



REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA SUD SARDEGNA



ESTERZILI



ESCALAPLANO



SEUI

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO COMPOSTO DA 29 AEROGENERATORI E RELATIVE OPERE CONNESSE CON POTENZA COMPLESSIVA DI 153,9 MW NEI COMUNI DI ESTERZILI (SU), ESCALAPLANO (SU) E SEUI (SU)



PropONENTE	 <p>LOTO RINNOVABILI SRL Largo Augusto n.3 20122 Milano pec:lotorinnovabili@legalmail.it</p>				
PROGETTAZIONE	 <p>AGREENPOWER s.r.l. Sede legale: Via Serra, 44 09038 Serramanna (SU) - ITALIA Email: info@agreenpower.it</p>		<p>Gruppo di lavoro:</p> <p>Ing. Simone Abis - Civile Ambientale Ing. Michele Angei - Elettrico Ing. Enea Tocco - Civile Ambientale Ing. Stefano Fanti - Civile Ambientale Dott. Gianluca Fadda</p>	<p>Collaboratori:</p> <p>Vamirgeind Ambiente, Geologia e Geofisica S.r.l. Dott. Archeologo Matteo Tatti Dott. Naturalista Francesco Mascia Dott. Agronomo Vincenzo Sechi Ing. Federico Miscali - Tecnico Acustica Ing. Nicola Sollai - Strutturista Dott. Geologo Andrea Usai Dott. Geologo Luigi Sanciù Ing. Michele Pigliaru - Elettrico Ing. Luigi Cuccu - Elettrotecnico</p>	
ELABORATO	<p>Nome Elaborato:</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGICA E COMPATIBILITA' IDRAULICA</p>				
00	Settembre - 2022	PRIMA EMISSIONE	L.Sanciù	Agreenpower Srl	Agreenpower Srl
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:					
Formato:	A4	Codice Commessa W2204EES	Codice Elaborato	RELO5	

INDICE

PREMESSA	2
1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2. DETTAGLI PROGETTUALI	4
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
4. VINCOLISTICA	6
4.1 Interazione con il Piano di stralcio di bacino	6
4.2 Interazione con il piano stralcio fasce fluviali	6
5. MODELLO GEOLOGICO	8
5.1 Descrizione geologica di dettaglio	9
5.2 Inquadramento geomorfologico	11
5.3 Inquadramento idrogeologico	12
5.4 Inquadramento climatologico	14
6. RELAZIONE SISMICA	15
6.1 Sismica di base	17
7. MODELLO GEOTECNICO	21
7.1 Progetto indagine geognostica	21
7.2 Stratigrafia dei terreni di fondazione	21
7.3 Considerazione geotecniche	28
8. CONCLUSIONI	29

Allegati

Carta geologica

Carta geomorfologica/idrologica

PREMESSA

Lo scrivente, Geol. Luigi Sanciu è stato incaricato per lo studio geologico preliminare dell'area entro la quale ricade il "PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO NURAXEDDU, COMPOSTO DA 29 AEROGENERATORI E RELATIVE OPERE CONNESSE CON POTENZA COMPLESSIVA DI 153,9 MW NEI COMUNI DI ESTERZILI (SU), ESCALAPLANO (SU) E SEUI (SU)". Allo scopo è stata condotta un'indagine geologica (rilevamento di terreno e verifica di fonti bibliografiche) a carattere preliminare al fine di valutarne la fattibilità e orientare correttamente le scelte progettuali come richiesto dalla normativa vigente. Il presente studio, condotto in osservanza alla normativa vigente, si prefigge di:

- definire il modello geologico di riferimento per la progettazione preliminare dell'intervento;
- evidenziare le possibili problematiche di natura geologica o geotecnica;
- fornire, ove possibile, suggerimenti per effettuare le scelte operative più idonee.

In tal senso le indagini vengono svolte con lo scopo di individuare i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici e di pericolosità geologica del territorio, in relazione alla realizzazione dell'intervento.

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018»;
- D.M. 14.01.2018 «Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009 «Istruzioni per l'applicazione delle nuove "Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 «Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone»;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02.10.2003 «Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri»;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica»;
- Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996 «Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica»;
- D.M. LL.PP. 11.03.1988 «Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione» e relativa Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988;
- Legge n. 64 del 02.02.1974 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche», che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero LL.PP.;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS n. 8 del 11.03.2005;
- Norme di Attuazione del P.A.I. - Testo coordinato e ss.mm.

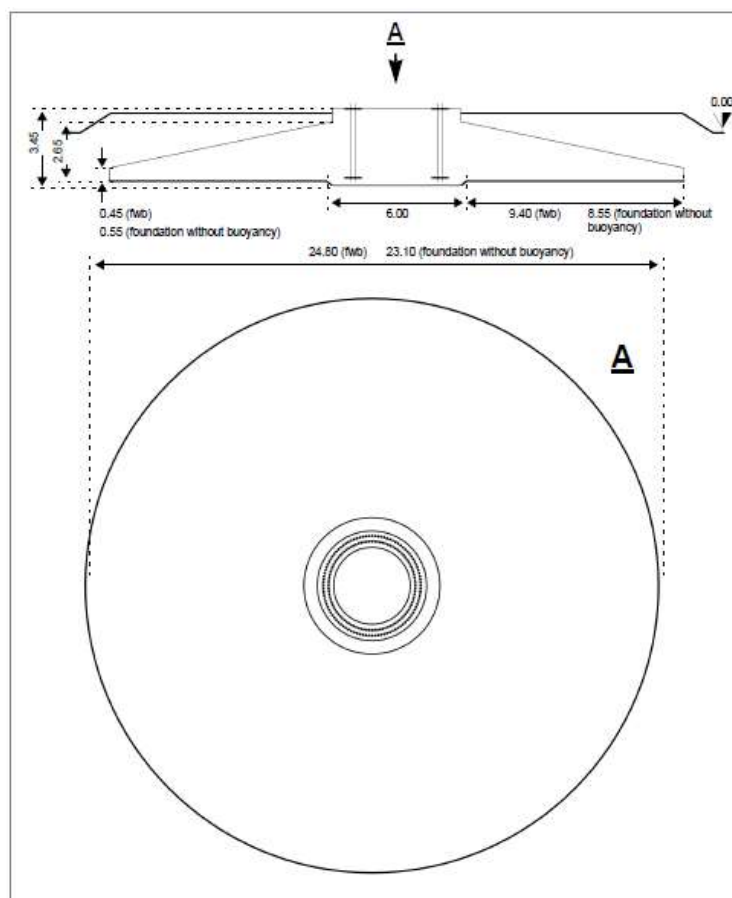
2. DETTAGLI PROGETTUALI

Il parco eolico si compone di 29 aerogeneratori con altezza pari a 118m, che vanno ad occupare nel complesso poco più di 6 ettari ricadenti nei territori comunali di Esterzili ed Escalaplano.

Dai dati forniti dai Progettisti, l'elemento che risulta attualmente di maggior interesse risulta essere la fondazione degli aerogeneratori.

La fondazione (Tav.1) è progettata come una fondazione circolare con un diametro di 24,80 m. La base ha un diametro di 6,00 m. L'altezza della fondazione è di 3,45 m dal bordo superiore della base al piano di fondazione della base, con la fossa sfalsata di 30 cm al di sotto della fondazione. La soletta di fondazione aumenta linearmente da 0,45 m (fondazione con galleggiamento) o 0,55 m (fondazione senza galleggiamento) sul bordo a 2,65 m sul bordo superiore.

Data la natura del substrato lapideo affiorante in quasi tutta l'area oggetto di interesse, o comunque posto a profondità circa 1,5 m, non si avrà bisogno di ulteriori strutture come palificazioni o altri sistemi di sostegno delle fondazioni.



Tav.1 - Schema della fondazione dell'aerogeneratore

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area è compresa tra i territori dei comuni di Esterzili, Escalaplano e Seui ricadenti all'interno della provincia del Sud Sardegna

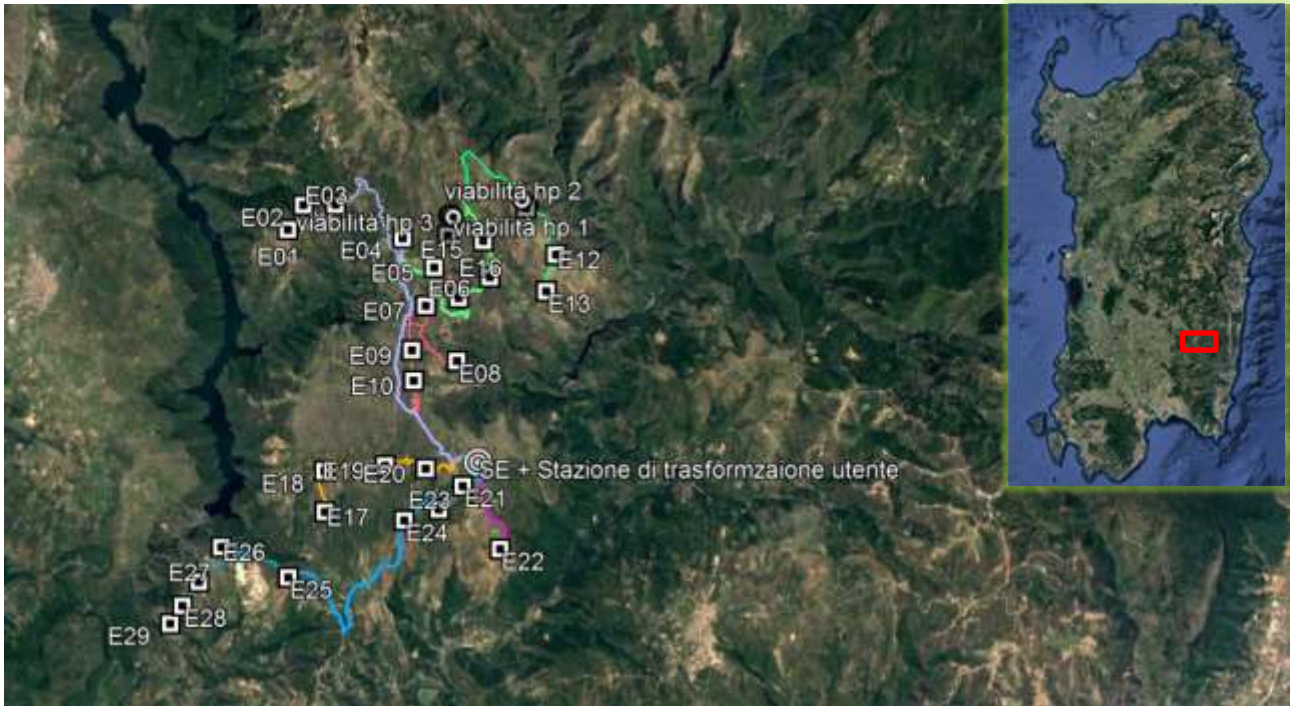


Figura 1 – Inquadramento e localizzazione degli aerogeneratori.

Secondo la cartografia IGM (1:25000) l'area è suddivisa tra i Fogli:

Nurri : 540-I

Escalaplano: 541-III

Oroli: 540-II

Genna su Iudu:540-IV

Secondo la Carta Tecnica Regionale della Sardegna (1:10000):

540120 – 540160 – 540080 – 541050 - 540120

4. VINCOLISTICA

Di seguito sono analizzate le interazioni tra le opere e gli strumenti di pianificazione, vigenti nell'area.

4.1 Interazione con il Piano di stralcio di bacino

Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna (in seguito denominato PAI) è redatto, adottato e approvato ai sensi: a. della legge 18.5.1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo": Il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18.05.1989 n. 183 e successive modificazioni, è stato approvato dalla Giunta Regionale con Delibera n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo in forza del Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici in data 21.02.2005, n. 3. Prevede:

— indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica;

— disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato A del PAI;

— disciplina le aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato B del PAI.

Allo stato attuale, non risultano aree perimetrate all'interno del PAI Sardegna. In base ai rilevamenti di terreno che hanno avuto lo scopo di individuare aree di criticità non contemplate dall'attuale vincolistica PAI, non sono emerse neanche in questa fase situazioni di criticità.

4.2 Interazione con il piano stralcio fasce fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali. Il PSFF costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in

quanto è 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 persegue gli obiettivi di settore, ai sensi dell'art. 3 e dell'art. 17 della L. 18 maggio 1989, n. 183, con particolare riferimento alle lettere a), b), c), i), l), m) e s) del medesimo art. 17. Il P.S.F.F. costituisce un approfondimento ed integrazione necessaria al P.A.I. in quanto è 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.

Le fasce fluviali possono essere intese come "aree di pertinenza fluviale", individuano le aree limitrofe all'alveo inciso, interessati da espansioni nelle fasi di piene quindi potenzialmente inondabili. Le aree appartenenti a una "classe" hanno le stesse probabilità di essere inondate in un determinato periodo di tempo (tempo di ritorno), le delimitazioni sono state effettuate in seguito ad analisi geomorfologiche e idrauliche del territorio. Tuttavia, sono stati considerati esclusivamente le aste principali dei corsi fluviali che sottendono un bacino di più di 30 km² e le fasce fluviali dei relativi affluenti, per portate di piena con tempi di ritorno T fissato in 2, 50, 100, 200 e 500 anni.

L'area del parco eolico ricade nel sub-bacino idrografico n°7 del Flumendosa-Campidano-Cixerri. I vincoli della delibera non trovano applicazione nell'area in cui verranno realizzate le opere in progetto.

5. MODELLO GEOLOGICO

L'area è ubicata nella parte centro-orientale dell'isola, al confine con le subregioni storiche Sarcidano, Salto di Quirra e Ogliastra. Il basamento più antico è costituito dalle rocce paleozoiche metamorfiche di basso grado (metavulcaniti, metarenare e metasiltiti definite queste ultime con il nome di "scisti"). Al di sopra, talvolta, troviamo i calcari di origine marina del Mesozoico, chiamati localmente "Tacchi" o "Tonneri". I rilievi hanno una morfologia tabulare, limitati da bordi di scarpata netti, i quali rappresentano la copertura da silicoclastica a carbonatica che durante il Giurassico ricopriva uniformemente quasi l'intera isola. Questa copertura carbonatica può poggiare su alternanze litologiche a carattere misto carbonatico-silicoclastico, localmente intruse da corpi vulcanici, e che rappresentano una fase di sedimentazione in bacini interni post-varisici di collasso con ambienti variabili da continentali a transizionali, di età permiana. A loro volta, queste alternanze poggiano in discordanza sul basamento metamorfico varisico deformato, in questo caso costituito dall'Unità tettonica della Barbagia, appartenente alle falde interne della catena varisica.



Figura 2 – Vista panoramica del pianoro a SW caratterizzato dai calcari e dolomie della FM di Dorgali a stratificazione suborizzontale.

5.1 Descrizione geologica di dettaglio

In riferimento all'area in studio (fig. 2a) le litologie affioranti nel settore in cui verranno realizzati gli aerogeneratori e stazione (vedere Carta Geologica allegata), sono riportate di seguito (dalla più antica alla più recente):

- SVI] Arenarie di San Vito [Cambriano medio – Ordoviciano inferiore]
- GEN] Formazione delle filladi grigie del Gennargentu [Cambriano medio – Ordoviciano inferiore]
- pq] Porfiri quarziferi [Permiano]
- DOR] Formazione di Dorgali [Dogger - Malm]
- GNS] Formazione di Genna Selole [Dogger]
- USS] Formazione di Ussana (Oligocene – Miocene inf.)
- b2] Coltri eluvio-colluviali [Olocene]
- a1] Depositi di frana [Olocene]
- a] Depositi di versante [Olocene]
- h] Depositi antropici [Olocene]

MSV. Metavulcaniti con chimismo da acido a basico, metaepiclastiti, metarenarie feldspatiche metaconglomerati a componente vulcanica. È una litostratigrafia individuabile in un ampio affioramento a sud ovest della carta geologica, in corrispondenza dell'Unità di Meana Sardo, dove è rappresentata da due formazioni, dalla formazione di M. Corte Cerbos (metariolitiafiriche), su cui si sovrappone la formazione di Manixeddu (metaepiclastiti derivate dallo smantellamento di vulcaniti acide) e la formazione di Serra Tonnai (metagrovacche vulcaniche e metandesiti).

SGA. Metapeliti carboniose nere con rari graptoliti; alternate a metasiltiti. Frequenti livelli di diaspri neri (liditi), presente in un piccolo affioramento presso Riu Miana, costituita da argilloscisti con pirite, localmente intercalato da liditi e metacalcari.

SVI. Alternanze irregolari di strati, da decimetrici a metrici, di metarenarie quarzoso-micacee e sottili livelli di metapeliti con laminazioni piano parallele ed incrociate. Livelli di metaconglomerati quarzosi minuti nella parte alta. Suddetta formazione è presente in ridotti affioramenti nell'area, risulta intrusa dai porfidi permiani.

GEN. Si tratta di una monotona, irregolare alternanza di livelli da metrici a decimetrici di metarenarie quarzose e micacee, quarziti, filladi quarzifere e filladi. Le filladi hanno colori da grigio chiaro a grigio scuro e verdastro. Localmente prevalgono termini più quarziticci, in banchi di vari metri di spessore, oppure metarenarie fini e metasiltiti. A causa della complessa tettonica locale, lo spessore originario non è valutabile. Lo spessore apparente è maggiore di 1.000 m. Il contatto di base è tettonico. Essa poggia su vari termini dell'Unità di Meana Sardo. Nel sito è la litologia prevalente, a causa delle intense deformazioni risulta complicato definire l'andamento generale degli strati, tuttavia si nota in

linea di massima un'immersione prevalente a NE, con inclinazioni relativamente blande variabili da 10° a 20°.

pa. Lave in colata ed amassi subvulcanici di composizione da riolitica a dacitica, a grana da minuta a media, a struttura porfirica frequente, talvolta con evidenti strutture di flusso, rari livelli di breccie vulcaniche e tufi riolitici. Tale litologia è stata messa in posto a seguito di processi tettonici transpressivi, collegati all'apertura dei bacini permiani (piggy back basin), la colorazione delle rocce è fortemente influenzata dalle formazioni attraversate, in relazione ai diversi processi di alterazione. In bibliografia viene descritta come sequenza vulcanica caratterizzata da grande varietà di strutture da colate laviche a lave autobrecciate, come riscontrato presso la postazione J07.

GNS. Questa unità affiora alla base dei tacchi, spesso con spessori modesti talvolta a seconda della morfologia del basamento non è presente (come ad esempio in prossimità dei paleoalti). Presso la S.P. 13 (fronte postazione J01) è chiaramente visibile la discordanza angolare tra basamento e litologie mesozoiche con alla base la Formazione silicoclastica-carbonatica di Genna Selole, su cui poggiano le dolomie massive della Formazione di Dorgali. La deposizione di questa Formazione è avvenuta in un'ampia fascia di ambienti variabili da continentale a marino troviamo rispettivamente dal basso verso l'alto:

A. Depositi conglomeratici, e arenacei, a gradazione diretta, i clasti provengono in gran parte dallo smantellamento del basamento metamorfico.

B. Depositi argillosi, intervallati da livelli carboniosi.

C. Calcari compatti, intervallati da livelli limosi.

Verosimilmente la deposizione dei diversi strati è avvenuta contemporaneamente, in continuità laterale. Talvolta alla base del conglomerato affiorano paleosuoli ricchi in ossidi e idrossidi di ferro (il cosiddetto "Ferro dei Tacchi" Auct., vedi Cap.VIII di queste note), derivati da una lunga evoluzione pedogenetica di tipo lateritico in clima caldo-umido

DOR. Litologie carbonatiche a composizione variabile da termini dolomitici a termini calcarei. Strati massivi con potenze massime rilevate nell'area di circa 700m, talvolta a causa degli intensi processi di dolomitizzazione non è evidente la stratificazione.

USS. Conglomerati e breccie, grossolani, eterometrici, prevalentemente a spese di basamento cristallino paleozoico, carbonati giurassici, vulcaniti oligomioceniche; livelli argilloso-arenacei rossastri talora prevalenti nella base

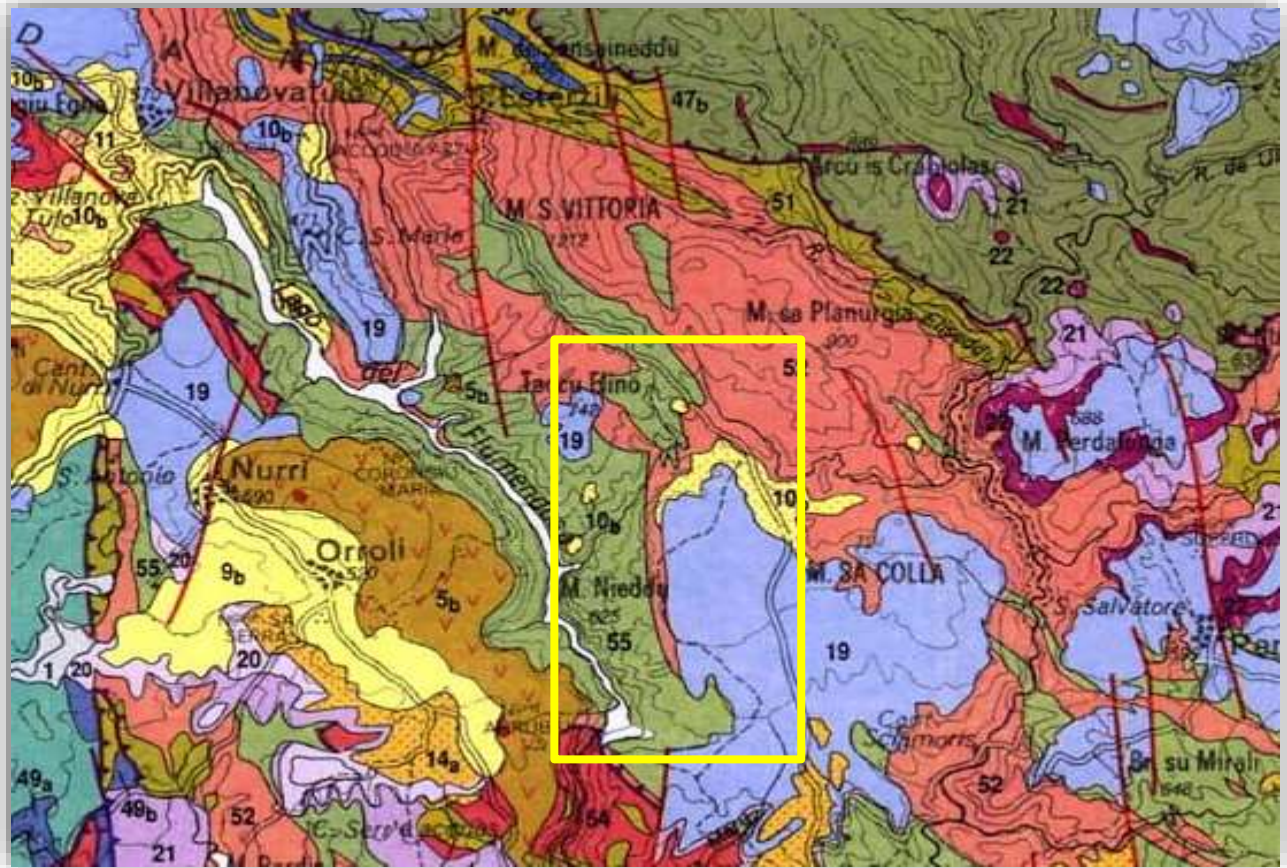


Figura 2a - Stralcio della carta geologica della Sardegna (1:200.000 – Carmignani et al.) con inquadramento del settore oggetto di studio

5.2 Inquadramento geomorfologico

L'area geomorfologicamente è caratterizzata dalla presenza di rilievi tabulari di natura carbonatica, limitati lateralmente da orli di scarpata, con altezze variabili da 600 a 1000 m.s.l.m visibilmente molto caratteristici. Testimoni dei depositi carbonatici mesozoici che un tempo ricoprivano quasi uniformemente l'intera isola successivamente frammentati ed erosi a in seguito a fenomeni tettonici di ringiovanimento tettonico, le superfici dei tavolati sono soggetti ai fenomeni di carsismo, che hanno scolpito strette valli sospese, doline e campi solcati. I sistemi di faglie normali hanno prevalentemente andamento NW-SE, NS e NE-SW, con la caratteristica struttura a gradinata degradante da NE verso SW, con altezze massime dei tavolati carbonatici ("tacchi") con circa 800-1000 m ai 600 m degli altopiani post-ercinici peneplanati, dove sorge il parco eolico. Il penepiano (con una quota media di 600m), è delimitato da profonde incisioni e versanti con forte acclività, che hanno impedito l'uso intensivo della zona, gli aerogeneratori vengono posizionati sugli ampi crinali dei rilievi, che permettono la collocazione delle piazzole eoliche. Ai margini perimetrali i tavolati carbonatici, poggiano talvolta su depositi basali argillosi mesozoici o direttamente sulle metamorfite

erciniche, in corrispondenza di tali contatti si segnala la presenza di sorgenti, cascate e depositi di travertino in cascate o terrazzi. La giacitura degli strati influenza fortemente la forma delle valli, prevalentemente strette e a V simmetriche, i corsi d'acqua e le valli risultano molto incise, talvolta incassate a causa dei fenomeni tettonici di ringiovanimento, con un andamento prevalentemente dendritico tortuoso fino a meandriforme. La genesi dei meandri incassati visibili nella parte alta del Rio Quirra, è riconducibile a fenomeni di ringiovanimento che hanno portato ad un'intensa ripresa dell'erosione verticale in età post-ercinica, con una successiva accentuazione plio-quadernaria.

5.3 Inquadramento idrogeologico

Nell'area affiorano tre principali unità idrogeologiche, distinte in base alla porosità e al tipo di circolazione.

- medio-bassa per fratturazione, tipica delle successioni metamorfiche erciniche e i sedimenti mesozoici basali a carattere arenaceo argilloso (formazione di Nurri-Escalaplano);
- medio-alta per fratturazione, dolomie mesozoiche;
- alta per porosità, tipica dei depositi di versante.

- *Unità idrogeologica metamorfica e sedimenti basali mesozoici.*

Costituita da filladi e da metarenarie caratterizzata da permeabilità variabili, le aree che presentano una circolazione d'acqua consistente, sono interessate principalmente da deformazioni tettoniche e da profonde alterazioni, tuttavia risultano sede di falde molto modeste a carattere perlopiù stagionale. In questa categoria rientrano anche i depositi basali mesozoici, con permeabilità variabili da bassa a nulla nelle aree in cui affiorano i termini argillosi della Formazione.

- *Unità idrogeologica carbonatico-silicoclastica mesozoica.*

La copertura carbonatica, con permeabilità localmente alta dei, dovuta alla fratturazione causata dai processi tettonici e dai fenomeni carsici (porosità secondaria). La presenza dei depositi argillosi basali permette l'affioramento della falda, dando luogo a numerose scaturigini, che in caso di condizioni giaciture favorevoli possono essere perenni anche se con portate modeste. Gli acquiferi più importanti per l'approvvigionamento idrico, sono individuabili proprio in questa unità, grazie all'alto coefficiente di immagazzinamento inoltre il tasso di evapotraspirazione è molto basso e il deflusso superficiale è praticamente inesistente.

- *Unità sedimentaria quaternaria.*

I versanti dei tavolati calcarei, sono caratterizzati dalla presenza di una coltre detritica eterogenea con potenze variabili, che deriva dall'erosione e dal crollo dei depositi carbonatici. Presentano un'ottima conducibilità idraulica tuttavia a causa della scarsa

potenza e dalla forte inclinazione, non permettono l'immagazzinamento di volumi consistenti d'acqua e fungono esclusivamente come termini di passaggio alle litologie meno permeabili del basamento ercinico come si osserva al contatto tra Monte Corongiu e il basamento.

- *Unità idrogeologica metamorfica e sedimenti basali mesozoici.*

Costituita da filladi e da metarenarie caratterizzata da permeabilità variabili, le aree che presentano una circolazione d'acqua consistente, sono interessate principalmente da deformazioni tettoniche e da profonde alterazioni, tuttavia risultano sede di falde molto modeste a carattere perlopiù stagionale. In questa categoria rientrano anche i depositi basali mesozoici, con permeabilità variabili da bassa a nulla nelle aree in cui affiorano i termini argillosi della Formazione.

- *Unità idrogeologica carbonatico-silicoclastica mesozoica.*

La copertura carbonatica, con permeabilità localmente alta dei, dovuta alla fratturazione causata dai processi tettonici e dai fenomeni carsici (porosità secondaria). La presenza dei depositi argillosi basali permette l'affioramento della falda, dando luogo a numerose scaturigini, che in caso di condizioni giaciture favorevoli possono essere perenni anche se con portate modeste. Gli acquiferi più importanti per l'approvvigionamento idrico, sono individuabili proprio in questa unità, grazie all'alto coefficiente di immagazzinamento inoltre il tasso di evapotraspirazione è molto basso e il deflusso superficiale è praticamente inesistente.

- *Unità sedimentaria quaternaria.*

I versanti dei tavolati calcarei, sono caratterizzati dalla presenza di una coltre detritica eterogenea con potenze variabili, che deriva dall'erosione e dal crollo dei depositi carbonatici. Presentano un'ottima conducibilità idraulica tuttavia a causa della scarsa potenza e dalla forte inclinazione, non permettono l'immagazzinamento di volumi consistenti d'acqua e fungono esclusivamente come termini di passaggio alle litologie meno permeabili del basamento ercinico.

5.4 Inquadramento climatologico

La Sardegna presenta un clima marcatamente mediterraneo insulare, caratterizzato da giornate prevalentemente soleggiate, temperature miti e piogge raramente abbondanti. Le piogge sull'isola si presentano spesso intense e non durature, a carattere di rovescio; risultano molto scarse nel Campidano e lungo le coste meridionali, ove cadono meno di 400 mm (valori confrontabili con quelli delle zone semiaride), mentre si attestano tra i 600-700 mm sulle zone interne collinari e più in generale su gran parte dell'Isola. La piovosità maggiore è raggiunta sul massiccio del Gennargentu, dove le precipitazioni possono cadere sotto forma nevosa durante la stagione invernale, superando i 1000 mm. Le correnti oceaniche influenzano maggiormente il versante occidentale della Sardegna, dove le precipitazioni localmente, superano i 700-800 mm annui, anche se, successivamente, durante l'estate, tale area risulta essere tra le più secche dell'Isola. La Sardegna, lontana dagli ostacoli orografici delle grandi masse continentali, è spesso soggetta a venti intensi in qualsiasi periodo dell'anno. I venti più frequenti e forti sono il Maestrale, lo Scirocco e il Libeccio. In inverno, lo Scirocco, richiamato da perturbazioni afromediterranee apporta intense ondate di maltempo sulla Sardegna meridionale, mentre il Libeccio ed il Maestrale favoriscono le piogge sulla parte Occidentale. Il Maestrale è anche responsabile di episodi di freddo e neve invernale, trasportando con sé l'aria artica che sfocia dalla Valle del Rodano nel Mediterraneo. In estate, lo Scirocco porta con sé aria molto calda e asciutta dai deserti nordafricani, la quale spesso si accompagna al pulviscolo sahariano e a temperature elevatissime. Tali avvezioni di aria calda annunciano l'arrivo dell'Anticiclone africano che in estate permane a lungo su queste zone del Mediterraneo. Sotto il profilo termico, la Sardegna presenta un clima molto mite con estati molto calde ed inverni miti. Le temperature medie annuali si attestano tra i 15 ed i 18°C. In estate le temperature superano i 30 °C diffusamente, financo a raggiungere la soglia dei 40 °C. D'inverno le temperature restano miti, in particolare nelle coste, mentre possono scendere sotto 0 °C sui settori interni in quota. In fig. 3 sono rapportate le precipitazioni da ottobre 2020 fino ad aprile 2022 con una chiara evidenza della situazione climatica dell'area che si evolve verso precipitazioni a carattere alluvionale, molto concentrate nel tempo e di forte intensità. Le maggiori precipitazioni (579 mm) cadono nel semestre autunno-inverno, mentre nel semestre primavera-estate cadono 223 mm di pioggia. Il mese meno piovoso risulta essere quello di luglio, in cui le precipitazioni sono pari a 18 mm.

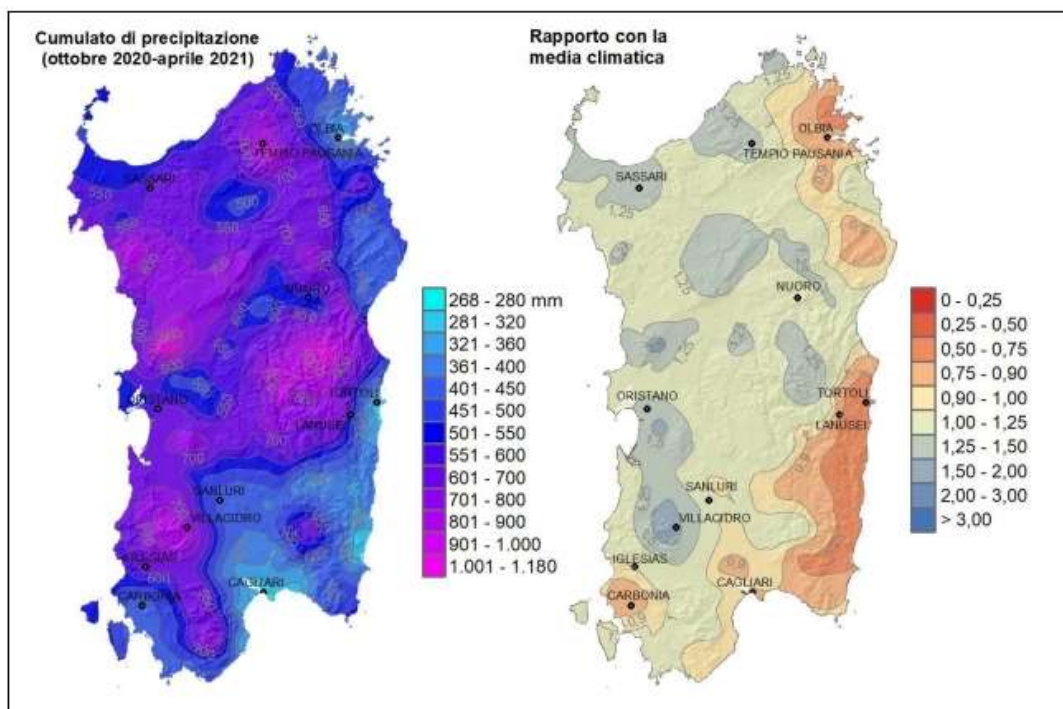


Figura 3 – Cumulativo precipitazioni del periodo ottobre 2020 – aprile 2021 paragonato con la situazione media climatica (fonte ARPAS Sardegna)

6. RELAZIONE SISMICA

Sismicità storica

La sismicità della Regione Sardegna è assai bassa. Tali evidenze sono messe in rilievo da molti indicatori, quali l'evoluzione cinematica del Mediterraneo centrale, che secondo qualsiasi ricostruzione, ci dice che l'intero blocco sardo-corso è rimasto stabile negli ultimi 7 milioni di anni.

Il catalogo storico dei terremoti riporta, infatti, solo due eventi nel Nord della Sardegna, entrambi di magnitudo inferiore a 5 (nel 1924 e nel 1948); il catalogo strumentale (sismicità degli ultimi 25 anni registrata dalla rete nazionale) riporta solo alcuni eventi nel Tirreno e pochissimi eventi a Sud della Sardegna (come gli ultimi eventi del marzo 2006), tutti eventi di magnitudo inferiore a 5. L'evento sismico più forte in Sardegna, infatti, è stato registrato nel 1948 nella zona tra Castelsardo e Tempio Pausania; fu un terremoto che provocò solo qualche lieve danno. Nel 2006 alcune scosse avvennero nel Golfo di Cagliari, spaventando la popolazione senza danni.

Nella zona presa in esame la situazione è analoga: non è impossibile che si verifichi qualche scossa leggera ma la probabilità è molto bassa. Si tratta, insomma, di eventi di bassa energia, e infrequenti.

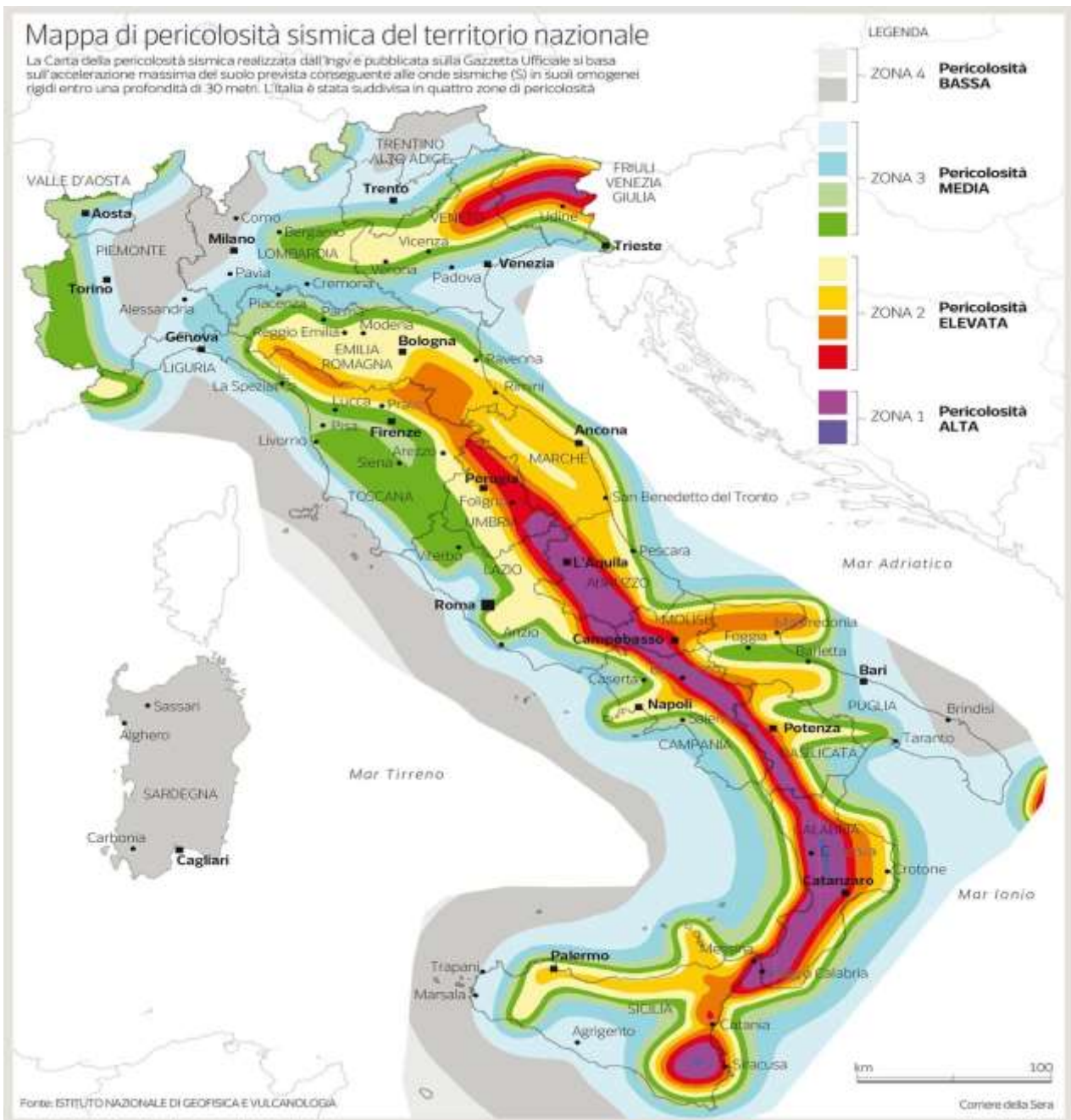


Figura 4 – Mappa della pericolosità sismica nazionale (Fonte INGV)

Dalla mappa si ricavano i valori di a_g teorici (tabella 1) a seconda della zonazione. La Sardegna ricade all'interno della Zona 4 (pericolosità bassa)

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	$ag > 0.25$
2	$0.15 < ag \leq 0.25$
3	$0.05 < ag \leq 0.15$
4	$ag \leq 0.05$

Tabella 1 – Valori di ag

6.1 Sismica di base

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 14.01.2008 così come gli aggiornamenti relativi di cui al D.M. 17.01.2018, introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La “pericolosità sismica di base”, di seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/> .

Le NTC introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l’intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_r considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- ag = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in g/10);
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall’unico parametro (ag), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (Tabella A1 delle NTC), dalla Vita Nominale e dalla Classe d’Uso dell’opera. I punti del reticolo di riferimento riportati nella Tabella A1 delle NTC hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la Tabella A1 delle NTC, è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di a_g , F_0 , T_c^* uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola e per tali valori, necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B. (Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti).

Per la Regione Sardegna, l'assegnazione dei parametri per i vari tempi di ritorno è semplificata dalla tabella sottostante che assegna i singoli valori di a_g .

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401

Tabella 2 - valori di a_g , F_0 , T_c^* per la Regione Sardegna

L'attività tettonica nel settore considerato, come per tutta l'Isola, è molto bassa in virtù della generale stabilità del blocco sardo-corso negli ultimi 7 m.a. e generalmente non si rilevano deformazioni significative nel corso del tardo Quaternario (Pleistocene superiore e Olocene) se non quelle dovute a fenomeni di subsidenza. Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04, consultabili dal sito web "DBMI04", per l'Isola non sono segnalati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli.

Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius. Altri terremoti degni di nota (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania).

Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001) è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 9 novembre 2010, nella costa NW dell'Isola.

Altri episodi, con epicentro nel settore a mare poco a ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati in Sardegna nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 di ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità. Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore a 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro Pabillonis; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini).

Nell'area di interesse. La sismicità storica è stata ricostruita previa consultazione dei seguenti database resi fruibili online dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV):

CPTI15 – Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani 2015

Contiene i dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o con magnitudo (M_w) ≥ 4 relativi a tutto il territorio italiano.

DBMI15 – Database macrosismico dei terremoti italiani 2015

Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

Il catalogo storico dei terremoti, secondo i dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (sito internet www.ingv.it) indica solo 2 eventi nel nord Sardegna, entrambi di magnitudo < 5 , avvenuti nel 1838 e nel 1948. Il catalogo strumentale (sismicità degli ultimi

anni registrata dalla rete nazionale) riporta n. 9 terremoti avvenuti nel Tirreno, di magnitudo Richter < 5, ed epicentri perlopiù localizzati a largo della costa nord-orientale dell'isola e n. 2 terremoti a largo della costa meridionale. Vale la pena menzionare il piccolo sisma registrato dalla rete INGV in data 17/05/2022 (fig. 5) con Magnitudo 1.5. La scarsa entità e relativa superficialità, lo potrebbero mettere in relazione con esplosioni date da attività di cava.



Figura 5 – ubicazione del sisma avvenuto in data 17/05/2022 (Fonte INGV)

7. MODELLO GEOTECNICO

Analizzato il contesto geomorfologico e litologico dell'area e le caratteristiche tipologiche dell'intervento in progetto dovrà essere necessariamente realizzata una campagna di indagini geognostiche a supporto della progettazione esecutiva. Tale indagine sarà finalizzata alla definizione dell'andamento stratigrafico del terreno, alla caratterizzazione geotecnica-geomeccanica dei terreni di copertura, alla valutazione dell'eventuale circolazione idrica sotterranea e alla definizione della categoria sismica del sottosuolo.

In base ai dati di rilevamento ed alla presenza nelle vicinanze di opere di fondazione per gli aerogeneratori, i terreni in oggetto mostrano una buona capacità portante sotto il primo metro dal piano di campagna. Sarà comunque imprescindibile una adeguata campagna geognostica per caratterizzare al meglio i terreni per la verifica puntuale del terreno di fondazione delle torri eoliche.

7.1 Progetto indagine geognostica

La campagna geognostica potrebbe essere articolata come segue:

- Esecuzione di n pozzetti geognostici e prelievo di campioni per analisi di laboratorio.
- Esecuzione di n prove penetrometriche dinamiche pesanti.

Esecuzione di MASW finalizzate rispettivamente alla estensione areale dei dati puntuali desunti dai sondaggi a carotaggio continuo e per la determinazione della Vs30

7.2 Stratigrafia dei terreni di fondazione

La Stazione utente (fig. 6) è stata ubicata in un'area che vede il substrato lapideo quasi affiorante, costituito in prevalenza dalle litologie carbonatiche della "Formazione di Dorgali" (DOR) e in misura minore dalle metamorfiti della "Formazione di Monte Santa Vittoria" (MSV).

Entrambe le formazioni presentano un buono stato di conservazione e non mostrano particolari difetti strutturali evidenti.



Figura 6 - Stralcio della carta geologica con evidenziata in giallo l'area della "Stazione utente"

Per quanto concerne aerogeneratori, sono stati così suddivisi in base alle litologie:

MSV : E05, E06, E07, E08, E11, E12, E13, E14, E15, E 16, E27, E28, E29

In corrispondenza di tali postazioni affiora la Formazione di Monte Santa Vittoria, qui data da metagrovacche vulcaniche, metapeliti e micascisti. Trattasi di rocce bruno-giallastre, con superfici di scistosità parzialmente ossidate e fratturate con giunti suborizzontali e subverticali, debolmente beanti e talvolta riempiti di limo; In superficie presentano patine nerastre di ossidazione. Tra i due punti di interesse è presente in affioramento la formazione di San Vito con contatto tettonico a sud in sovrascorrimento secondario localmente riattivato come faglia diretta.



Figura 7 – Affioramento della Formazione di Monte Santa Vittoria

DOR: E01, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E25

Si tratta della litologia prevalente nell'area (vedi descrizione) e consiste in calcari e dolomie affioranti o subaffioranti. La stratificazione è generalmente suborizzontale (fig. 8) con i primi 80-90cm interessati da famiglie di giunti più o meno ortogonali che tuttavia non determinano anisotropie tali da poter essere un problema in fase di realizzazione dell'opera.

Talvolta il substrato roccioso è coperto da 50-100cm di suoli e/o sedimenti di natura alluvionale quaternari (fig. 9).



Figura 8 – Affioramento dei Calcari dolomitici della FM di Dorgali

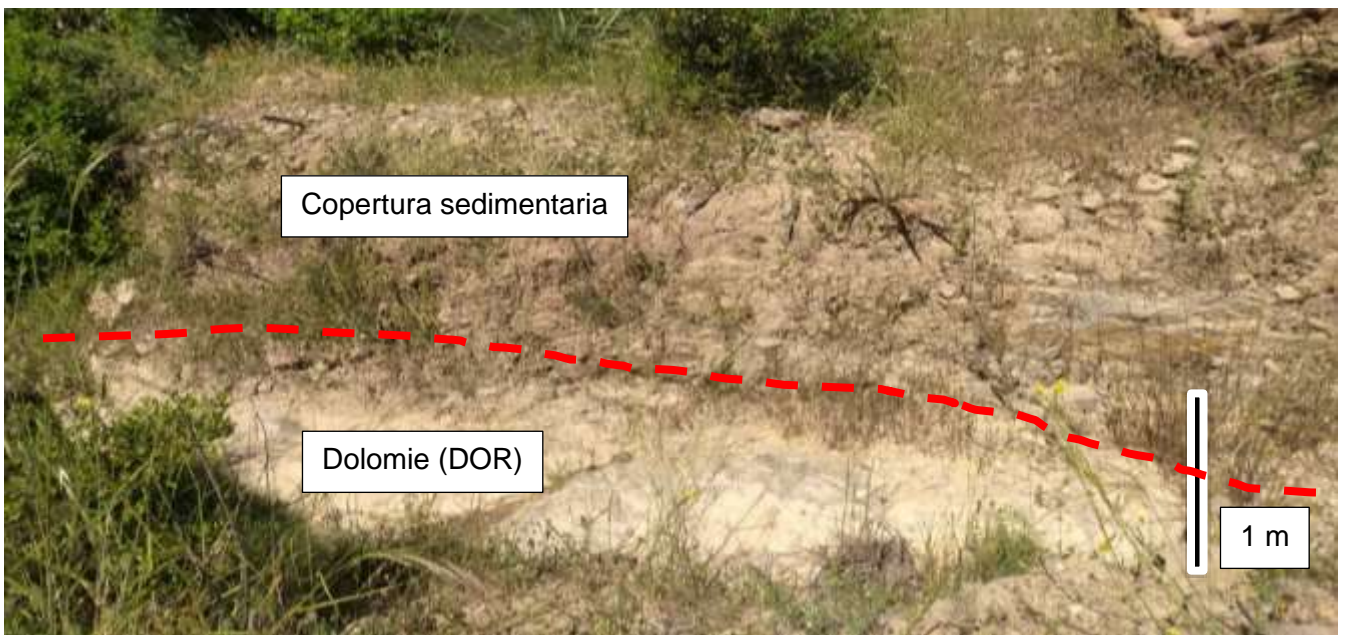


Figura 9 – Coltre di copertura al di sopra delle dolomie della FM di Dorgali

SVI: E02, E03, E04, E26

la litologia prevalente è costituita dalla Formazione delle Arenarie di San Vito (fig. 10), dotate di buone caratteristiche geomeccaniche; si segnala la presenza di una sottile coltre detritica. La morfologia è relativamente dolce caratterizzata da una cresta ampia che si sviluppa da ovest a est, degrada gradualmente a nord, mentre a Sud è interrotto da un ripido pendio. Gli strati complessivamente sono in reggipoggio rispetto al versante nord.



Figura 10 – Affioramento delle metamorfiti della Formazione delle Arenarie di San Vito

USS: E09, E10

La Formazione di Ussana (fig. 11) affiora limitatamente nell'area ed è costituita in prevalenza da ciottoli eterometrici di natura prevalentemente paleozoica. La matrice è sabbioso-argillosa e non presenta i classici segni di ossidazione presenti in altre zone. Al di sotto, ad una profondità variabile tra i 50 e 200cm, si trova il substrato lapideo paleozoico costituito dalle metamorfiti della formazione di Santa Vittoria (MSV).



Figura 11 – Sezione sulla Formazione di Ussana

Cabine di raccolta

Alla base degli aerogeneratori E04, E10, E16, E20, E21, E25 saranno posizionate cabine di raccolta come da schema sottostante fornito dai progettisti. Tranne nel caso dell'aerogeneratore E10, tutte le altre saranno posate su roccia:

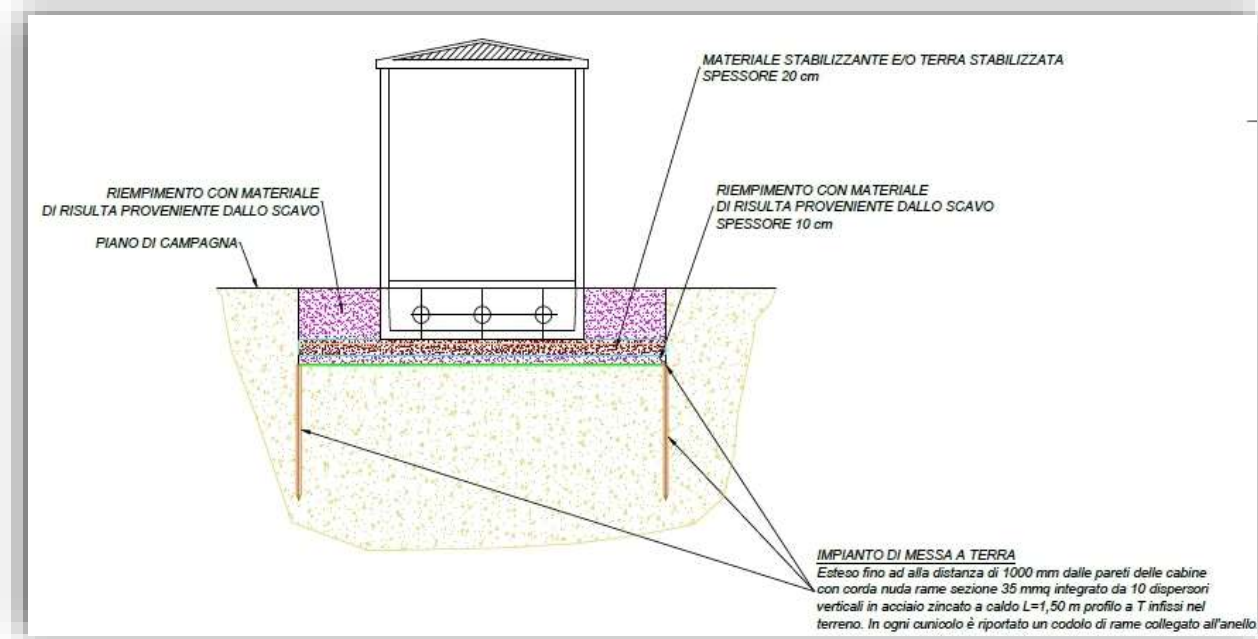
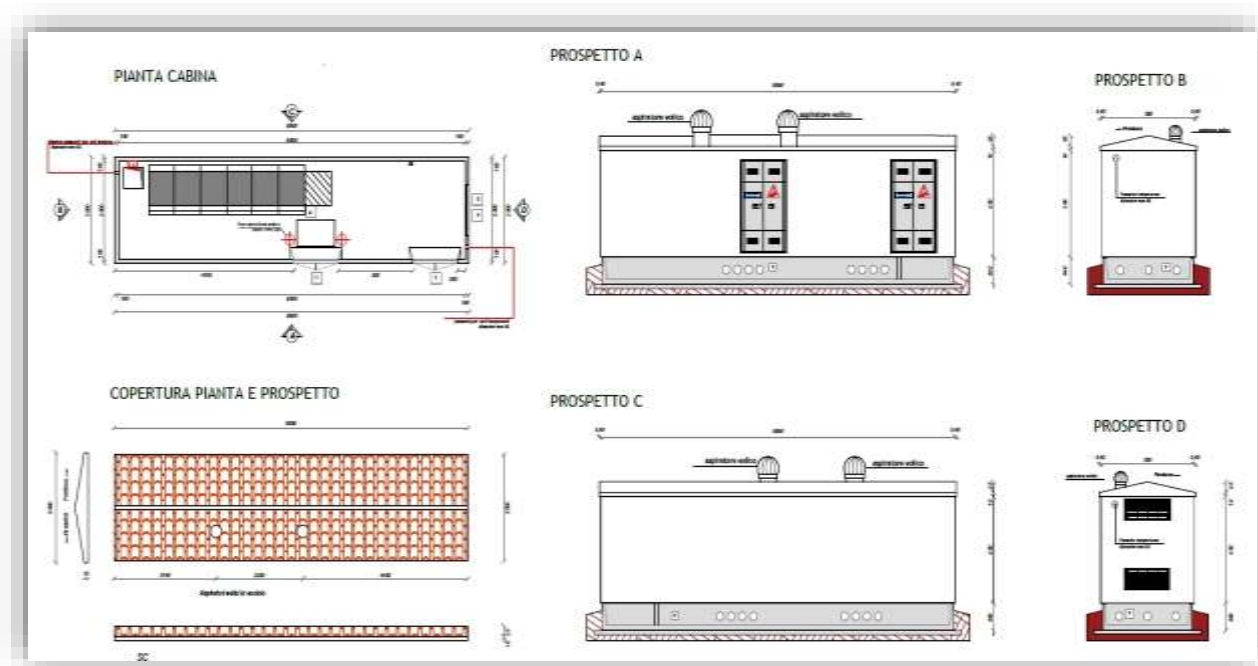
E4 – SVI (metamorfiti della formazione delle Arenarie di San Vito)

E10 – USS (arenarie e conglomerati della Formazione di Ussana)

E16 – MSV (metamorfiti della Formazione di Monte S. Vittoria)

E20, E21, E25 – DOR (calcari e dolomie della Formazione di Dorgali)

Sarà effettuato uno scavo di circa 80cm per la posa delle cabine, riutilizzando il materiale di risulta come parziale riempimento assieme ad uno strato di 20cm di terra stabilizzata. Dato l'esiguo carico della struttura, non sono contemplate al momento particolari prescrizioni di natura geotecnica, se non la verifica dello stato dell'ammasso roccioso dopo l'apertura dello scavo. Anche nel caso della cabina che andrà alla base della E10, pur non poggiando direttamente su roccia, date le caratteristiche geotecniche della formazione litologica, non dovrebbero esserci problemi alla sua stabilità



Schemi costruttivi delle cabine di raccolta. (non in scala)

7.3 Considerazione geotecniche

Le fondazioni degli aerogeneratori saranno intestate nel basamento metamorfico costituito da litologie appartenenti alla Formazione di Dorgali, le vulcaniti metamorfiche della formazione di Santa Vittoria e le metamorfiti di basso grado della Formazione di San Vito. Solitamente al di sotto di una coltre di alterazione del substrato lapideo, potente 3-7 metri, intensamente decompressa, alterata e parzialmente ossidata è presente mentre più in profondità questa risulta poco fratturata, scomposta talvolta secondo i piani di clivaggio, i pochi giunti di taglio sono obliqui o molto inclinati, piani o debolmente scabri, serrati. In base alle considerazioni fatte precedentemente, tenendo conto dei dati raccolti durante le precedenti campagne di indagini e dalle scelte eseguite in fase esecutiva, è consigliabile che le fondazioni degli aerogeneratori debbano essere a contatto diretto con le formazioni litoidi. Ferma restando la necessità di validare le valutazioni in questa sede con i dati provenienti dalle indagini geognostiche puntuali, da eseguirsi ad hoc in sede di progettazione esecutiva.

Il capitolo 6.4.2 delle N.T.C 2018 specifico delle “fondazioni superficiali” sintetizza gli accorgimenti progettuali del complesso opera-fondazione ponendo accento specifico sull’individuazione del piano di fondazione così come di seguito riportato: La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali. Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d’acqua. In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese.

Considerando quanto specificato precedentemente, in via preliminare è possibile ricavare dei dati geotecnici generali, in base alla classificazione degli ammassi rocciosi che sfruttano

Il valore di resistenza a compressione monoassiale (A_1), è stato stimato in fase preliminare, mancando prove di campagna o di laboratorio, osservando la risposta della roccia alla sua percussione con il martello da geologo. Nelle litologie affioranti si può ipotizzare un valore compreso tra 5-25 Mpa, a cui viene assegnato indice parziale RMR pari a 2. Al fine di avere un risultato più cautelativo si è ipotizzata la presenza di giunti umidi.

Indice parziale	Parametro	Metamorfiti fratturate	Metamorfiti fratturate (Valore Indice parziale)	Metamorfiti massive	Metamorfiti massive (Valore Indice parziale)
A1	Resistenza alla compressione monoassiale	5-25	2	5-25	2
A2	RQD %	<25	3	25-50	8
A3	Spaziatura dei giunti	< 60 mm	5	< 60 mm	5
A4	Condizioni dei giunti	Superfici lisce o laminate o riempimento < 5 mm o apertura 1-5 mm. Giunti continui	10	Superfici scabre. Apertura < 1 mm. Pareti roccia molto alterate	20
A5	Acqua	assente		assente	
	Condizioni generali	Giunti umidi	10	Giunti umidi	10
BRMR			30		45
Indice correttivo per l'orientamento dei giunti lc (fondazioni)		-7			
RMR			23		38
Classe roccia			IV		IV
Coesione (kPa)			150		225
Angolo di attrito interno (°)			20		27.5
Modulo elastico E (Gpa)			2.1		5.01

Il collegamento tra gli aerogeneratori sarà mediante stradelle scavate su roccia affiorante o su terreni di copertura. Il terreno asportato dalle operazioni di sbancamento sarà riutilizzato in situ per la realizzazione di piazzole o rifinitura delle stradelle stesse e non può essere considerato un rifiuto. Ciò in base alla normativa vigente ed in particolare al Art.185 c.1 lett. c) D. Lgs 152/2006 e DPR n. 120/2017 che vede *“il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato”*;

8. CONCLUSIONI

Dall'analisi del sito, nel quale si prevede l'installazione dell'impianto eolico in progetto, è evidente che le varie opere saranno realizzate su rocce, appartenenti a quello che viene definito basamento ercinico, caratterizzato, in quest'area della Sardegna, da rocce metamorfiche di basso grado, intensamente deformate. L'alterazione del substrato ha prodotto la coltre detritica che ricopre con spessori raramente superiori al metro il basamento, costituito da clasti a granulometria eterogenea.

In conclusione, alla luce di quanto osservabile in campo e tenendo conto dei dati provenienti dalle precedenti campagne di indagini, fermo restando dall'imprescindibilità di eseguire gli opportuni accertamenti obbligatori nelle fasi più avanzate di progettazione, si può affermare quanto segue:

- le litologie su cui poggeranno le opere sono dotate di buone caratteristiche meccaniche, elevata resistenza al taglio e comprimibilità quasi nulla, ragion per cui costituiscono un

basamento altamente performante che non obbliga a delle scelte limitanti in ambito di tipologia delle fondamenta

- da cartografia IFFI non emergono fenomeni gravitativi in atto, quiescenti o fossili, la realizzazione delle opere non andrà in alcun modo a perturbare gli equilibri idrogeologici presenti

L'evoluzione morfodinamica dell'area non andrà a pregiudicare le opere, a causa di dissesti idraulici in quanto gli interventi ricadono in area esente da condizioni di pericolo da inondazione/allagamento. Il posizionamento delle opere non interferisce con gli elementi idrici presenti, ragion per cui si esclude l'alterazione delle dinamiche di deflusso idrico superficiale. Il posizionamento in corrispondenza delle creste allungate e poco inclinate, escluderebbe un'eventuale interazione tra falda e fondazioni, tuttavia non è da escludere presenze di acqua nel sottosuolo di carattere stagionale. Si ritiene per questo, che le opere previste possano realizzarsi senza particolari problematiche di natura geologica/geotecnica, sarà comunque necessario l'esecuzione di mirate indagini geognostiche finalizzate ad approfondire l'assetto locale, in modo da supportare obbligatoriamente la fase di progettazione esecutiva.

In fase di avviamento dei cantieri, lo scrivente si rende disponibile per un sopralluogo per verificare le considerazioni esposte nella presente relazione.