



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 99 MW DENOMINATO "OLVINDITTA" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI ALA' DEI SARDI (SS) CON LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICHE

RELAZIONE GEOTECNICA

Rev. 0.0

Data: Novembre 2023

WIND006-RC11

Committente:

Repsol Alà Dei Sardi S.r.l.
Via Michele Mercati n. 39
00197 Roma (RM)
C.F. e P.IVA: 17089351005
PEC: repsolaladeisardi@pec.it

Progetto e sviluppo:

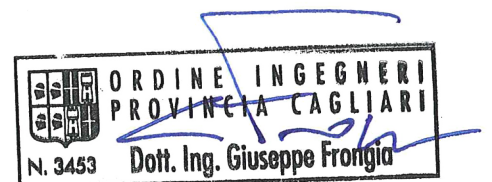
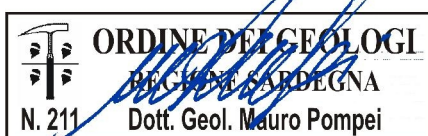
Queequeg Renewables, ltd
2nd Floor, the Works,
14 Turnham Green Terrace Mews,
W41QU London (UK)
Company number: 11780524
email: mail@quren.co.uk

Progettazione e SIA:

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



www.iatprogetti.it



PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Dott. Fabio Mancosu

Ing. Gianluca Melis

Dott. Fabrizio Murru

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Ing. Marco Utzeri

COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Mauro Pompei

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Francesco Mascia

Aspetti archeologici: Dott. Luca Sanna

SOMMARIO

1	Aspetti introduttivi.....	4
1.1	Premessa.....	4
1.2	Normativa di riferimento e relative prescrizioni.....	5
1.3	Inquadramento topografico e territoriale.....	5
1.4	Descrizione sommaria del progetto.....	11
2	Modello geotecnico.....	13
2.1	Assetto litostratigrafico locale.....	13
2.2	Parametrizzazione geotecnica preliminare.....	13
2.3	Caratteri idrogeologici.....	15
2.4	Aspetti sismici.....	15
3	Conclusioni.....	16

1 Aspetti introduttivi

1.1 Premessa

La società Repsol Alà dei Sardi S.r.l., d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella Provincia di Sassari, in agro del Comune di Alà dei Sardi. L'impianto, denominato parco eolico «*Olvinditta*», sarà costituito da 15 aerogeneratori di potenza unitaria nominale pari a 6,6 MW per una potenza complessiva di 99,0 MW e sarà collegato, secondo quanto stabilito dal preventivo di connessione rilasciato dal Gestore della Rete di Trasmissione (Terna), ad una nuova Stazione Elettrica della RTN 380/150/36 kV.

In tale ambito, lo scrivente geologo *Dott. MAURO POMPEI*⁽¹⁾ ha proceduto, su mandato della società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. incaricata della progettazione, alla stesura del presente elaborato, quale corredo obbligatorio degli elaborati ai fini del conseguimento del titolo autorizzativo.

Gli argomenti sviluppati in questa sede hanno come base informativa i rilievi diretti nel settore di intervento, coadiuvati da dati in possesso dello scrivente acquisiti in occasione di indagini geognostiche condotte nelle immediate vicinanze per varie iniziative edilizie, nonché da altre informazioni ricavate dalla letteratura geologica internazionale e dalla cartografia geotematica estratta dal Geoportale della Regione Autonoma della Sardegna. Sebbene alcune delle informazioni riportate in questa sede siano state acquisite nel corso di lavori di differente natura, prevalentemente lavori di supporto all'edilizia, l'insieme dei dati acquisiti ha permesso di sviluppare un modello geologico consono alla fase progettuale in essere.

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

In questa sede la trattazione è incentrata sulla descrizione del modello geotecnico a supporto della progettazione strutturale ed in particolare dell'analisi dell'interazione opera-terreno. La finalità è stata quindi quella di fornire gli elementi per definire il comportamento meccanico del volume significativo di terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dall'intervento.

Si rimanda agli elaborati specialistici per gli aspetti strettamente geologici e la caratterizzazione sismica.

⁽¹⁾ Albo Geologi della Regione Sardegna N. 211 – Sezione A.

1.2 Normativa di riferimento e relative prescrizioni

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

- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- D.M. 17.01.2018 «*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 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.

1.3 Inquadramento topografico e territoriale

L'areale individuato per ospitare il parco eolico in oggetto ricade in Comune di Alà dei Sardi (Provincia di Sassari, Sardegna settentrionale), nella regione geografica del Monteacuto. Abbraccia, da nord verso sud, le località *Su Carro, Sa Tanca Noa, Solvinicca, Sas Imbas, Bucca de Mandra, Monte Seliga, S'Enatu 'e su Mele, Punta Paralutundu, Ianna Lalga, Punta su Annaju, Sos Setties, Novulcolis* ad est del centro abitato di Alà dei Sardi.

I siti designati per il posizionamento delle torri eoliche sono raggiungibili attraverso un insieme di strade poderali asfaltate e in terra battuta che si dipartono dalla Strada Statale S.S. 389 di Buddusò e del Correboi e dalla Strada Provinciale S.P. 95.

Il cavidotto si sviluppa per circa 15 km in linea d'aria a sud del parco nei territori di Alà Dei Sardi, Buddusò e Bitti, attraversando da nord verso sud le località *Ienna de Sercula, Istioli, Su Salidolzu, Monte Longu, S'Enatu Longu, Nodu Antine Nieddu, Sa Ianna Renosa, Intru 'e Linna, Sa Janna 'E S'Erba, e Sa Patzata*. Con questo percorso sarà garantito il collegamento tra la cabina colletttrice, in località *Lattari*, alla stazione elettrica Futura SE RTN 380_150_36 kV in località *Sispattula*.

Tutto il cavidotto si svilupperà a latere della viabilità locale su rilevato stradale: la parte settentrionale segue la strada vicinale denominata "Lattari Coiluna", per poi proseguire su strade interpoderali fino a raccordarsi con la S.S. 389 di Buddusò e del Correboi e, infine alla S.P. 15 fino a raggiungere la stazione elettrica.



FIGURA 1.1
Inquadramento geografico.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 461 "OSCHIRI" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Foglio 462 "PADRU" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Foglio 481 "OZIERI" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Foglio 482 "BITTI" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 461-II "ALÀ DEI SARDI" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 462-III "PIRAS" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 481-I "BUDDUSÒ" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 482-IV "MAMONE" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 461120 "ALÀ DEI SARDI" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 461160 "SANTA REPARATA" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 462090 "SCALA PEDROSA" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 462130 "SOS SONORCOLOS" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 481040 "BUDDUSÒ" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 481080 "PUNTA CARRERI" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 482010 "SA IANNA BASSA" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 482050 "FUNTANA 'E MURRU" della C.T.R. [scala 1:10.000]

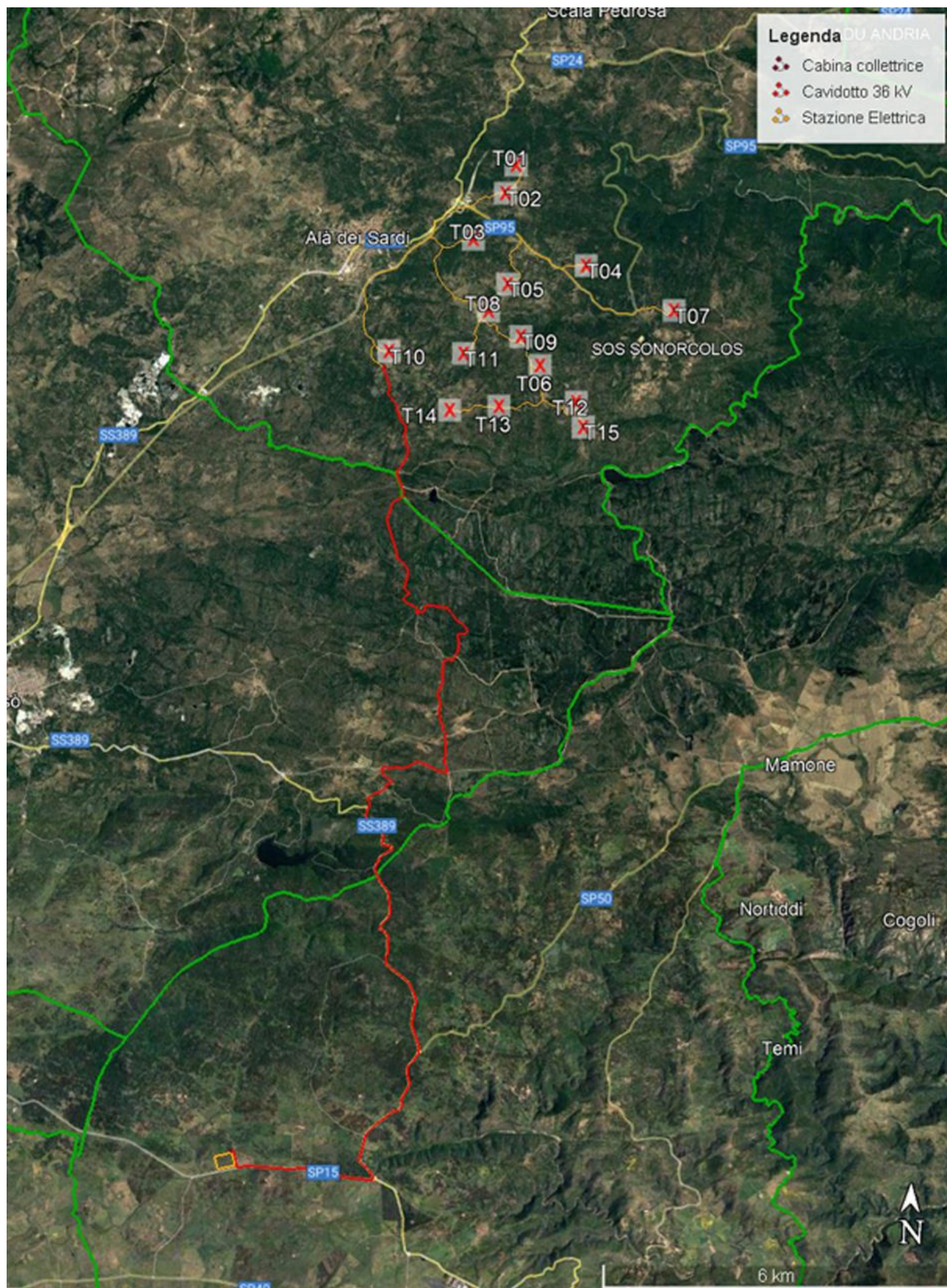


Figura 1.2 – Ubicazione degli interventi in progetto su immagine satellitare estratta da Google Earth, 2022.

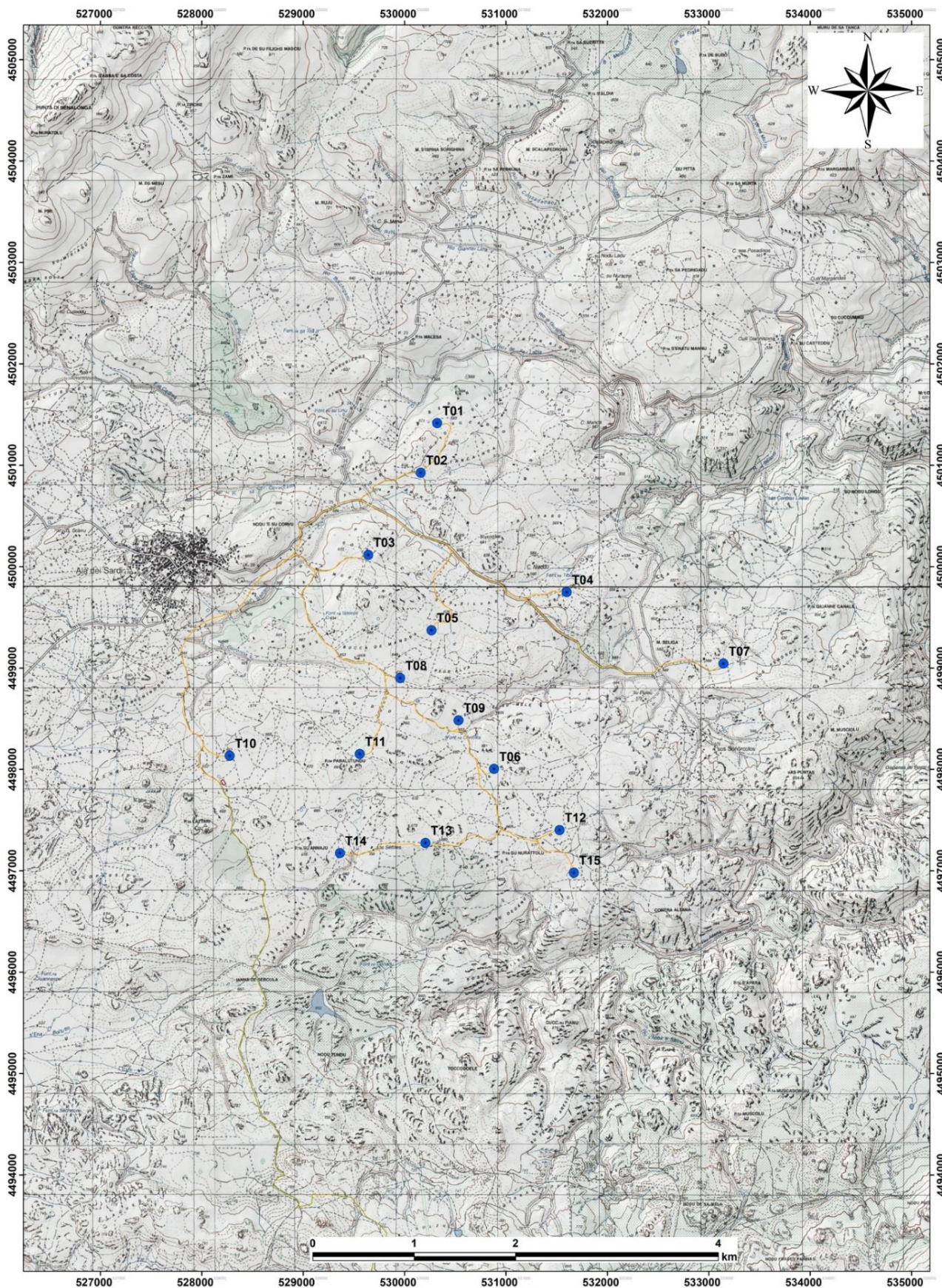


Figura 1.3 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su stralcio cartografia I.G.M.I. 25.000, fuori scala.

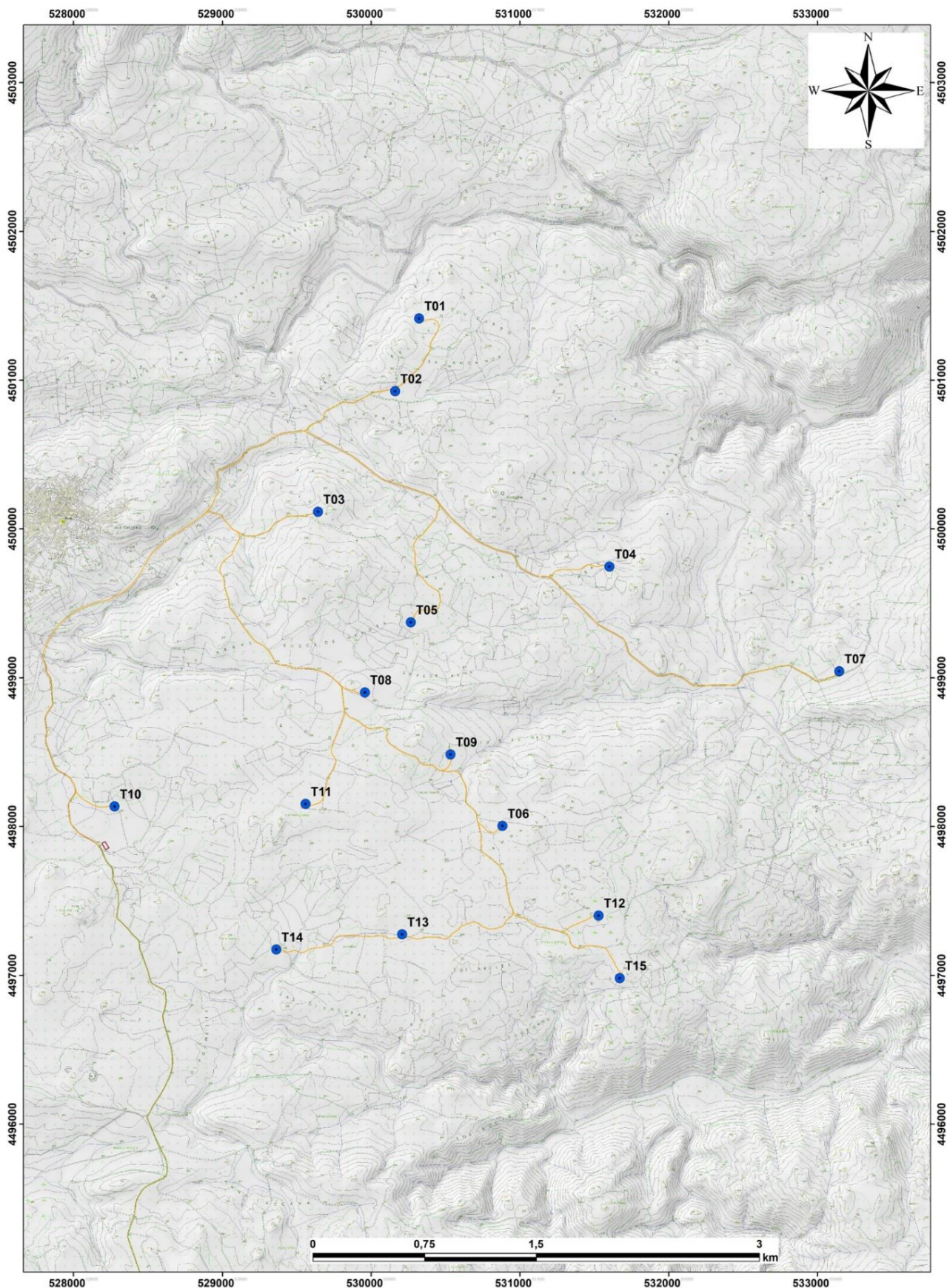


Figura 1.4 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su stralcio cartografia C.T.R. 10.000, fuori scala.

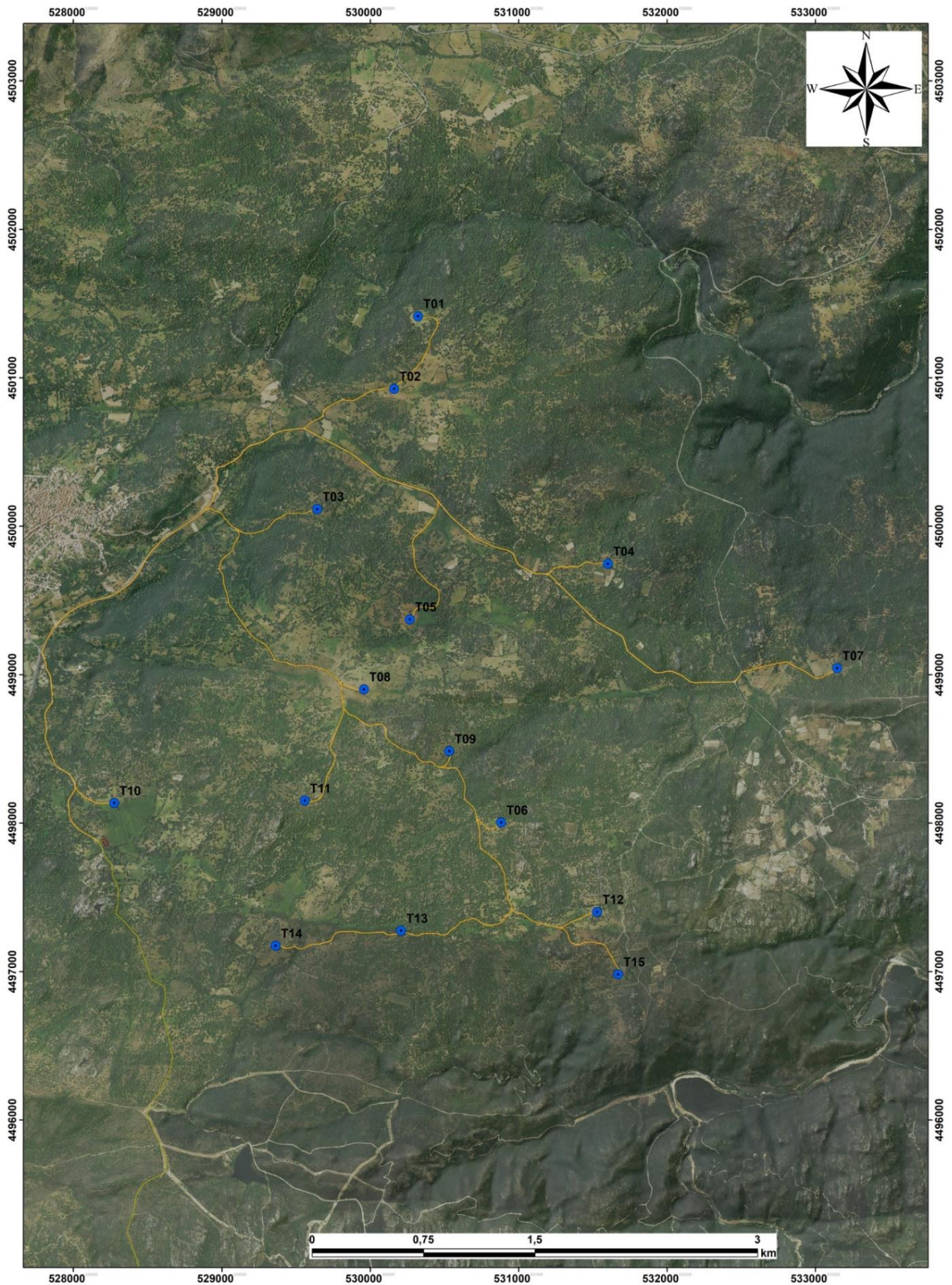


Figura 1.5 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su stralcio ortofotogrammetrico, fuori scala.

1.4 Descrizione sommaria del progetto

Il parco eolico in progetto sarà composto di n. 15 turbine di grande taglia, di potenza nominale unitaria pari a 6,6 MW, posizionate su torri di sostegno in acciaio dell'altezza pari a 135 m e aventi diametro massimo del rotore pari a 172 m. Stante il fatto che la viabilità locale è interamente e agevolmente camionabile anche per il trasporto di generatori di grande taglia (multimegawatt) e delle relative parti complementari (conci di torre e pale), si prevede sin d'ora l'adeguamento temporaneo di alcune tratte e la realizzazione di nuove strade che consentano il raggiungimento dei siti designati per la posa degli aerogeneratori dalla viabilità esistente.

Gli aerogeneratori saranno installati in piazzole accessibili a partire dalla nuova viabilità di accesso, con piste in terra battuta di larghezza di circa 5 m. Le piste saranno realizzate in misto stabilizzato e compattato con uno strato di fondazione in pietrisco costipato.

L'elettrodotto interrato, previsto sotto le piste di accesso al parco eolico e la viabilità pubblica dell'area, interconetterà gli aerogeneratori raggruppandoli in n. 3 blocchi di potenza per il successivo collegamento con la cabina di raccolta prevista in area di impianto. L'energia verrà convogliata, per mezzo di cavidotto interrato costituito da n.3 terne a 36 kV, verso l'ulteriore cabina di raccolta in progetto la cui realizzazione è prevista nelle immediate vicinanze dell'area preliminarmente individuata per il posizionamento della nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV in territorio comunale di Bitti.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

In questa sede, per procedere con il dovuto dettaglio alla descrizione delle caratteristiche geologiche e morfologiche dei luoghi di intervento, sono stati distinti 4 settori che raggruppano i siti designati sulla base della posizione geografica e delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche (Figura 1.6):

- Settore settentrionale T01+T02+T03+T05;
- Settore orientale T04+T07;
- Settore centrale T06+T08+T09+T10+T11;
- Settore meridionale T12+T13+T14+T15.

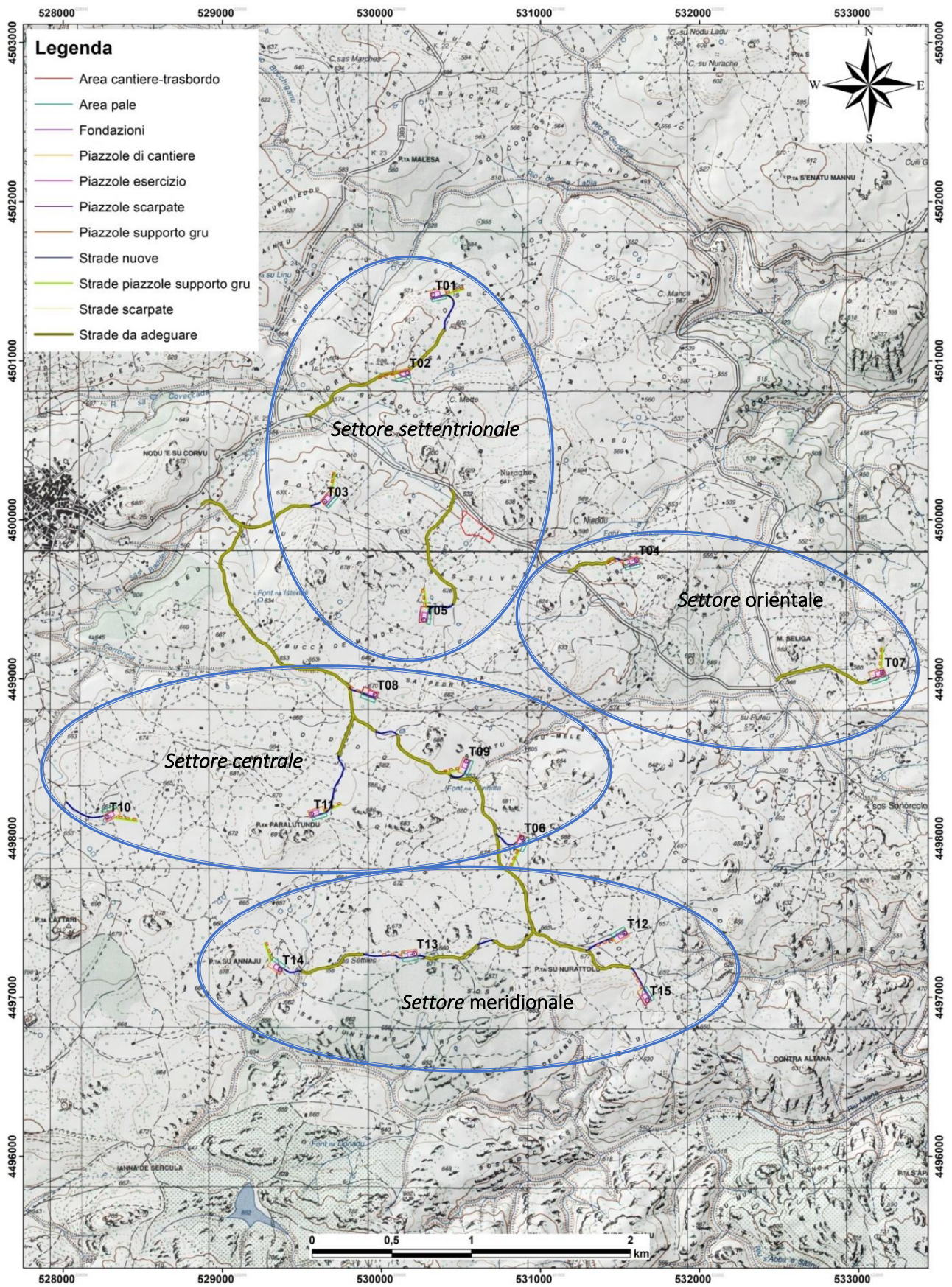


Figura 1.6 – Distribuzione degli aerogeneratori in progetto.

2 Modello geotecnico

2.1 Assetto litostratigrafico locale

Il contesto geologico e litostratigrafico dell'areale di intervento risulta complessivamente omogeneo in quanto impostato nella sua totalità su litologie granitoidi tardo-erciniche dalle caratteristiche petrografiche e composizionali variabili ma essenzialmente affini da un punto di vista sia strutturale che geotecnico. I termini più diffusi sono quelli afferenti al Complesso Intrusivo del Goceano-Bittese: si distinguono litologie riconducibili all'Unità intrusiva di Buddusò [BUD] che occupano la parte centro-meridionale dell'area interessata dal parco in progetto e rocce granitiche appartenenti all'Unità Intrusiva di Sos Canales [OSC] ben rappresentate nel settore settentrionale.

Trattasi di litologie intrusive con giacitura in ammassi cristallizzati a profondità variabili: in superficie si presentano sovente intensamente fratturate e frequentemente completamente arenizzate fino a costituire sabbie sciolte derivanti dal disfacimento della roccia per effetto dell'alterazione ad opera degli agenti atmosferici.

Il sabbione granitico ha granulometria variabile, generalmente molto grossolana, coerente con la taglia dei cristalli costituenti la litologia originaria. Si ritiene che il passaggio tra il cappellaccio di alterazione, rappresentato dal granito arenizzato, e il sottostante substrato roccioso litoide possa avvenire con gradualità attraverso termini litoidi caratterizzati da intensa fratturazione ed alterazione, che si presentano sotto forma di sabbione quarzoso feldspatico da sciolto a mediamente addensato. Lo spessore della fascia di alterazione corticale nell'area in studio è variabile da pochi centimetri fino a spessori superiori al metro e localmente può arrivare fino ad una profondità prossima ad una decina di metri.

Tali sedimenti, ad esclusione della parte superiore pedogenizzata e di quella più marcatamente eluvio-colluviale, a meno di rimaneggiamenti antropici, risultano ben addensati, pseudocoerenti, con colorazione dal marrone chiaro all'ocra.

2.2 Parametrizzazione geotecnica preliminare

Come esposto, l'assetto geologico e litostratigrafico dei siti designati per le torri eoliche, per il cavidotto e per la viabilità di collegamento, è sostanzialmente omogeneo, in quanto si limita di fatto ad un solo tipo litologico, seppure con lievi differenze mineralogiche. Il basamento litoide si rinviene da alterato nella parte sommitale fino a litoide in profondità, sormontato da una coltre terrigena costituita da suoli e depositi eluvio-colluviali ghiaioso-sabbiosi e localmente limosi.

Ai fini geotecnici tali litologie rappresentano ottimi terreni di fondazione, perché praticamente incompressibili e con elevate caratteristiche di resistenza al taglio, che vengono meno solo in caso di forte alterazione e fratturazione

Vengono di seguito descritti i caratteri geotecnici dei siti designati ad ospitare le torri eoliche, che costituiscono le opere di maggior impatto sul sottosuolo, oltre al tracciato del cavidotto e alla relativa viabilità di collegamento, in via preliminare e del tutto indicativa, sulla base di dati provenienti da letteratura tecnica coadiuvate da informazioni estrapolate da indagini pregresse svolte in contesti geologici analoghi.

Coerentemente con quanto precedentemente illustrato, la successione assunta per rappresentare il sottosuolo dei luoghi di intervento vede, a partire dall'alto, le seguenti unità litotecniche:

LT_A Suoli e terre brune

LT_B Sabbione arcoscico eluvio-colluviale di natura granitica e granitoidi arenizzati

LT_C Basamento granitoide da debolmente alterato e fratturato a litoide

di seguito descritti per i caratteri salienti ai fini del presente lavoro.

LT A – Suoli e terre brune

Spessore min 0,10 m

Spessore max 1,00 m

Terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole e dagli apparati radicali, di colore bruno.

Trattasi di materiali perlopiù sabbioso limosi e localmente argillosi derivanti dall'alterazione spinta dei graniti, o dei depositi eluvio colluviali, a marcata componente organica.

Per lo spessore generalmente esiguo, il contenuto organico e le scarse proprietà fisico-meccaniche non rivestono alcuna significatività ai fini applicativi che interessano.

LT B – Sabbione arcoscico eluvio-colluviale e granito arenizzato

Spessore min 0,50 m

Spessore max 12,00 m

Si presenta sotto forma di un sabbione quarzoso feldspatico da sciolto a mediamente addensato, da massivo a debolmente stratificato derivante dall'alterazione e limitato trasporto delle sottostanti formazioni granitiche litoidi o dalla semplice alterazione in situ del granito litoide.

Tale litotipo prevale alle profondità di posa del cavidotto e della viabilità di collegamento

Parametri geotecnici indicativi:

– Peso di volume naturale	γ = 19,00÷19,50 kN/m ³
– Peso di volume naturale	γ_{sat} = 20,00÷21,00 kN/m ³
– Angolo di resistenza al taglio	ϕ' = 33÷36°
– Coesione efficace	c' = 0,00 ÷ 0,10 daN/cm ²
– Modulo di compressibilità	E = 350÷400 daN/cm ²
– Coefficiente di Poisson	μ = 0,30÷0,40

LT C – Basamento granitoide da debolmente alterato e fratturato a litoide

Spessore plurimetrico

Rocce granitoidi in facies litoide presenti in affioramenti compatti localmente fratturati e talvolta in ammassi isolati e circondati da depositi ghiaioso-sabbiosi derivanti dall'alterazione in posto delle medesime litologie.

Parametri geotecnici indicativi:

– Peso di volume naturale	γ	=	25,00÷27,00 kN/m ³
– Angolo di resistenza al taglio	φ'	=	40÷45°
– Coesione efficace	c'	=	0,00 daN/cm ²
– Modulo di compressibilità	E	=	1.000 daN/cm ²
– Coefficiente di Poisson	μ	=	0,20÷0,25

2.3 Caratteri idrogeologici

La predominanza di rocce granitoidi litoidi contraddistinte da permeabilità da nulla a molto bassa, fa ritenere poco plausibile qualsivoglia interazione tra scavi e flussi idrici sotterranei se non con quelli temporanei dovuti a particolari condizioni meteorologiche (piogge intense, scioglimento di eventuali accumuli nevosi) capaci di saturare la coltre eluvio-colluviale e lo strato di alterazione della roccia.

Ad ogni buon conto, per la tipologia degli interventi in programma, non sussistono i presupposti affinché le opere in progetto possano influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

2.4 Aspetti sismici

Il sito specifico, così come tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro **ag** è assegnato un valore di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) compreso tra **0,025÷0,05 g** da adottare nella progettazione.

Dal *database* del progetto ITHACA (*Italy HAZard from CApable faults*) non si evince alcun elemento tettonico capace di interferire direttamente con i luoghi di intervento.

3 Conclusioni

Sulla base di quanto esposto, tutte le strutture di fondazione degli aerogeneratori, del cavidotto e della viabilità di collegamento andranno a poggiare sul sabbione granitico [Strato LT_B] e sul substrato roccioso granitoide [Strato LT_C].

Ad esclusione della coltre detritica superficiale [Strato LT_A] ed alcune facies di alterazione corticale della roccia, il substrato granitoide in posto, così come il sabbione granitico, offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali.

Fermo restando la necessità di supportare le valutazioni in questa sede con i dati provenienti dalle indagini geognostiche puntuali eseguite ad hoc, orientativamente si possono assumere valori di capacità portante dell'ordine di **3,5 daN/cm²** senza che si manifestino cedimenti di entità apprezzabile o comunque pregiudizievoli per la stabilità delle strutture in progetto.

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

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