 km², pari al 9,4% del territorio regionale.

Sub - bacini del Distretto Idrografico della Sardegna; 1 - Sulcis; 2 - Tirso; 3 - Coghinas - Mannu di P. Torres - Temo; 4 - Liscia; 5 - Posada - Cedrino; 6 - Sud - orientale; 7 - Flumendosa - Campidano - Cixerri (fonte: PGRA).



L'idrografia superficiale dell'intero territorio gallurese è fortemente controllata dall'assetto strutturale, con un reticolo idrografico in prevalenza subdendritico e, a tratti, angolare. Non soltanto le faglie principali, dirette SSW - NNE, ma anche i reticoli di diaclasi che intersecano il basamento granitoide alla macro e meso scala, influenzano in maniera netta ed evidente detto reticolo.

Nella maggior parte dei casi, fatta eccezione per i principali fiumi come il Liscia, si tratta di corsi d'acqua a carattere torrentizio, con riattivazioni stagionali connesse in maniera diretta al regime delle precipitazioni; essi sono soggetti ad importanti fenomeni di piena nei mesi tardo autunnali ed a periodi di magra rilevanti durante l'estate, quando può verificarsi che restino in secca per più mesi consecutivi.

In base alla classificazione regionale degli elementi idrici², i n. 9 aerogeneratori del "Parco Eolico Bassacutena", con la loro viabilità di servizio, sono ubicati nell'area di cattura del **Riu di Junco**, affluente in sinistra del Rio Bassacutena, a parte l'aerogeneratore B_9 che ricade sullo spartiacque con il contiguo bacino idrografico del Riu Bona, affluente in sinistra del fiume Liscia (**cfr. allegato Tavola 4**).

Nessun aerogeneratore interessa, ovviamente, aste del reticolo idrografico, mentre per quanto riguarda la viabilità di servizio:

- la viabilità di servizio fra B_7 e B_8 interferisce con l'elemento idrico denominato "104025_Fiume_89412" (n. Strahler = 1);
- la viabilità di servizio fra B_1, B_2 e B_4 interferisce con gli elementi idrici denominati "104025_Fiume_93350" (n. Strahler = 1) e "Riu di Junco" (n. Strahler = 1);
- la viabilità di servizio fra B_2 e B_3 interferisce con l'elemento idrico denominato "104025_Fiume_106226" (n. Strahler = 2).

La ricorrenza dei bassi valori del numero di Strahler evidenzia che sono per lo più coinvolte le aste di cattura del Riu di Junco, caratterizzate da morfologie poco evolute.

L'elettrodotto HV interrato attraversa il bacino idrografico del Riu di Junco, interferendo con l'elemento idrico denominato "Fiume_166621" (n. Strahler = 1), il bacino idrografico del Riu Barrastoni, interferendo con gli elementi idrici denominati "Canale di Campovaglio" (n. Strahler = 1) e "Riu Barrastoni" (n. Strahler = 1) ed il bacino idrografico dell'elemento idrico denominato 104002_Fiume_94863, interferendo con gli elementi idrici denominati "Canale de Lu Montoni" (n. Strahler = 2) e "104002_Fiume_103067" (n. Strahler = 3).

L'interferenza risulta "apparente" in quanto l'elettrodotto sarà interrato nell'esistente viabilità con le sue opere di attraversamento già esistenti.

² La Regione Sardegna ha definito le caratteristiche geomorfologiche del reticolo idrografico regionale attraverso il **sistema di ordinamento Horton - Strahler** (cfr. <https://www.sardegnaeoportale.it>), che si basa sul concetto che l'unico senso di percorrenza dell'acqua e la forma della rete idrica instaurano, tra i vari rami che costituiscono la rete stessa, una relazione gerarchica. Si definiscono "canali di primo ordine" gli elementi che hanno origine dalle sorgenti; dall'unione di due rami di ordine "n" ne deriva uno di ordine "n + 1"; dall'unione di due rami di ordine diverso, il confluente con ordine maggiore sarà il tratto di canale immediatamente a valle; la successione di due o più rami, caratterizzati dal medesimo ordine "n", costituisce canali del loro stesso ordine; il canale caratterizzato dall'ordine più elevato "n" determina l'ordine stesso del bacino.

2.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le rocce magmatiche intrusive a composizione granitoide ospitano l'**Unità idrogeologica magmatica paleozoica**, per definizione poco permeabile e dalla bassa porosità efficace, all'interno della quale è possibile distinguere due distinte tipologie di acquifero, di seguito descritte.

L'acquifero superficiale, che trova sede nei granitoidi in *facies* alterata, è permeabile per porosità e, in rapporto al grado di disfacimento della roccia madre, presenta un coefficiente di permeabilità K variabile fra il valore dell'ordine di 10^{-6} m/s (permeabilità relativa definibile come mediamente bassa) nelle porzioni a minore alterazione ed il valore dell'ordine compreso tra 10^{-2} e 10^{-4} m/s (permeabilità relativa definibile come media) nel sabbione arcosico (roccia granitoide completamente alterata, ridotta a roccia incoerente - zona "arenizzata").

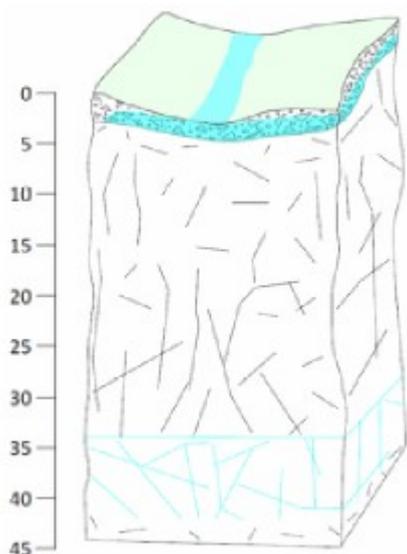
In questa tipologia di acquifero, la falda freatica, se presente, dimostra portate proporzionali allo spessore della coltre di alterazione, ha carattere generalmente effimero e si imposta all'interfaccia con la formazione in *facies* litoide che funge da impermeabile relativo.

La direzione di deflusso delle acque di falda sub - superficiali segue comunemente l'andamento della superficie topografica, con una sostanziale coincidenza tra spartiacque superficiali e sotterranei, ossia tra bacino imbrifero e bacino idrogeologico.

L'acquifero profondo, ospitato nei granitoidi in *facies* litoide, risulta generalmente impermeabile per porosità e, solo in particolari condizioni geo - strutturali, può presentare permeabilità secondaria per fessurazione. Pertanto, l'acquifero fessurato è, per definizione, anisotropo e discontinuo e caratterizzato da condizioni di circolazione idrica sotterranea tali da avere circuiti generalmente lenti ed in pressione. La circolazione idrica sotterranea avviene quindi in presenza di faglie e/o fratture di diversa scala, dando luogo a riserve idriche sotterranee profonde, anche di discreta entità, poste comunemente a profondità superiori a 30 - 40 m dal p.c.

Il complesso granitico litoide presenta, generalmente, una permeabilità secondaria molto bassa (coefficiente di permeabilità $K < 10^{-7}$ m/s); limitatamente alle fasce molto disturbate tettonicamente, la permeabilità per fessurazione cresce leggermente, pur mantenendosi mediamente bassa, con coefficiente di permeabilità K che può aggirarsi sull'ordine di 10^{-6} m/s.

La direzione di deflusso delle acque sotterranee all'interno dell'acquifero fessurato è condizionata dall'assetto tettonico dell'area e, pertanto, per l'area in esame è possibile individuare quale direzione preferenziale la SSW - NNE, lungo la quale sono allineate le principali faglie e motivi strutturali che intersecano il basamento paleozoico.



Schema idrogeologico concettuale "tipo" dell'Unità idrogeologica magmatica paleozoica, con i due acquiferi principali, superficiale e profondo.

Sul basamento paleozoico si riscontra, talora, la presenza dell'**Unità idrogeologica delle alluvioni plio - quaternarie** e dell'**Unità idrogeologica detritico - carbonatica quaternaria**, con affioramenti relativamente poco potenti, sia verticalmente che lateralmente.

Si tratta, in entrambi i casi, di depositi eterogenei, soprattutto in termini granulometrici, estremamente variabili in senso longitudinale, in senso trasversale e lungo la verticale. Ciò si traduce nella giustapposizione di termini di varia granulometria (nel caso della unità alluvionale, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente) con conseguente circolazione idrica con deflusso preferenziale dell'acqua nei livelli a più alto grado di permeabilità relativa.

Infine, per quanto riguarda le emergenze sorgentizie, esse si concentrano laddove la coltre alteritica autoctona, da "arenizzata" a moderatamente o fortemente alterata, risulta potente almeno qualche metro. Nell'isola amministrativa di Tempio Pausania, le emergenze sorgentizie sono scarse e, più estesamente, si rileva come le sorgenti scarseggino nell'area vasta in cui affiora l'Unità Intrusiva di Arzachena.

Dall'esame della Tav. 4 "Carta idrogeologica ed idrografica" riportata in allegato al presente studio, si evidenzia che l'intero "Parco Eolico Bassacutena" interessa quasi esclusivamente l'Unità idrogeologica magmatica paleozoica, permeabile per fessurazione di medio basso grado nei granitoidi e di basso grado nei cortei filoniani. Solo alcuni tratti dell'elettrodotto HV interrato, nei pressi della zona industriale di Bassacutena e delle località Campovaglio e Littichedda, interessano l'Unità idrogeologica delle alluvioni plio – quaternarie, con permeabilità per porosità di medio alto grado.

2.6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDRAULICA

A completare l'inquadramento geologico generale dell'area di intervento, si analizzano gli strumenti della pianificazione territoriale e settoriale vigenti in materia di difesa del suolo, con particolare riferimento ai temi della pericolosità geologica ed idraulica.

Il **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del D.L. n. 180/1998, è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67/10.07.2006 e sottoposto a successive varianti; esso è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico - operativo per la pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo e, quindi, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Nell'ambito del PAI sono delimitate le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica dovute ad instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, alle quali si applicano le Norme di Attuazione del piano stesso. Queste ultime si applicano anche alle aree a pericolosità idrogeologica, le cui perimetrazioni derivano dagli studi di compatibilità geologica - geotecnica e idraulica, redatti ai sensi dell'art. 8 comma 2 NdA PAI in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici o di varianti agli stessi, nonché di approvazione di piani attuativi, e approvati da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino.

Ad approfondimento e integrazione del PAI, con Deliberazione del Comitato Istituzionale di Bacino n. 2/17.12.2015, è stato approvato il **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)**; esso costituisce lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**, previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D. Lgs. n. 49/2010, è finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute umana, sull'ambiente e sulla società, derivanti dalle alluvioni. Esso individua interventi strutturali e misure non strutturali che devono essere realizzate nell'arco temporale di 6 anni, al termine del quale il Piano è soggetto a revisione ed aggiornamento. Il secondo ciclo di pianificazione (2021-2027) è stato approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 01.12.2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 43/20.02.2023.

Nello specifico dei temi di rischio idraulico, i rapporti fra tali diversi strumenti sono stati regolamentati con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 121/10.11.2015, che ha approvato alcune modifiche normative alle NdA PAI, introducendo, fra l'altro, il Titolo V recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)".

A seguito dell'approvazione da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna, degli Studi di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica redatti sull'intero territorio comunale di Tempio Pausania ed Aglientu, ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle NdA PAI, le aree soggette a dissesto idrogeologico, così come individuate dai vigenti PAI (PAI regionale, PSFF e studi comunali), sono distinte in **aree di pericolosità idraulica (Hi)** e **aree di pericolosità geomorfologica (Hg)** di grado molto elevato (Hi4, Hg4), elevato (Hi3, Hg3), medio (Hi2, Hg2) e moderato (Hi1, Hg1), nelle quali valgono le disposizioni normative previste dal PAI (Titolo III NdA PAI).

Per quanto riguarda la redazione delle mappe e delle classi di rischio idraulico, la metodologia adottata nel PGRA individua tre tipologie di mappe (pericolosità, danno potenziale e rischio).

In particolare le quattro classi di pericolosità idraulica utilizzate negli strumenti di pianificazione (PAI, PSFF, studi ex art. 8 c.2 PAI e aree colpite dal ciclone extratropicale Cleopatra del 2013) sono state ricondotte alle seguenti tre classi individuate dal D. Lgs. n. 49/2010:

- P1 (pericolosità bassa): aree con bassa probabilità di accadimento ($200 < Tr \leq 500$);
- P2 (pericolosità media): aree con media probabilità di accadimento ($100 \leq Tr \leq 200$);
- P3 (pericolosità elevata): aree con elevata probabilità di accadimento ($Tr \leq 50$).

La Carta del Danno Potenziale deriva dall'analisi condotta sul territorio regionale di tutte le categorie di elementi "a rischio" esposti a possibili eventi di natura idrogeologica, identificati e classificati secondo uno schema di legenda che prevede l'istituzione di sei macrocategorie di elementi, ognuna delle quali a sua volta suddivisa in sottocategorie specifiche. Le classi omogenee di Danno Potenziale previste sono quattro e tengono conto, per la loro definizione, del danno alle persone e di quello al tessuto socio - economico ed ai beni non monetizzabili, come di seguito riportato:

- D1: Danno potenziale moderato o nullo;
- D2: Danno potenziale medio;
- D3: Danno potenziale elevato;
- D4: Danno potenziale molto elevato.

La predisposizione delle due coperture sopra descritte, vale a dire la Carta del Danno Potenziale e la Carta della Pericolosità idraulica, ha permesso di ricavare, mediante una procedura di *overlay mapping*, la Carta del Rischio idraulico, in conformità con quanto previsto dalla Direttiva Comunitaria. La procedura di *overlay* è stata guidata dalla tabella di classificazione delle aree a rischio idraulico nella quale, attraverso le intersezioni tra le colonne relative alla Pericolosità Idraulica e le righe riportanti la classificazione di Danno Potenziale, si deduce la categoria di rischio.

Classi di Danno Potenziale	Classi di Pericolosità Idraulica		
	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R4	R3	R1
D2	R3	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Pertanto, definiti i 3 livelli di pericolosità (P3, P2, P1) ed i 4 di danno potenziale (D4, D3, D2, D1) sono stati stabiliti i quattro livelli di Rischio conseguenti:

- R1: Rischio moderato o nullo;
- R2: Rischio medio;
- R3: Rischio elevato;
- R4: Rischio molto elevato.

Dall'esame delle **Tav. 5 “Carta della pericolosità idraulica”, Tav. 6 “Carta del danno potenziale” e Tav. 7 “Carta del rischio idraulico” riportate in allegato al presente studio**, per quanto attiene alle problematiche di tipo idraulico, si evidenzia che:

- i n. 9 aerogeneratori del “Parco Eolico Bassacutena” **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio idraulico e sono ubicate in aree censite a danno potenziale di grado D2;
- la viabilità di servizio in corrispondenza dell'innesto con la S.S. n. 133 di Palau, interessa porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 “Aree a pericolosità idraulica moderata”, Hi2 “Aree a pericolosità idraulica media”, Hi3 “Aree a pericolosità idraulica elevata” e Hi4 “Aree a pericolosità idraulica molto elevata”, alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 moderato, Ri2 medio e Ri3 elevato. La rimanente porzione di viabilità di servizio **non** interferisce con aree di pericolosità o rischio idraulico; in riferimento al danno potenziale, la viabilità di servizio interessa aree prevalentemente di grado D1 e D2;
- l'elettrodotto interrato HV nell'esistente viabilità, nel Comune di Aglientu, ricade nell'area di pericolosità idraulica Hi4 del “Canale de Lu Montoni” e del “104002_Fiume_103067” (aste dell'elemento idrico denominato 104002_Fiume_94863 con recapito diretto a mare), a cui è associato, nei tratti di interferenza, un rischio idraulico Ri1; in riferimento al danno potenziale, l'opera interessa aree prevalentemente di grado D1 e D2, lambendo aree di grado D3 e D4.

Dall'esame delle **Tav. 8 “Carta della pericolosità geomorfologica” e Tav. 9 “Carta del rischio geomorfologico”** riportate in allegato al presente studio, per quanto attiene alle instabilità di tipo geomorfologico, si evidenzia che:

- i n. 9 aerogeneratori del “Parco Eolico Bassacutena” ricadono nelle aree censite come pericolosità geomorfologica Hg0 e, cioè, studiate ma non soggette a potenziali fenomeni franosi e, quindi, a rischio geomorfologico Rg0 nullo;
- la viabilità di servizio degli stessi, fra gli aerogeneratori B_2 e B_3, interessa porzioni di aree censite con pericolosità geomorfologica Hg1 “Aree a pericolosità da frana moderata”, a cui è associato un rischio geomorfologico Rg1 moderato; la rimanente porzione di viabilità di servizio ricade in aree censite con pericolosità geomorfologica Hg0 e rischio geomorfologico Rg0; per la classe di pericolosità Hg1, l'art. 34 “Disciplina delle aree di pericolosità moderata da frana (Hg1)” delle Norme di Attuazione del PAI rinvia la disciplina agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti; a tal proposito, l'art. 25 “Aree di pericolosità idraulica e da frana” delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC di Tempio Pausania, richiama integralmente la normativa del PAI, senza dettare ulteriori specifiche; considerato, quindi, che ai sensi dell'art. 33 “Disciplina delle aree di pericolosità media da frana (Hg2)”, comma 3, lettera a) delle Norme di Attuazione del PAI (valevole anche per la classe di pericolosità inferiore) « ... *In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentiti esclusivamente: ... a. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici ...* », si ritiene che tale intervento sia potenzialmente ammissibile, ancorché da dimostrare a seguito degli specifici approfondimenti richiesti dalla normativa da condursi nelle successive fasi attuative;
- l'elettrodotto interrato HV nell'esistente viabilità interessa, prevalentemente, aree censite con pericolosità geomorfologica Hg0 e rischio geomorfologico Rg0 e, limitatamente, aree censite con pericolosità geomorfologica Hg1 “Aree a pericolosità da frana moderata” e Hg2 “Aree a pericolosità da frana media”, a cui è associato un prevalente rischio geomorfologico Rg1 moderato e, limitatamente, Rg2 medio; al confine fra il territorio comunale di Tempio Pausania e Aglientu, l'opera lambisce un'area censita con pericolosità geomorfologica Hg3 “Aree a pericolosità da frana elevata”, a cui è associato un prevalente rischio geomorfologico Rg1 moderato e, limitatamente, Rg2 medio.

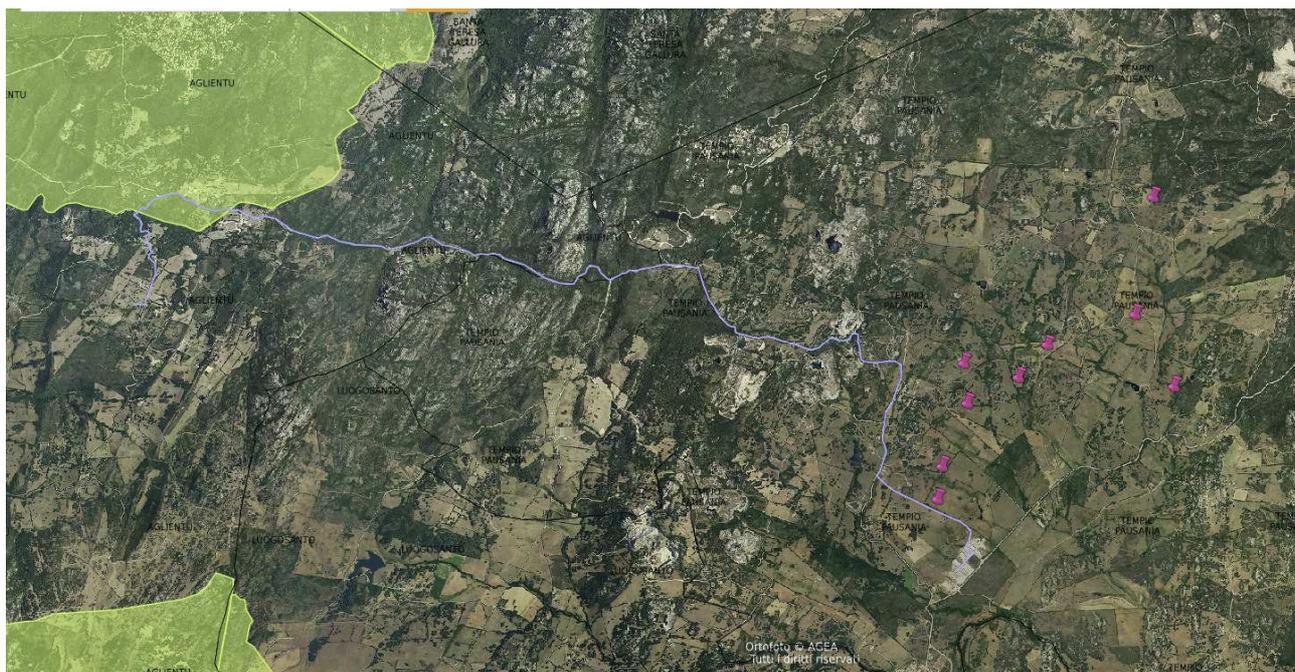
Tale intervento risulta ammissibile dalla disciplina del PAI, in quanto ai sensi dell'art. 31 "Disciplina delle aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)", comma 3, lettera e) delle Norme di Attuazione del PAI (valevole anche per qualsiasi pericolosità di classe inferiore) « ... In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente: ... e. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti ... ».

In ultimo, per quanto riguarda il **vincolo idrogeologico**, nella Regione Sardegna sono soggetti a tutela:

- i terreni di cui all'art. 1 del Regio Decreto 3 dicembre 1923 n. 3267;
- le aree a pericolosità da frana ai sensi dell'art. 9 delle NTA del PAI;
- i terreni di cui al Piano Generale di Bonifica Montana ai sensi dell'art. 18 della L. 25 luglio 1952, n. 991 "Provvedimenti in favore dei territori montani".

Nessun aerogeneratore ricade in aree sottoposte al vincolo idrogeologico, mentre parte delle infrastrutture lineari (elettrودotto interrato e viabilità di servizio) interessano aree sottoposte al vincolo idrogeologico, laddove ricadenti nelle aree a pericolosità da frana moderata, media e elevata o nei terreni di cui all'art. 18 della legge n. 911/1952.

Si rimanda quindi allo "Studio di compatibilità idrologica e idraulica" allegato al PFTE, per quanto riguarda l'ammissibilità dell'intervento in relazione alle criticità individuate e gli eventuali accorgimenti da adottare per la realizzazione delle opere.



Distribuzione dei terreni di cui al Piano Generale di Bonifica Montana ai sensi dell'art. 18 della L. 25 luglio 1952, n. 991 "Provvedimenti in favore dei territori montani", soggetti al vincolo idrogeologico.

2.7 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Per la descrizione della geologia locale e la ricostruzione delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo, oltre ad un sopralluogo tecnico in prossimità di tutte le zone interessate e ad un rilievo specifico nei punti autorizzati dalle proprietà, sono state realizzate le seguenti prove:

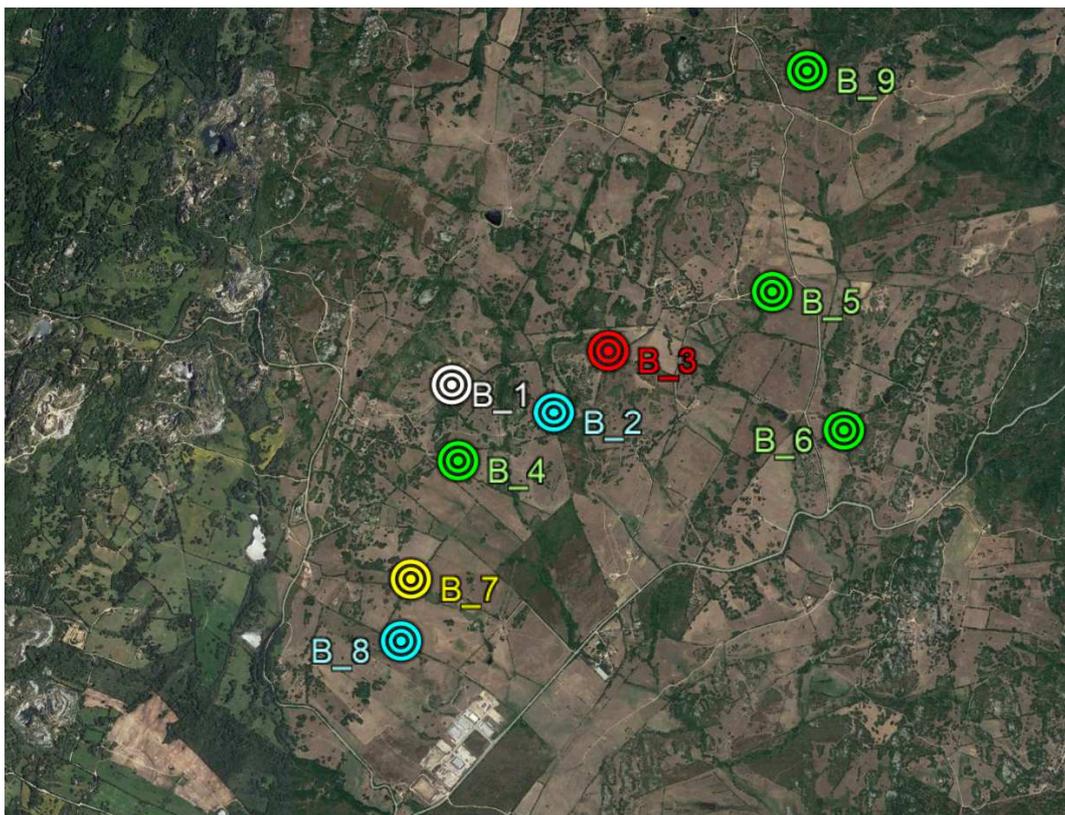
- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo denominato S1, spinto fino alla profondità di 7 m dal piano campagna in corrispondenza del sito dell'aerogeneratore B_3, con esecuzione di n. 5 prove di tipo *Standard Penetration Test* o S.P.T. (**cf. allegato n. 2**);
- n. 1 prova PLT (Point Load Test) per la determinazione della resistenza alla compressione del substrato roccioso (**cf. allegato n. 4**);
- n. 6 trincee esplorative nei siti degli aerogeneratori B_3 e B_7 (**cf. allegato n. 3**);
- n. 8 prospezioni sismiche a rifrazione con inversione tomografica in corrispondenza o in prossimità dei siti di tutti gli aerogeneratori, ad esclusione del B_1 (**cf. allegato n. 5**).

Per la caratterizzazione sismica locale (**cf. allegato n. 5**), sono stati eseguiti:

- n. 8 stendimenti geofisici di sismica passiva Re.Mi. (*Refraction Microtremor*);
- n. 8 registrazioni di rumore sismico ambientale H.V.S.R. mediante Tromino®.

In allegato a fine testo sono state ricostruite le schede proprie di ogni aerogeneratore con descritti gli esiti delle indagini di cui sopra e le caratteristiche generali dei siti in cui saranno realizzate le torri eoliche (**cf. allegato n. 1**).

Le indagini realizzate sono ubicate come nella seguente figura: in rosso, giallo ed azzurro i punti autorizzati, in verde le prove sismiche realizzate nei dintorni delle aree di interesse e, in bianco, una zona non indagata.

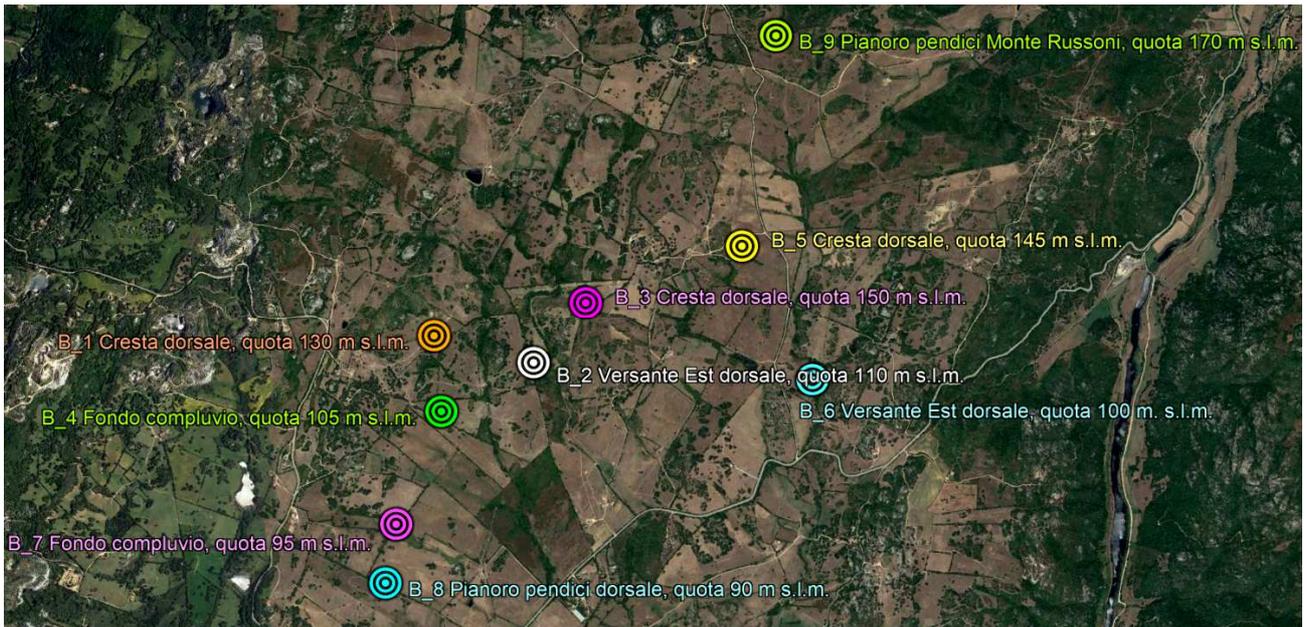


Ubicazione delle indagini eseguite. In rosso, sondaggio a carotaggio continuo, trincee esplorative e indagini sismiche eseguite in area accessibile. In giallo, trincee esplorative e indagini sismiche in aree accessibili. In azzurro, indagini sismiche in aree accessibili. In verde, indagini sismiche eseguite in prossimità delle previste aree di intervento, non ancora accessibili. In bianco, ubicazione di una torre in progetto, non accessibile e senza alcuna indagine.

2.8 MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Dal punto di vista geomorfologico, quasi tutti gli aerogeneratori si trovano su blandi dorsali collinari, spesso in prossimità della cresta e, talora, sui versanti delle stesse; si discostano gli aerogeneratori B_4, B_7, B_8 e B_9 che, invece, sono collocati su zone subpianeggianti poste alla base di dorsali o dossi (B_8 e B_9) o all'interno di deboli compluvi (B_4 e B_7).

Come detto in precedenza, gli aerogeneratori sono ubicati a varie quote altimetriche, sintetizzabili come nella seguente figura, che descrive brevemente anche le condizioni geomorfologiche locali.



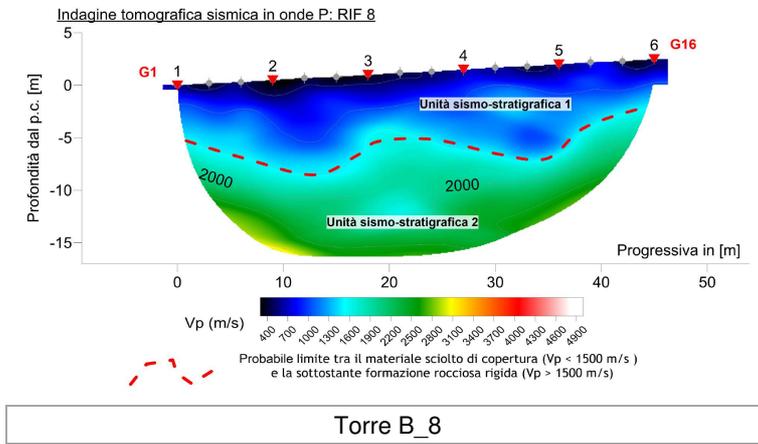
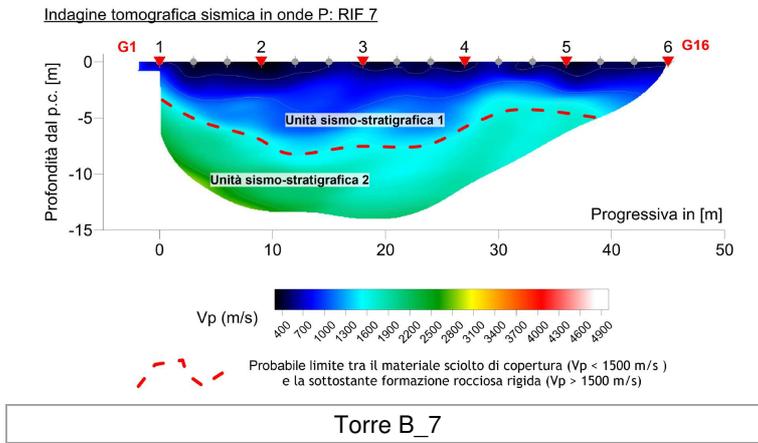
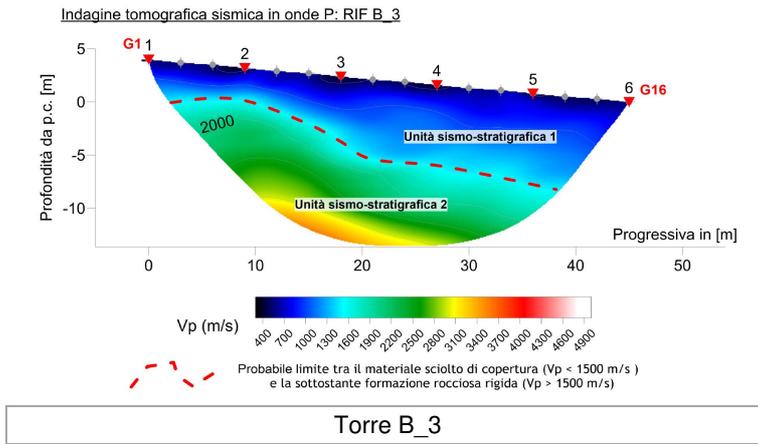
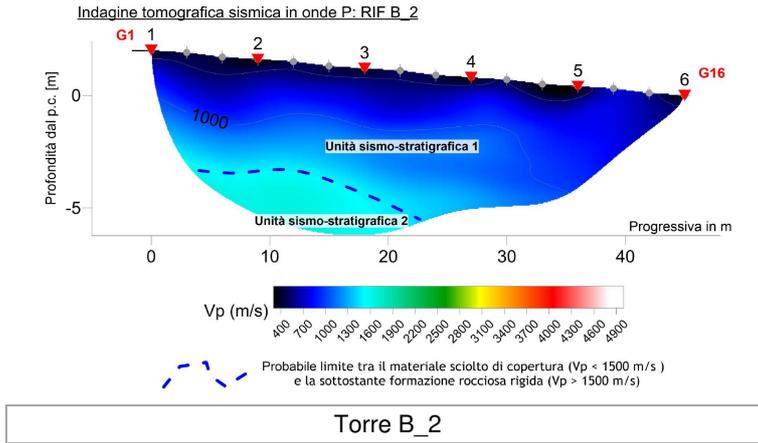
Quote altimetriche e sintesi delle caratteristiche geomorfologiche dei siti di ubicazione degli aerogeneratori.

Dal punto di vista litologico, il sondaggio a carotaggio continuo, le trincee esplorative e le indagini geofisiche hanno evidenziato una certa omogeneità dal punto di vista strettamente stratigrafico, seppur dimostrando la variabilità dello spessore delle unità geologiche individuate.

Infatti, la geologia locale è schematizzabile, **al di sotto del suolo**, talora assente oppure di spessore modesto e misurato fino alla profondità massima di 0,4 - 0,5 m, secondo due unità ben distinte:

- la **prima unità geologica**, denominata “zona arenizzata”, deriva dal processo di arenizzazione dei granitoidi del “Batolite Sardo - Corso” ed è formata da sabbie grosse e sabbie ghiaiose, addensate e dotate di una certa pseudocoazione; esse ricoprono il substrato roccioso “sano”, non assoggettato a tale processo, e si rinvencono fino alla profondità di circa 2 - 8 m, con uno spessore che varia anche a breve distanza; talora, esse sono coperte da terreni limoso sabbiosi di natura colluviale;
- la **seconda unità**, costituita dal substrato roccioso si trova, quindi, ad una profondità variabile, generalmente pari a circa 2 - 8 m. Talora, risulta subaffiorante.

Le immagini seguenti, ricostruite grazie alle tomografie sismiche eseguite in corrispondenza degli aerogeneratori in progetto denominati B_2, B_3, B_7 e B_8, evidenziano l'andamento irregolare del substrato roccioso.



Sezioni sismo - stratigrafiche dedotte dalle prospezioni sismiche a rifrazione con inversione tomografica, dove si evidenziano i rapporti stratigrafici fra le due principali unità individuate al di sotto del suolo.

Dal punto di vista idrogeologico, i sopralluoghi e le indagini condotte nelle aree in esame confermano quanto detto in precedenza sull'assetto locale, avendo dimostrato la generale assenza di falde o venute d'acqua sulle creste delle dorsali o sui versanti delle stesse, e la presenza di falde superficiali nelle zone pianeggianti poste alla base delle dorsali e nei compluvi.

Pertanto, in relazione ai primi sopralluoghi eseguiti ed alle indagini realizzate, è stato possibile accertare od ipotizzare la potenziale presenza di una falda freatica superficiale in alcuni dei siti previsti, che potrebbe quindi interferire con le fondazioni degli aerogeneratori.

Codice aerogeneratore	Potenziale presenza falda	Verifica diretta
B_1	NO	Da verificare nelle fasi successive
B_2	NO	Da verificare nelle fasi successive
B_3	NO	VERIFICATA
B_4	SI	Da verificare nelle fasi successive
B_5	NO	Da verificare nelle fasi successive
B_6	NO	Da verificare nelle fasi successive
B_7	SI	VERIFICATA
B_8	PROBABILI	Da verificare nelle fasi successive
B_9	NO	Da verificare nelle fasi successive

Verifica preliminare della presenza della falda nell'acquifero superficiale in corrispondenza dei siti degli aerogeneratori.

I dati raccolti permettono, quindi, di riassumere schematicamente le condizioni stratigrafiche locali come indicato nella seguente tabella.

Strato	Profondità dal piano campagna (m)	Litologia	Livello statico dal p.c.
A	0,0 - 0,5	Suolo, generalmente limoso sabbioso	Locale presenza della falda nella zona di arenizzazione
B	0,5 - (2,0 ÷ 8,0)	Zona di arenizzazione. Sabbie grosse / sabbie ghiaiose	
C	> (2,0 ÷ 8,0)	Substrato roccioso, generalmente fratturato al tetto per almeno 2 m di spessore	

Stratigrafia schematica in corrispondenza del "Parco Eolico Bassacutena".

3 RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

3.1 SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Per eseguire il sondaggio a carotaggio continuo è stata utilizzata una sonda cingolata "Puntel"; il carotaggio è stato eseguito con carotiere semplice avente diametro $\varnothing = 101$ mm, mentre il sostegno delle pareti dei fori di sondaggio è stato realizzato allestendo tubazioni metalliche di rivestimento con $\varnothing = 127$ mm e procedendo poi con il carotiere suddetto. Nel corso del sondaggio sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche S.P.T. in foro (*Standard Penetration Test*), a varie profondità, per determinare le qualità geotecniche delle litologie costituenti il sottosuolo locale.

3.1.1 Metodi di interpretazione delle prove S.P.T. in foro

La prova S.P.T. è, allo stato attuale, la più conosciuta e la più praticata al mondo e, pertanto, ha trovato un vastissimo campo di applicazione in geotecnica. Il numero di colpi ottenuto per infiggere il campionatore (N_{spt}) permette di valutare lo stato di addensamento e/o la consistenza dei terreni e, mediante alcune correlazioni bibliografiche, permette di caratterizzare geotecnicamente gli stessi.

La S.P.T. standardizzata si effettua facendo penetrare nel terreno, a percussione, attraverso una massa battente di peso e altezza di caduta standard, una punta aperta (Raymond) montata all'estremità di una batteria di aste cave: viste le litologie locali, che non avrebbero permesso l'uso della punta Raymond, le prove sono state eseguite utilizzando la punta conica chiusa.

La prova S.P.T. consiste nel rilevare il numero di colpi (rispettivamente N_1 , N_2 ed N_3) necessari per infiggere la punta per tre tratti successivi di 15 cm ciascuno. La resistenza alla penetrazione è caratterizzata dal numero di colpi richiesti per l'attraversamento degli ultimi due tratti, per complessivi 30 cm ($N_{spt} = N_2 + N_3$).

È da rilevare che la prova penetrometrica S.P.T. può essere interrotta, secondo le raccomandazioni A.G.I. (1977), in presenza di una delle seguenti condizioni (rifiuto):

$$N_1 > 50 \text{ colpi}$$

$$N_2 + N_3 > 100 \text{ colpi}$$

Il numero di colpi utilizzato per la stima dei parametri è stato affinato normalizzando i risultati della prova con l'introduzione di alcuni fattori correttivi (Skempton, 1986) che tengono conto del dispositivo utilizzato e del suo rendimento, delle caratteristiche del foro e del campionatore, della pressione efficace del terreno sovrastante e della profondità di prova (normalizzando secondo Jamiolkowski et al., 1985).

L'insieme di questi fattori concorre a determinare, inoltre, il valore dell'effettiva energia trasmessa dal maglio al campionatore e, pertanto, l'esito della prova stessa; assumendo un rendimento energetico medio E_{ri} dei macchinari pari al 60% e normalizzando i dati ottenuti ad un rapporto energetico standard del 60%, si ricavano i valori denominati $N'_{spt 60}$.

Queste correzioni sono state applicate, a favore di sicurezza, solo per valori di $\sigma'_{vo} >$ di 100 kPa.

Inoltre, nell'eventuale presenza di sabbie fini e/o limose sotto falda, prima del calcolo degli $N'_{spt 60}$, i valori di N_{spt} vengono ridotti applicando la correzione di Terzaghi e Peck (1948).

La normalizzazione delle S.P.T. di cui sopra ed i parametri geotecnici dei terreni sono stati ottenuti mediante l'utilizzo di un foglio di calcolo predisposto dagli scriventi considerando, per la parametrizzazione, i metodi di seguito esposti.

I risultati sono stati riportati nella tabella a fine paragrafo, dove si evidenziano il numero di colpi effettivamente misurato N_{spt} ed il numero di colpi $N'_{spt 60}$.

Angolo di resistenza al taglio Φ

Per ottenere l'angolo di resistenza al taglio Φ dalle S.P.T., si sono confrontati tra loro più metodi di correlazione (De Mello, Peck – Hanson & Thornburn, Road Bridge Specification, Japanese National Railway, Kulhawy & Mayne), talora mediandone i risultati ed utilizzando anche altre formule riportate in alcuni software specifici.

Tali metodologie di calcolo sono state predisposte per le sabbie in genere ma, viste le modalità di penetrazione della punta per alcune delle prove condotte a buon fine (**avanzamento generalmente regolare**), si ritengono indicativamente valide anche per le litologie individuate.

Per l'utilizzo delle correlazioni di cui sopra, si è adottato il valore di $N'_{spt 60}$.

Densità relativa D_r - Stato di addensamento S

In funzione del numero di colpi è possibile risalire al valore della densità relativa ed alla definizione dello stato di addensamento S dei terreni incoerenti.

Per la valutazione della Densità Relativa D_r è stato utilizzato il metodo di Gibbs & Holtz, impiegando nella stima i valori di $N'_{spt 60}$.

Lo stato di addensamento è stato definito secondo le raccomandazioni A.G.I. del 1977 riportate nell'immagine seguente, ma assumendo $N = N'_{spt 60}$.

N	valutazione dello stato di addensamento
0 - 4	sciolto
4 - 10	poco addensato
10 - 30	moderatamente addensato
30 - 50	addensato
> 50	molto addensato

*Tabella A.G.I. 1977
per terreni incoerenti*

Si fa comunque presente che, con il metodo di Gibbs & Holtz, si tende a sovrastimare la D_r per i depositi ghiaiosi e per tutti i terreni nei primi metri di approfondimento della prova; invece, tale metodo sottostima il valore di D_r in caso di depositi limosi.

Modulo edometrico M

Il modulo edometrico è stato ricavato con la formula di Farrent.

I dati derivanti dall'interpretazione delle prove S.P.T. in foro sono stati sintetizzati nella tabella sotto.

Sondaggio	Prof. (m)	Litologia da stratigrafia	Punta	N_{spt}	$N'_{spt 60}$	ϕ (°)	D_r (%)	M (MPa)	S (AGI, 1977)
S1 Falda assente	0,5	Sabbia grossa	Chiusa	49	49*	35	> 85	49	Addensato
	1,5	Sabbia grossa	Chiusa	86	86*	35	> 85	54	Molto addensato
	3,3	Sabbia grossa	Chiusa	Rif.	-	-	-	-	-

Parametri geotecnici ricavati dalle prove S.P.T. in foro

ϕ = angolo di resistenza al taglio, limitato al valore di 35°; D_r = densità relativa, M = modulo edometrico, S = stato di addensamento, Rif. = Rifiuto all'avanzamento, * = correzioni non applicate per $\sigma'_{vo} < 100$ kPa

3.2 SINTESI DELLE PROVE DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione del sondaggio è stato prelevato un campione di substrato roccioso, per sottoporlo a prove di laboratorio geotecnico; considerato che il campione risultava fratturato, è stato possibile eseguire solo una prova *Point Load Test* o PLT, ottenendo quanto segue; si rimanda al relativo allegato per prendere visione del certificato di prova (cfr. allegato n. 4).

Sondaggio	S1
Campione	B3
Prof. (m dal p.c.)	6,2 - 7,0
Valore medio di resistenza al punzonamento $I_{s(50)}$	1,77 MPa
Resistenza alla compressione derivata = $I_{s(50)} \times 24$	42,5 MPa

Esiti della prova PLT nel campione prelevato con il sondaggio S1.

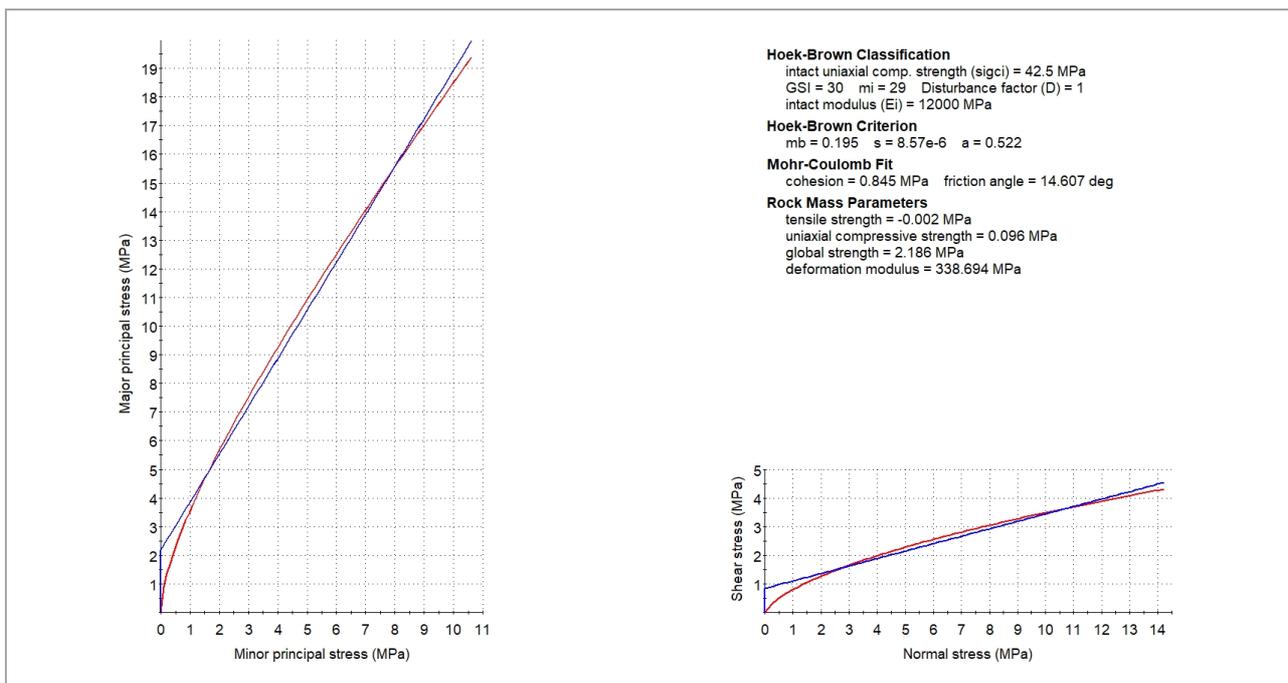
3.3 PROPOSTA DI MODELLO GEOTECNICO LOCALE

La parametrizzazione geotecnica dei terreni è stata fatta sulla base dei risultati delle prove S.P.T. realizzate nel foro di sondaggio e delle prove PLT, per la “zona arenizzata”, anche lo studio riassunto nella pubblicazione specifica “Caratteristiche geologico - tecniche delle coltri di disfacimento delle rocce granitiche della Sardegna nord - orientale”, alla quale si rimanda (Sergio Pinna, Istituto di Costruzioni Stradali Facoltà di Ingegneria dell’Università di Pisa).

Invece, la parametrizzazione dell’ammasso roccioso è stata calcolata con il *software* Roclab, utilizzando come dati di input gli studi sul “Granito di Luogosanto”, l’esito delle prove eseguite e l’osservazione condotta sugli affioramenti presenti nei dintorni dei luoghi.

DATI DI INPUT - Caratteristiche dell’ammasso roccioso - Modellazione M1	
$\gamma = 24 - 26 \text{ kN/m}^3$	Peso di volume assunto = 25 kN/m^3
$\sigma_{ci} = 42,5 \text{ MPa}$	Resistenza alla compressione uniassiale libera della roccia intatta
GSI = 30	Geological Strenght Index - Indice di qualità dell’ammasso roccioso dagli abachi del metodo di Hoek & Brown
$m_i = 29$	Parametro caratteristico della roccia intatta derivato dagli abachi di Hoek & Brown
D = 1	Fattore di disturbo per tener conto delle condizioni delle porzioni più superficiali dell’ammasso roccioso

DATI DI OUTPUT - Parametri di Hoek & Brown ottenuti		
$m_b = 0,1954$	$s = 0,00000857494$	$a = 0,522344$

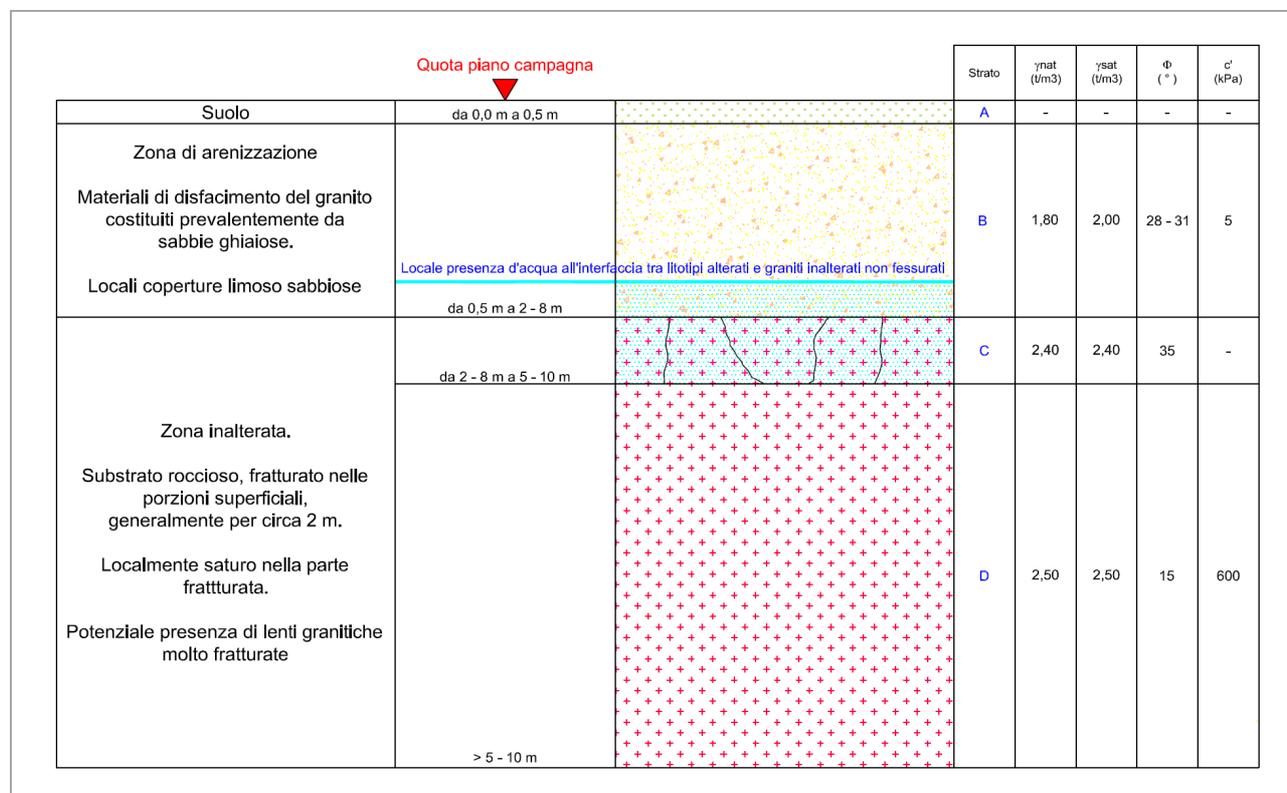


Parametrizzazione dell’ammasso roccioso con il software Roclab.

La restituzione dei parametri geomeccanici con il metodo di Hoek & Brown, valida per applicazioni generali ed ottenuta con i dati di cui sopra, permette di parametrizzare l'ammasso roccioso come nella tabella seguente (la coesione è stata ridotta del 25%, come indicano alcuni testi di geomeccanica per l'uso pratico del metodo), dove sono riportati i parametri geotecnici α_d di progetto secondo le due modellazioni M1 ed M2 previste dalle NTC.

I valori di progetto α_d derivano dai valori caratteristici α_k stabiliti sulla base delle indagini eseguite ed ottenuti da una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro stesso.

	Strato	Prof. (m)	Comportamento meccanico prevalente	γ_{nat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	ϕ_d (°)	C_d (kPa)
M1	A	0,0 – 0,5	Suolo	17	-	-	-
	B	0,5 – (2,0 ÷ 8,0)	Zona arenizzata	18	20	28 - 31	5
	C	(2,0 ÷ 8,0) - (4,0 ÷ 10,0)	Substrato fratturato	24	24	35	-
		> (4,0 ÷ 10,0)	Substrato massivo	25	25	15	600
M2	A	0,0 – 0,5	Suolo	17	-	-	-
	B	0,5 – (2,0 ÷ 8,0)	Zona arenizzata	18	20	23,0 – 25,7	4
	C	(2,0 ÷ 8,0) - (4,0 ÷ 10,0)	Substrato fratturato	24	24	29,3	-
		> (4,0 ÷ 10,0)	Substrato massivo	25	25	12,1	480



Parametri geotecnici di progetto e modello geotecnico proposto

γ_{nat} = Peso di volume del terreno naturale, γ_{sat} = Peso di volume del terreno saturo (sotto falda),
 ϕ_d = Angolo di resistenza al taglio di progetto, c_d = coesione efficace di progetto

4 RELAZIONE SISMICA

La Sardegna è un'isola che, dal punto di vista dell'evoluzione geologica, è considerata stabile da diversi milioni di anni; quest'area non è interessata da una tettonica attiva, come nel caso dell'Appennino o di altre regioni italiane, ed i rari terremoti si verificano in genere lungo le coste, dove sono presenti delle antiche faglie che, ogni tanto, possono dar luogo ad eventi sismici.

Gli studi individuano storicamente due eventi più forti, quello del 04 giugno 1616, che ha interessato tutta la Sardegna meridionale e che è ricordato, tra l'altro, da una incisione contenuta nella Sacrestia del Duomo di Cagliari, dove si parla di questo terremoto; l'altro terremoto significativo è avvenuto, anche in questo caso nella parte meridionale dell'isola, il 17 agosto del 1771. In tempi più recenti, è segnalato il sisma che si è verificato nel nord della Sardegna, in Gallura, il 13 novembre 1948. Inoltre, sono stati individuati due ulteriori terremoti mai documentati, quello del 18 gennaio del 1901 con una magnitudo stimata poco superiore a 4,2 ed il terremoto del 24 giugno 1619.

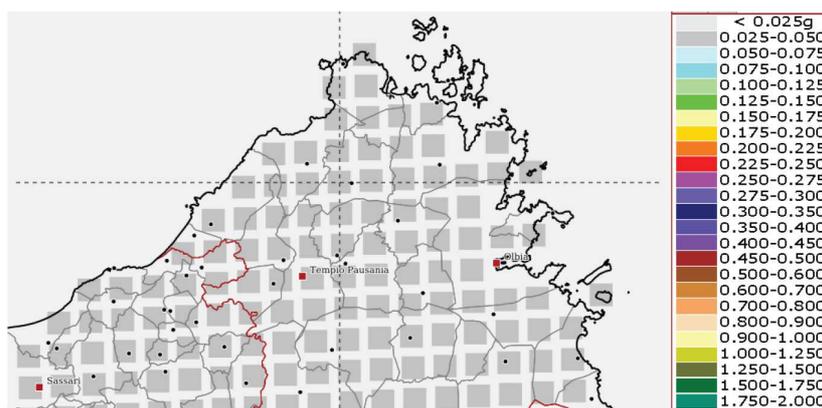
La sismicità storica dell'area interessata è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale; in particolare, sono stati consultati i Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2022 (CPTI15 - Versione 4.0) ed il Database Macrosismico Italiano (DBMI15 - Versione 4.0), che forniscono un set omogeneo di dati provenienti da diverse fonti, relativamente ai terremoti d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000 - 2020.

In relazione alla sismicità più recente, si riporta il terremoto del 18 giugno 1970, localizzato qualche decina di chilometri a nord ovest di Porto Torres ed avvertito distintamente lungo le coste liguri e francesi, oppure quello del 28 agosto 1977 che, pur essendo ubicato un centinaio di km a sud - ovest di Capo Teulada, fu avvertito molto sensibilmente in tutta la Sardegna meridionale. Erano invece situate poche decine di km ad est di Olbia, le due forti scosse che il 26 aprile 2000 spaventarono la gente di Olbia e Posada e che furono avvertite in gran parte dell'isola. Per completezza, si ricordano i numerosi terremoti registrati dalla Rete Sismica Nazionale nell'ultimo ventennio, alcuni dei quali (il 12 e 18 dicembre 2004, il 24 marzo 2006, il 7 luglio 2011, fino all'ultimo del 18 febbraio 2020) sono stati avvertiti sensibilmente dalla popolazione.

Dal punto di vista geofisico, si fa presente che le caratteristiche del basamento sardo sono tali da far sì che le onde sismiche siano trasmesse a grande distanza, ma senza subire una forte attenuazione; per questo motivo, terremoti anche di magnitudo non molto elevata vengono avvertiti su un'area molto vasta. **In sostanza, anche se la Sardegna presenta generalmente una bassa sismicità, essa non è esclusa da tali fenomeni.**

4.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

La classificazione dell'O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006, considerata nel D.M. 14 gennaio 2008 e ripresa dal D.M. 17 gennaio 2018, inserisce l'intera area in esame nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra **0,025g** e **0,050g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - mappa 50° percentile).



Valori di accelerazione sismica orizzontale a_g nella Sardegna settentrionale.

Per quanto riguarda la **pericolosità di base** in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni), il calcolo è stato eseguito utilizzando le tabelle parametriche pubblicate nel D.M. 14/01/2008 relativamente alle isole, considerato che il programma "Spettri di risposta - ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non ne permette la stima.

Ad ogni modo, visto che la Strategia di Progettazione prevede un *Tipo di costruzione 2 con Vita nominale = 50 anni, una Classe d'uso IV con Coefficiente $C_u = 2$ e, quindi, una Vita di riferimento = 100 anni* (Tempo di ritorno per gli SLV pari a 949 anni - non compreso nel DM 14.01.08 che indica le accelerazioni per un tempo di ritorno di 975 anni, risultando leggermente più cautelativo), nella tabella è stata riportata anche l'accelerazione agli SLV valida per tale tempo di ritorno.

Torre	Lat. WGS 84	Long. WGS 84	Lat. ED 50	Long. ED50	a_g 475 anni (SLV)	a_g 949 anni (SLV)
B_1	41,13441	9,26595	41,13544	9,26694	0,051g	0,061g
B_2	41,13318	9,27172	41,13421	9,27271	0,051g	0,061g
B_3	41,13584	9,27481	41,13687	9,27579	0,051g	0,061g
B_4	41,13109	9,26630	41,13212	9,26728	0,051g	0,061g
B_5	41,13838	9,28410	41,13941	9,28508	0,051g	0,061g
B_6	41,13241	9,28816	41,13344	9,28914	0,051g	0,061g
B_7	41,12602	9,26362	41,12705	9,26460	0,051g	0,061g
B_8	41,12337	9,26307	41,12440	9,26405	0,051g	0,061g
B_9	41,14783	9,28607	41,14886	9,28705	0,051g	0,061g

Accelerazione agli SLV in funzione dei tempi di ritorno.

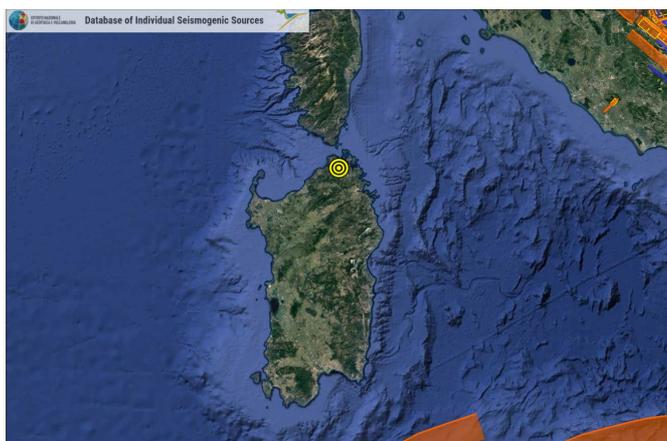
Per le faglie capaci, si è fatto riferimento al Catalogo **ITHACA** che, tra le più vicine, riporta quelle poste nella porzione sud occidentale della Sardegna, tra Oristano e Cagliari, quindi ad una distanza molto elevata, come indica la figura sotto (in rosso le faglie e, in blu, l'area in oggetto).



ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI
ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia



Il sito si trova all'esterno delle zone sismogeniche individuate dal **DISS 3.3.0** ed indicate in arancio nella figura sotto (*Database of Individual Seismogenic Sources* con, in giallo, l'area in esame).



In ultima, è stata considerata anche la Zonazione Sismogenetica dell'INGV denominata ZS9 (Meletti e Valensise, marzo 2004) che, prendendo in considerazione le evidenze di tettonica attiva e le valutazioni del potenziale sismogenetico acquisite negli anni, **esclude la Sardegna**.

4.2 ANALISI SISMICA LOCALE

Ai fini della definizione dell'azione sismica, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento.

In questo caso, è stato utilizzato l'approccio semplificato ed il ricorso alle Categorie di Sottosuolo; per definire tali Categorie, il D.M. 17 gennaio 2018 prevede il calcolo del parametro $V_{s,eq}$, ovvero della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s dei terreni posti al di sopra del substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/s (per depositi con profondità del substrato di riferimento superiore a 30 m, si calcola il valore di $V_{s,30}$). La profondità del substrato è riferita al piano di posa delle fondazioni superficiali, alla testa dei pali per fondazioni indirette, al piano di imposta delle fondazioni per muri di sostegno di terrapieni o alla testa delle opere di sostegno di terreni naturali.

Le misure Re.Mi. eseguite sono risultate tutte ben confrontabili tra loro, confermando quanto indicato in precedenza circa l'omogeneità stratigrafica locale, che differisce localmente per la variazione dello spessore della zona "arenizzata"; tale circostanza, in termini di velocità di propagazione delle onde S (V_s), evidenzia la presenza di n. 2 sismostrati caratterizzati da un netto contrasto di rigidità che è stato registrato, ovunque, ad una profondità **media** variabile tra circa 3 m e circa 6,5 m dal piano campagna (tra circa 2 m e circa 8 m secondo le tomografie sismiche).

Infatti, tale contrasto si avverte all'interfaccia tra i terreni di copertura, con V_s medie comprese tra 300 m/s e 450 m/s (I° sismostrato) ed il substrato di riferimento ($V_s = 1000$ m/s), ovvero con il litotipo con $V_s > 800$ m/s definito dalle NTC 2018 (II° sismostrato).

Pertanto, considerato che il substrato di riferimento è stato interpretato, in ogni sito, ad una profondità inferiore a 30 m dal p.c. e che il valore del parametro $V_{s,eq}$ calcolato dal piano campagna risulta quasi sempre inferiore a 360 m/s, i siti rientrano nella **Categoria di Sottosuolo E, fatto salvo per la Torre B5, che rientra in Categoria B ($V_{s,eq} = 450$ m/s).**

Torre	Profondità Interfaccia (m)	V_s copertura (m/s)	V_s substrato (m/s)	$V_{s,eq}$ dal p.c. (m/s)	Categoria di Sottosuolo calcolata dal p.c.	Coefficiente S_s
B_1	-	-	-	-	-	-
B_2	5,0	300	1000	300	E	1,6
B_3	6,5	300	1000	300	E	1,6
B_4	5,5	320	1000	320	E	1,6
B_5	6,0	450	1000	450	B	1,2
B_6	6,0	350	1000	350	E	1,6
B_7	4,0	300	1000	300	E	1,6
B_8	6,0	300	1000	300	E	1,6
B_9	3,0	350	1000	350	E	1,6

Visto lo spessore variabile dei terreni di copertura e la natura delle indagini finora eseguite, si sconsiglia di applicare strettamente la normativa sulla definizione delle Categorie di Sottosuolo (calcolandola dal piano di posa delle fondazioni) e di rimandare eventualmente tale stima alle fasi successive, una volta individuato lo spessore dei terreni di copertura in corrispondenza di ogni sito.

4.2.1 Categoria Topografica e coefficiente di amplificazione topografica

I siti in esame sono generalmente modellabili nella **Categoria T1** (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ - cfr. Tabella 3.2.III del par. 3.2.2 delle NTC), ma le esperienze condotte dagli scriventi in conformazioni morfologiche analoghe, tendenzialmente irregolari, hanno dimostrato che la risposta sismica locale può essere amplificata anche da tale componente. Pertanto, si propone la seguente suddivisione per ogni torre eolica in progetto.

Torre	Lat. WGS 84	Long. WGS 84	Categoria topografica	Sr
B_1	41,13441	9,26595	T1 - T2	1,2
B_2	41,13318	9,27172	T1	1,0
B_3	41,13584	9,27481	T2 - T3	1,2
B_4	41,13109	9,26630	T1	1,0
B_5	41,13838	9,28410	T1 - T2	1,2
B_6	41,13241	9,28816	T1 - T2	1,2
B_7	41,12602	9,26362	T1	1,0
B_8	41,12337	9,26307	T1	1,0
B_9	41,14783	9,28607	T1	1,0

4.3 FREQUENZA FONDAMENTALE DI RISONANZA

La **frequenza fondamentale di risonanza di sito**, nell'intervallo di normale interesse ingegneristico - strutturale (0,1 ÷ 20 Hz), è risultata come descritto nella seguente tabella.

Molte misure non hanno permesso di stimare la frequenza caratteristica in virtù della presenza di forti disturbi antropici, che ne hanno mascherato il valore o disturbato la registrazione.

Torre	Lat. WGS 84	Long. WGS 84	Frequenza fondamentale	Disturbi antropici
B_1	41,13441	9,26595	-	-
B_2	41,13318	9,27172	Tra 10 Hz e 15 Hz	SI
B_3	41,13584	9,27481	Non misurabile	SI
B_4	41,13109	9,26630	Non misurabile	SI
B_5	41,13838	9,28410	≈ 20 Hz	SI
B_6	41,13241	9,28816	Non misurabile	SI
B_7	41,12602	9,26362	Non misurabile	SI
B_8	41,12337	9,26307	Non misurabile	SI
B_9	41,14783	9,28607	Tra 10 ÷ 20 Hz e 5 ÷ 6 Hz	NO

4.4 SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Sulla base di quanto previsto dal paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC, viste le caratteristiche geologiche locali, la verifica della suscettibilità dei terreni nei confronti della liquefazione può essere omessa.

Infatti, la verifica può essere **omessa** quando si manifesta **almeno una** delle seguenti **circostanze**:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1n} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove S.P.T. normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1n} è il valore della resistenza determinata in prove CPT e normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) delle NTC nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Fig. 7.11.1(b) delle NTC nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

La pericolosità sismica dei siti di intervento, in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni - *Tipo di costruzione 2 – Vita nominale = 50 anni, Classe d'uso II – Coefficiente $C_u = 1$, Vita di riferimento = 50 anni*), prevede un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari a **0,051g**.

Come già anticipato, assumendo sempre la Categoria di Sottosuolo E e, in via conservativa, la Categoria Topografica T2, per un tempo di ritorno $T_r = 475$ anni si ottiene un coefficiente stratigrafico $S_S = 1,6$, un coefficiente topografico $S_T = 1,2$ e, quindi, un'accelerazione massima attesa:

$$a_{\max} = S_S \times S_T \times a_g = 1,6 \times 1,2 \times 0,051g \approx \mathbf{0,098g < 0,1 g}$$

5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda le **informazioni geologiche generali del territorio** entro cui è collocato il “Parco Eolico Bassacutena” e di un suo adeguato intorno, il presente Studio di compatibilità geologica e geomorfologica ha permesso di accertare che:

- il “Parco Eolico Bassacutena” è ubicato nel settore settentrionale della Sardegna, all’interno dell’area geografica della Gallura, sviluppandosi nei comuni di Tempio Pausania ed Aglientu;
- da un punto di vista geologico, il territorio in esame appartiene unicamente al complesso intrusivo tardo - ercinico che si estende fra la Sardegna nord orientale e la Corsica, denominato “Batolite Sardo - Corso”, caratterizzato da rocce magmatiche intrusive a composizione granitoida suddivisibili in diverse singole unità intrusive; le aree in esame sono riferibili alla complessa Unità Intrusiva di Arzachena, che comprende *litofacies* a composizione in prevalenza monzogranitica, ma anche granodioritica;
- in superficie, le rocce granitoidi sono soggette ad un caratteristico processo di alterazione noto come “arenizzazione”, dovuto ad agenti atmosferici, fisici e organici. Tale processo può essere più o meno spinto e, quindi, a partire dalla roccia litoide integra, si possono osservare diversi gradi di alterazione intermedia in cui la roccia è semicoerente ma preserva le strutture originarie, comprese la maggior parte dei minerali ed eventuali manifestazioni filoniane, fino allo stadio finale che origina il cosiddetto sabbione granitico, più o meno sciolto, a composizione prevalentemente quarzosa (sabbia arcocosa);
- localmente, il substrato roccioso è sovrastato da depositi quaternari olocenici, di origine alluvionale, detritica ed eluvio - colluviale, di moderato spessore ed arealmente poco estesi;
- tale assetto geologico, combinato alle linee strutturali di prevalente direzione SSW - NNE, condiziona fortemente la morfologia dei luoghi, contraddistinta da forme erosive residuali ed esumate, quali cataste di blocchi, perlopiù sferoidali, e tor isolati, in associazione con microforme rappresentate dai tafoni e sculture alveolari;
- i n. 9 aerogeneratori del “Parco Eolico Bassacutena” sono ubicati a quote diversificate da un minimo di circa 85 - 90 m s.l.m. (B_8 a sud) ad un massimo di circa 170 m s.l.m. (B_9 a nord), nel settore centro - meridionale dalle deboli pendenze dell’isola amministrativa di Tempio Pausania;
- tale area risulta incisa dai corsi d’acqua tributari in sinistra idrografica al fiume Bassacutena (Riu di Junco e Riu di Ziribidda), che tendono a delimitare dorsali collinari poco pronunciate e localmente rimodellate da deboli compluvi, che divengono più marcate ad ovest e ad est;
- da un punto di vista idrografico, l’intero sviluppo del “Parco Eolico Bassacutena” è compreso nel bacino idrografico del fiume Liscia;

- nessun aerogeneratore interessa elementi idrici classificati dalla Regione Sardegna, mentre la viabilità di servizio e l'elettrodotto HV interrato interferiscono con sei elementi idrici con n. Strahler = 1, due elementi idrici con n. Strahler = 2 e un elemento idrico con n. Strahler = 3;
- la ricorrenza dei bassi valori del numero di Strahler evidenzia, in generale, che sono per lo più coinvolte le aste di cattura del reticolo idrografico, caratterizzate da morfologie poco evolute; nello specifico dell'elettrodotto HV interrato trattasi, peraltro, di interferenza "apparente", in quanto l'opera sarà interrata nell'esistente viabilità con le sue opere di attraversamento già esistenti;
- da un punto di vista idrogeologico, l'intero "Parco Eolico Bassacutena" interessa quasi esclusivamente l'Unità idrogeologica magmatica paleozoica, permeabile per fessurazione di medio basso grado nei granitoidi e di basso grado nei cortei filoniani, dove, in corrispondenza della *facies* alterata o arenizzata, è presente un acquifero superficiale che talora risulta saturo;
- solo alcuni tratti dell'elettrodotto HV interrato, nei pressi della zona industriale di Bassacutena e della località Campovaglio, interessano l'Unità idrogeologica delle alluvioni plio - quaternarie, con permeabilità per porosità di medio alto grado;
- da un punto di vista sismico, pur essendo stati registrati alcuni terremoti, la Sardegna presenta generalmente una bassa sismicità; infatti, la classificazione dell'O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006, considerata nel D.M. 14.01.08 e ripresa dal D.M. 17.01.18, inserisce l'intera area interessata nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti con $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra 0,025g e 0,050g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - mappa 50° percentile).

A completare l'inquadramento geologico generale dell'area di intervento, l'analisi degli **strumenti della pianificazione territoriale e settoriale vigenti in materia di difesa del suolo** (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico o PAI, Piano Stralcio delle Fasce Fluviali o PSFF e Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni o PGRA) evidenzia quanto segue.

Per quanto attiene alle problematiche di tipo idraulico, si rileva che:

- i n. 9 aerogeneratori del "Parco Eolico Bassacutena" **non** ricadono in alcuna area di pericolosità o rischio idraulico e sono ubicate in aree censite a danno potenziale di grado D2;
- la viabilità di servizio in corrispondenza dell'innesto con la S.S. n. 133 di Palau, interessa porzioni di aree censite con pericolosità idraulica Hi1 "Aree a pericolosità idraulica moderata", Hi2 "Aree a pericolosità idraulica media", Hi3 "Aree a pericolosità idraulica elevata" e Hi4 "Aree a pericolosità idraulica molto elevata", alle quali è associato un rischio idraulico Ri1 moderato, Ri2 medio e Ri3 elevato.

La rimanente porzione di viabilità di servizio **non** interferisce con aree di pericolosità o rischio idraulico; in riferimento al danno potenziale, la viabilità di servizio interessa aree prevalentemente di grado D1 e D2;

- l'elettrodotto interrato HV nell'esistente viabilità, nel Comune di Aglientu, ricade nell'area di pericolosità idraulica Hi4 del "Canale de Lu Montoni" e del "104002_Fiume_103067" (aste dell'elemento idrico denominato 104002_Fiume_94863 con recapito diretto a mare), a cui è associato, nei tratti di interferenza, un rischio idraulico Ri1; in riferimento al danno potenziale, l'opera interessa aree prevalentemente di grado D1 e D2, lambendo aree di grado D3 e D4.

Si rimanda quindi allo "Studio di compatibilità idrologica e idraulica" allegato al PFTE, per quanto riguarda l'ammissibilità dell'intervento in relazione alle criticità individuate e gli eventuali accorgimenti da adottare per la realizzazione delle opere.

Per quanto attiene alle instabilità di tipo geomorfologico, si rileva che:

- i n. 9 aerogeneratori del "Parco Eolico Bassacutena" ricadono nelle aree censite come pericolosità geomorfologica Hg0 e, cioè, studiate ma non soggette a potenziali fenomeni franosi e, quindi, a rischio geomorfologico Rg0 nullo;
- la viabilità di servizio degli stessi, fra gli aerogeneratori B_2 e B_3, interessa parti di aree censite con pericolosità geomorfologica Hg1 "Aree a pericolosità da frana moderata", a cui è associato un rischio geomorfologico Rg1 moderato; la rimanente viabilità di servizio ricade in aree censite con pericolosità geomorfologica Hg0 e rischio geomorfologico Rg0. Per la classe di pericolosità Hg1, l'art. 34 "Disciplina delle aree di pericolosità moderata da frana (Hg1)" delle Norme di Attuazione del PAI, rinvia la disciplina agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti; a tal proposito, l'art. 25 "Aree di pericolosità idraulica e da frana" delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC di Tempio Pausania, richiama integralmente la normativa del PAI, senza dettare ulteriori specifiche; considerato, quindi, che ai sensi dell'art. 33 "Disciplina delle aree di pericolosità media da frana (Hg2)", comma 3, lettera a) delle Norme di Attuazione del PAI (valevole anche per la classe di pericolosità inferiore) «... *In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentiti esclusivamente: ... a. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici ...* », si ritiene che tale intervento sia potenzialmente ammissibile, ancorché da dimostrare a seguito degli specifici approfondimenti richiesti dalla normativa da condursi nelle successive fasi attuative;

- l'elettrodotto interrato HV nell'esistente viabilità interessa, prevalentemente, aree censite con pericolosità geomorfologica Hg0 e rischio geomorfologico Rg0 e, limitatamente, aree censite con pericolosità geomorfologica Hg1 "Aree a pericolosità da frana moderata" e Hg2 "Aree a pericolosità da frana media", a cui è associato un prevalente rischio geomorfologico Rg1 moderato e, limitatamente, Rg2 medio; al confine fra il territorio comunale di Tempio Pausania e Aglientu, l'opera lambisce un'area censita con pericolosità geomorfologica Hg3 "Aree a pericolosità da frana elevata", a cui è associato un prevalente rischio geomorfologico Rg1 moderato e, limitatamente, Rg2 medio; tale intervento risulta ammissibile dalla disciplina del PAI, in quanto ai sensi dell'art. 31 "Disciplina delle aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)", comma 3, lettera e) delle Norme di Attuazione del PAI (valevole anche per qualsiasi pericolosità di classe inferiore) « ... *In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente: ... e. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti ...* ».

Dal punto di vista litologico, la **campagna di indagini** ha confermato l'inquadramento geologico generale delle aree di intervento, evidenziando una certa omogeneità dal punto di vista strettamente stratigrafico, seppur dimostrando la variabilità dello spessore delle unità geologiche individuate.

Infatti, la geologia locale è schematizzabile, al di sotto del suolo, talora assente oppure di spessore modesto e misurato fino alla profondità massima di 0,4 - 0,5 m, secondo due unità ben distinte:

- la prima unità geologica, denominata "zona arenizzata", deriva dal processo di arenizzazione dei granitoidi del "Batolite Sardo - Corso" ed è formata da sabbie grosse e sabbie ghiaiose, addensate e dotate di una certa pseudocoazione. Esse ricoprono il substrato roccioso "sano", non assoggettato a tale processo, e si rinvencono fino alla profondità di circa 2 - 8 m, con uno spessore che varia anche a breve distanza; talora, esse sono coperte da terreni limoso sabbiosi di natura colluviale;
- la seconda unità, costituita dal substrato roccioso si trova, quindi, ad una profondità variabile, generalmente pari a circa 2 - 8 m. Talora, risulta subaffiorante.

Dal punto di vista idrogeologico, i sopralluoghi e le indagini condotte nelle aree in esame confermano quanto detto in precedenza sull'assetto locale, avendo dimostrato la generale assenza di falde o venute d'acqua sulle creste delle dorsali o sui versanti delle stesse, e la presenza di falde superficiali nelle zone pianeggianti poste alla base delle dorsali e nei compluvi.

Infine, per quanto riguarda le indicazioni di carattere geotecnico, sulla scorta delle indagini e prove effettuate:

- la parametrizzazione dei terreni e dell'ammasso roccioso, ha permesso di definire il modello geotecnico preliminare;
- sono stati determinati i parametri per la definizione dell'azione sismica;
- la verifica della suscettibilità dei terreni nei confronti della liquefazione può essere omessa.

La presente campagna di indagine è stata finalizzata esclusivamente alla verifica della compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica delle aree che saranno interessate dalle opere e dalle infrastrutture previste.

Pertanto, prima della progettazione delle opere, sarà necessario verificare i rapporti tra le strutture previste e le condizioni geologiche locali; una volta acquisite tali informazioni ed in funzione delle effettive scelte progettuali, si potrà valutare il sistema fondazionale più appropriato e le modalità più corrette per la realizzazione delle nuove strutture ed infrastrutture.

Preventivamente alla progettazione esecutiva delle opere, dovrà essere controllata puntualmente la situazione stratigrafica e litotecnica locale attraverso un opportuno piano di indagini integrative a quelle finora eseguite, in modo da verificare le notizie raccolte in questa fase e, quindi, ricostruire le caratteristiche geologiche e geotecniche di ogni sito, con particolare riguardo all'interferenza della viabilità di servizio fra gli aerogeneratori B_2 e B_3 con l'area censita a pericolosità geomorfologica Hg1 "Aree a pericolosità da frana moderata".

ALLEGATI FUORI TESTO

Elaborato SCGG.EG01

Allegato n. 1 - Schede di sintesi

Allegato n. 2 - Stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo

Allegato n. 3 - Stratigrafia delle trincee esplorative

Allegato n. 4 - Certificato delle prove di laboratorio

Allegato n. 5 - Sintesi delle indagini geofisiche di tipo sismico

Elaborato SCGG.EG02

Tav. 1 - Quadro d'unione

Tav. 2 - Ubicazione Parco Eolico Bassacutena

Tav. 3A, Tav. 3B, Tav. 3C - Carta Litologica

Tav. 4A, Tav. 4B, Tav. 4C - Carta Idrogeologica ed Idrografica

Elaborato SCGG.EG03

Tav. 5A, Tav. 5B, Tav. 5C - Carta della Pericolosità idraulica

Tav. 6A, Tav. 6B, Tav. 6C - Carta del Danno potenziale

Elaborato SCGG.EG04

Tav. 7A, Tav. 7B, Tav. 7C - Carta del Rischio idraulico

Tav. 8A, Tav. 8B, Tav. 8C - Carta della Pericolosità geomorfologica

Elaborato SCGG.EG05

Tav. 9A, Tav. 9B, Tav. 9C - Carta del Rischio geomorfologico