



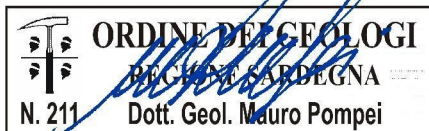
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 99 MW DENOMINATO "PERDA PINTA" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI NUORO (NU) CON LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICHE.

## RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Rev. 0.0

Data: Novembre 2022

WIND008-RC11



Committente:

**Nuoro Wind S.r.l.**  
Corso di Porta Vittoria n. 9  
20122 Milano (MI)  
C. F. e P. IVA: 12332370969  
PEC: nuorosrl@mailcertificata.net

Incaricato:

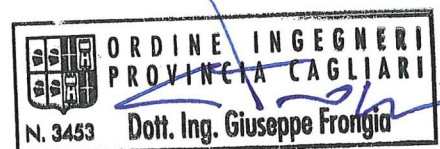
**Quequeg Renewables, Ltd**  
Unit 3.03, 1110 Great West Road  
TW80GP London (UK)  
Company number: 111780524  
email: mail@quenter.co.uk

Progettazione e SIA:

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



[www.iatprogetti.it](http://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. Veronica Fais

Ing. Gianluca Melis

Ing. Andrea Onnis

Pian. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

**COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:**

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Maria Francesca Lobina e Dott. Geol. Mauro Pompei

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti

## SOMMARIO

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | ASPETTI INTRODUTTIVI .....   | 3  |
| 1.1 | Premessa.....  | 3  |
| 1.2 | Normativa di riferimento .....   | 3  |
| 1.3 | Inquadramento topografico e territoriale.....  | 4  |
| 1.4 | Quadro conoscitivo di riferimento per la ricostruzione del modello geologico e geotecnico..... | 9  |
| 1.5 | Descrizione sommaria degli interventi in progetto.....   | 9  |
| 2   | MODELLO GEOLOGICO .....  | 11 |
| 2.1 | Contesto geologico dell'area vasta .....   | 11 |
| 2.2 | Aspetti tettonici e strutturali.....   | 14 |
| 2.3 | Assetto litostratigrafico locale .....   | 15 |
| 2.4 | Stratigrafia dei terreni di fondazione .....   | 20 |
| 2.5 | Assetto idrogeologico .....  | 21 |
| 2.6 | Assetto morfologico e idrografico.....   | 24 |
| 2.7 | Assetto idrografico.....   | 28 |
| 2.8 | Uso del suolo.....   | 31 |
| 2.9 | Aspetti pedologici .....   | 31 |
| 3   | CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....  | 32 |
| 3.1 | Sismicità storica del sito.....  | 32 |
| 3.2 | Classificazione sismica.....   | 35 |
| 3.3 | Pericolosità sismica .....   | 36 |
| 3.4 | Categoria di sottosuolo .....  | 37 |
| 4   | PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....  | 39 |
| 4.1 | Pericolosità sismica .....   | 39 |
| 4.2 | Pericolosità idrogeologica .....   | 39 |
| 4.3 | Subsidenza .....   | 39 |
| 4.4 | Pericolosità idraulica .....   | 39 |
| 4.5 | Pericolosità da frana .....  | 40 |
| 5   | MODELLO GEOTECNICO.....  | 42 |
| 5.1 | Caratterizzazione geotecnica preliminare.....  | 42 |
| 5.2 | Stima della capacità portante dei terreni di fondazione .....                                  | 43 |
| 6   | CONCLUSIONI.....   | 44 |
| 7   | SCHEDE SITO .....  | 46 |

## 1 ASPETTI INTRODUTTIVI

### 1.1 Premessa

La Nuoro Wind S.r.l.(1), controllata dal gruppo Yinson Holdings Berhad, ha in programma la costruzione di un impianto eolico in agro di territorio di Nuoro (Provincia di Nuoro) che sarà costituito da n. 15 aerogeneratori con una occupazione di superficie stimata in circa 17 ha in fase di cantiere e 11 ha in fase di esercizio.

In tale ambito, gli scriventi geologi Dott.ssa Maria Francesca Lobina e Dott. Mauro Pompei hanno proceduto, su mandato della società di ingegneria I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. incaricata della progettazione, alla stesura della presente «Relazione Geologica e Geotecnica» quale corredo obbligatorio degli elaborati progettuali ai fini del conseguimento del titolo autorizzativo.

Gli argomenti di seguito esposti si basano su dati originali in possesso degli scriventi provenienti da sopralluoghi diretti sui siti di intervento, da attività pregresse condotte nel medesimo contesto geologico di intervento, integrati da informazioni ricavate dalla miscellanea e cartografia geotematica regionale.

Si rimanda alla successiva fase progettuale l'esecuzione di indagini conoscitive dirette atte ad una più specifica analisi degli aspetti litostratigrafici e geomorfologici delle aree di intervento nonché per lo studio del sottosuolo locale a carattere geognostico e geotecnico.

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

### 1.2 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. 17.01.2018** «Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009** «Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008»;
- **D.M. 14.01.2008** «Norme Tecniche per le Costruzioni»;

---

<sup>(1)</sup> Sede in Corso di Porta Vittoria n. 9 a Milano.



- **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»;
- **D.M. LL.PP. 16.01.1996** «Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche»;
- **Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996** «Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica»;
- **Legge n. 64 del 02.02.1974** «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*», che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il Lavori Pubblici;
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS n. 8 dell'11.03.2005;
- **Norme di Attuazione del P.A.I.** (aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S. n. 14 del febbraio 2022).

### 1.3 Inquadramento topografico e territoriale

L'areale che ospiterà il parco eolico in progetto ricade nella Provincia di Nuoro (Sardegna nord-orientale), circa 4 km a nord della Zona Industriale di Pratosardo ed a circa 8 km a nord-ovest dallo stesso abitato di Nuoro. Il sito è raggiungibile percorrendo la S.S. 131 DCN in direzione Nuoro fino al km 50+010 per poi svoltare a sinistra per accedere alla ZIR Pratosardo ed imboccare la SS 389 Buddusò-Correboi, in direzione di Orune.

L'accesso all'area avviene agevolmente da quest'ultima strada Statale, dalla quale è possibile accedere alla viabilità interpodereale.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 499 "NUORO OVEST" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 499-I "NUORO OVEST" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 499-030 della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 499040 della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 499070 della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 499080 della C.T.R. [scala 1:10.000]

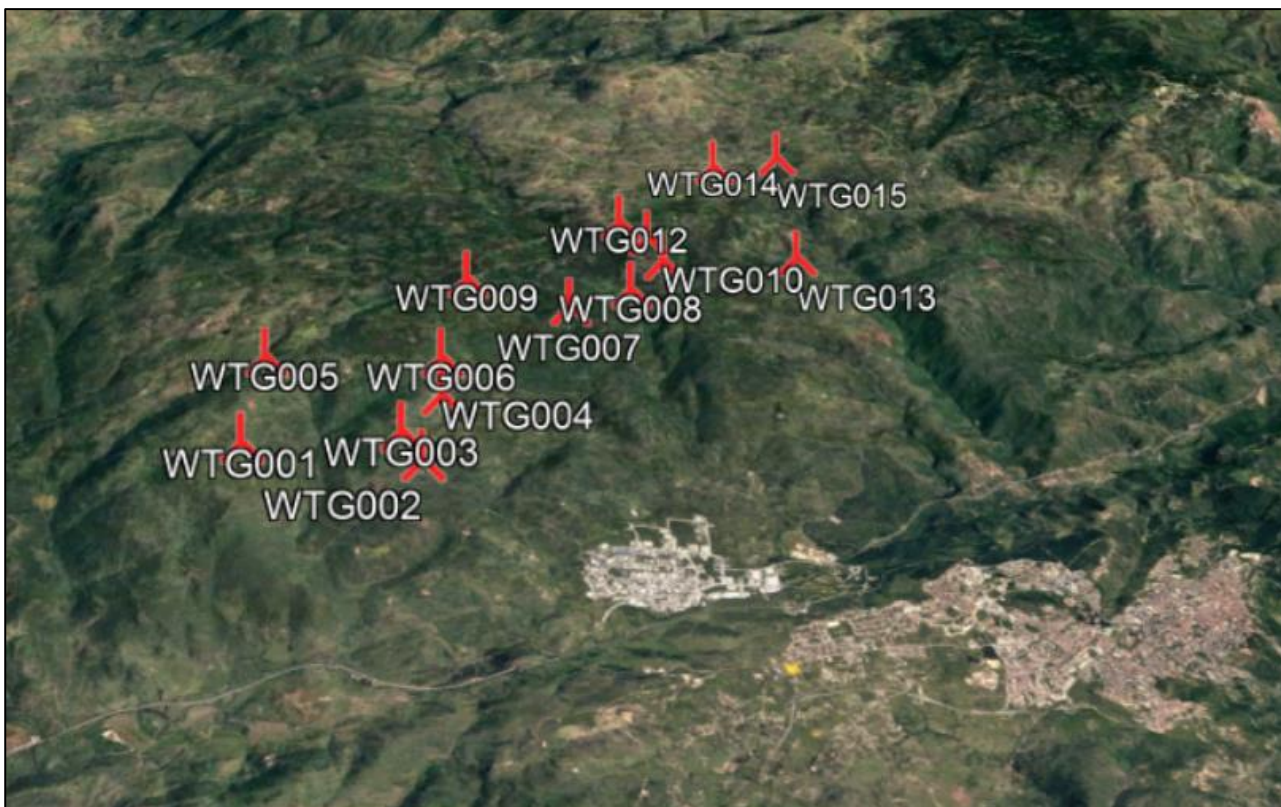


Figura 1.1 – Ubicazione degli interventi nell’area vasta, su immagine estratta da google earth, 2022.

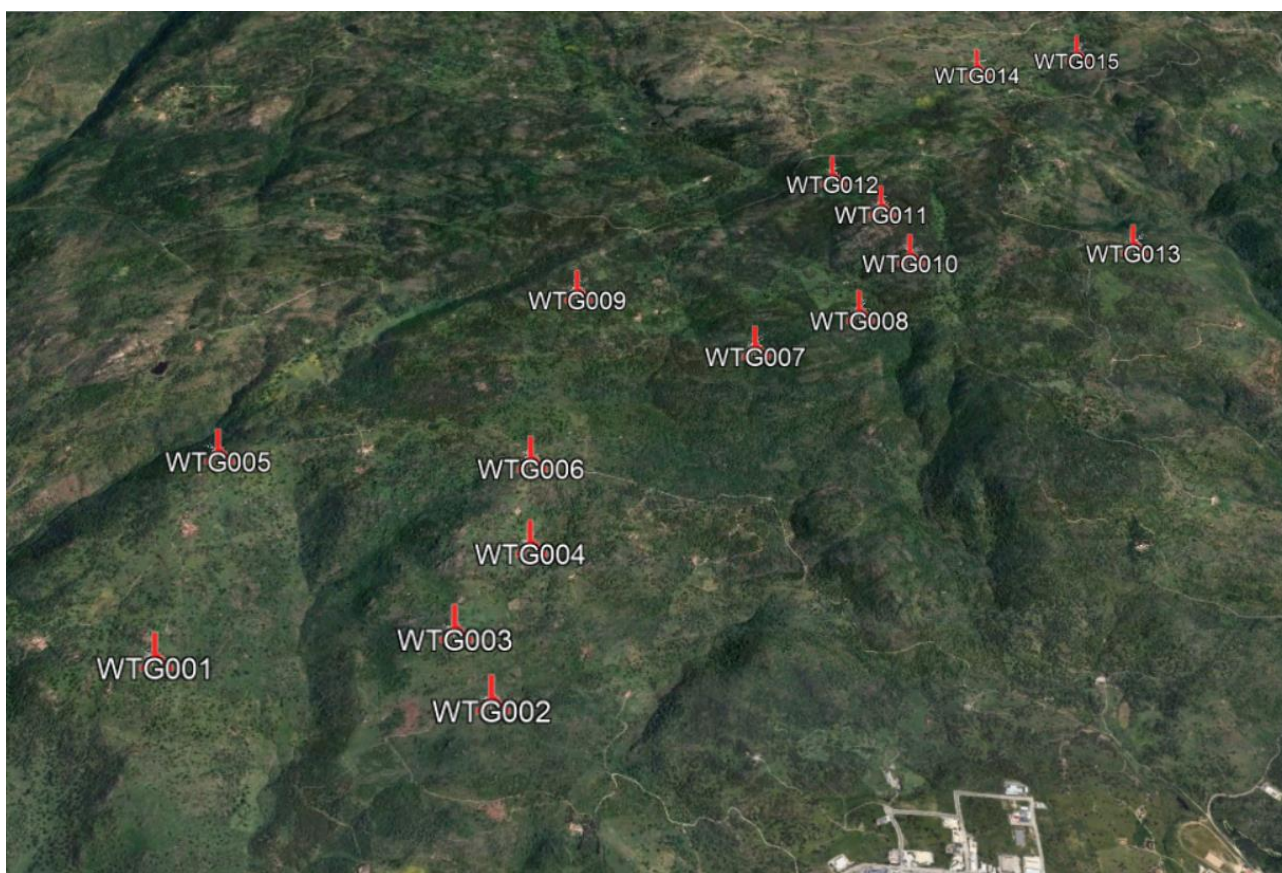


Figura 1.2 – Dettaglio dell’ubicazione degli interventi su immagine estratta da google earth, 2022.



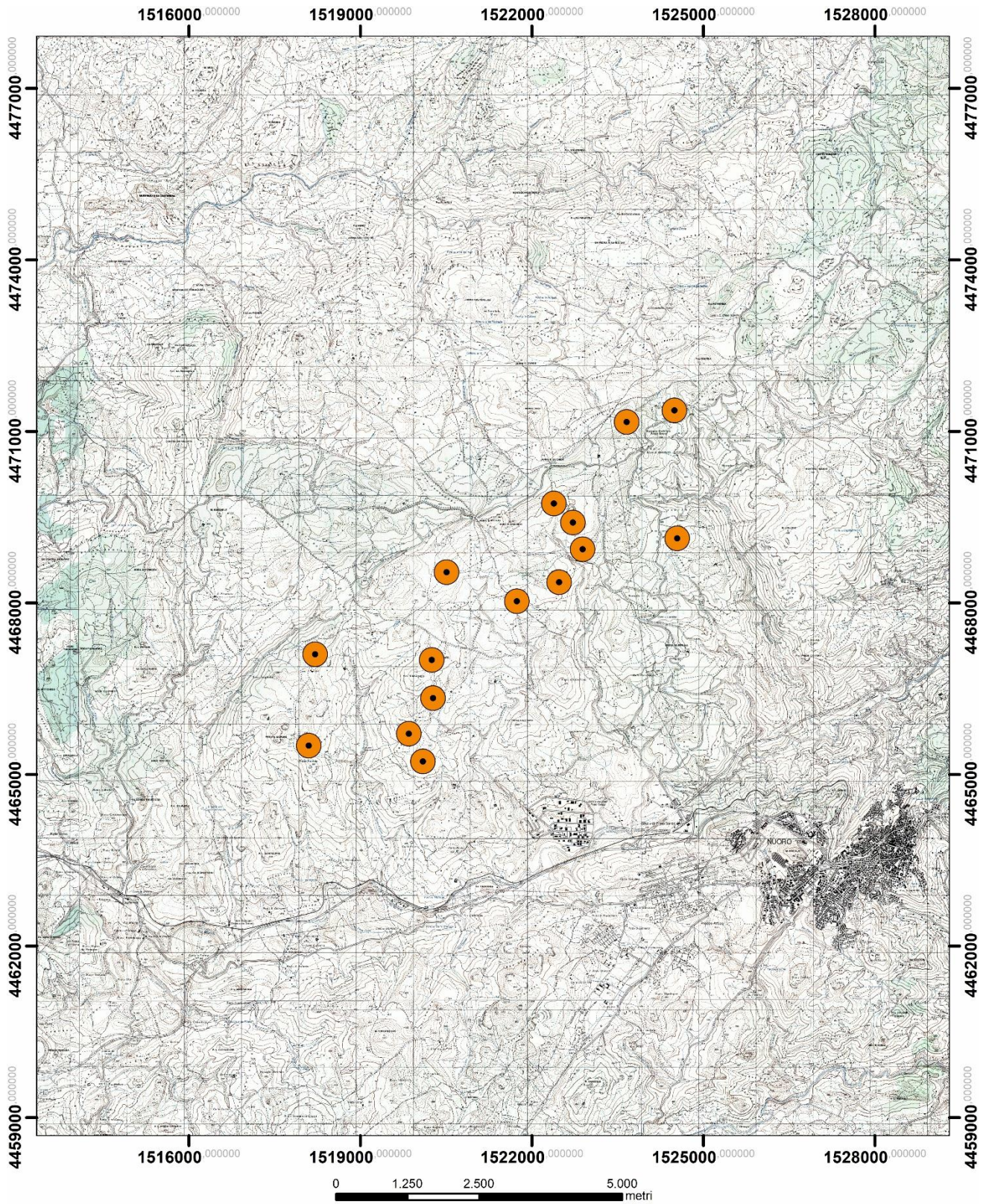


Figura 1.3 – Ubicazione aerogeneratori su stralcio cartografia IGMI in scala 1:25.000.



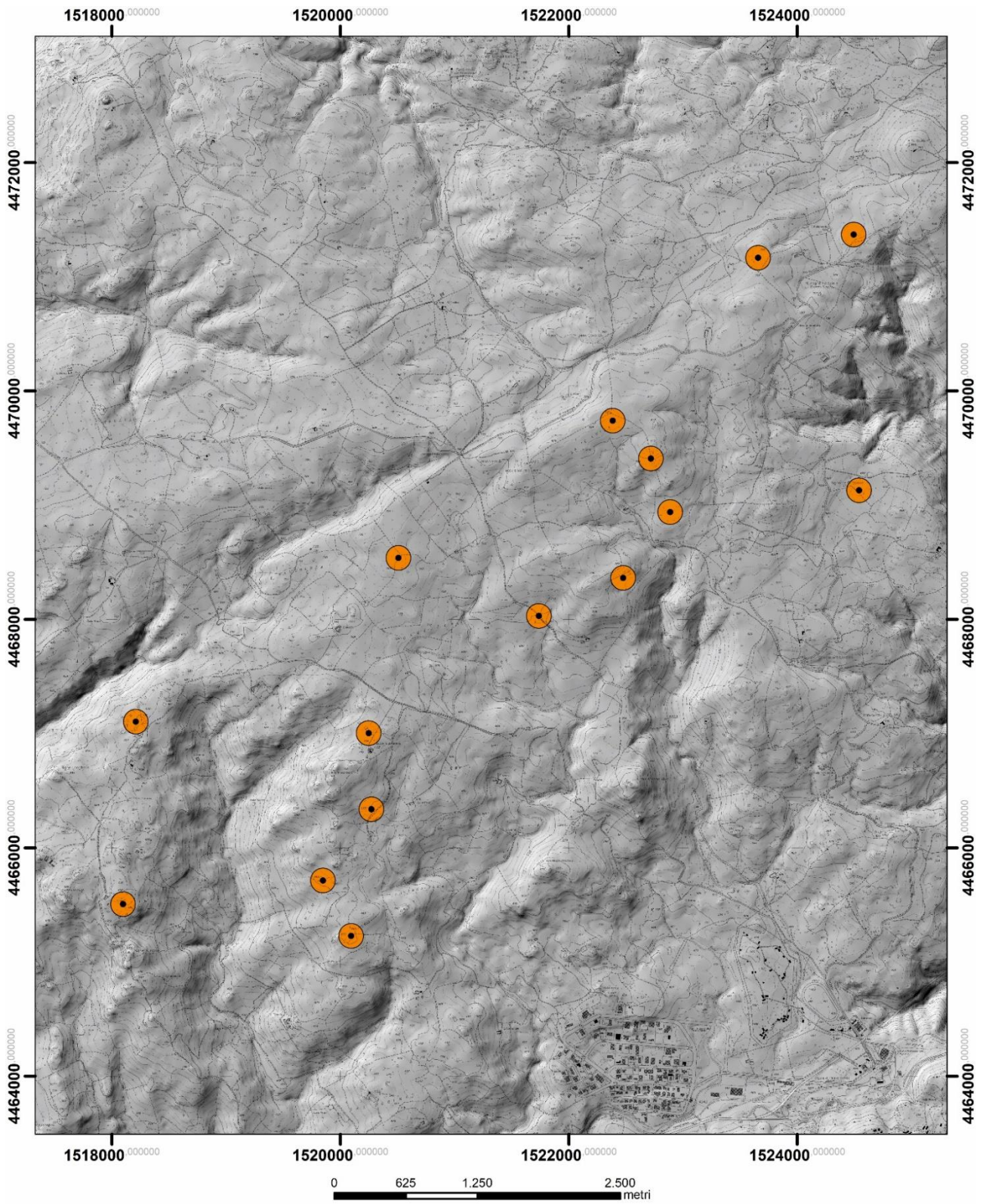


Figura 1.4 – Ubicazione aerogeneratori in progetto su stralcio cartografia C.T.R. in scala 1:10.000.



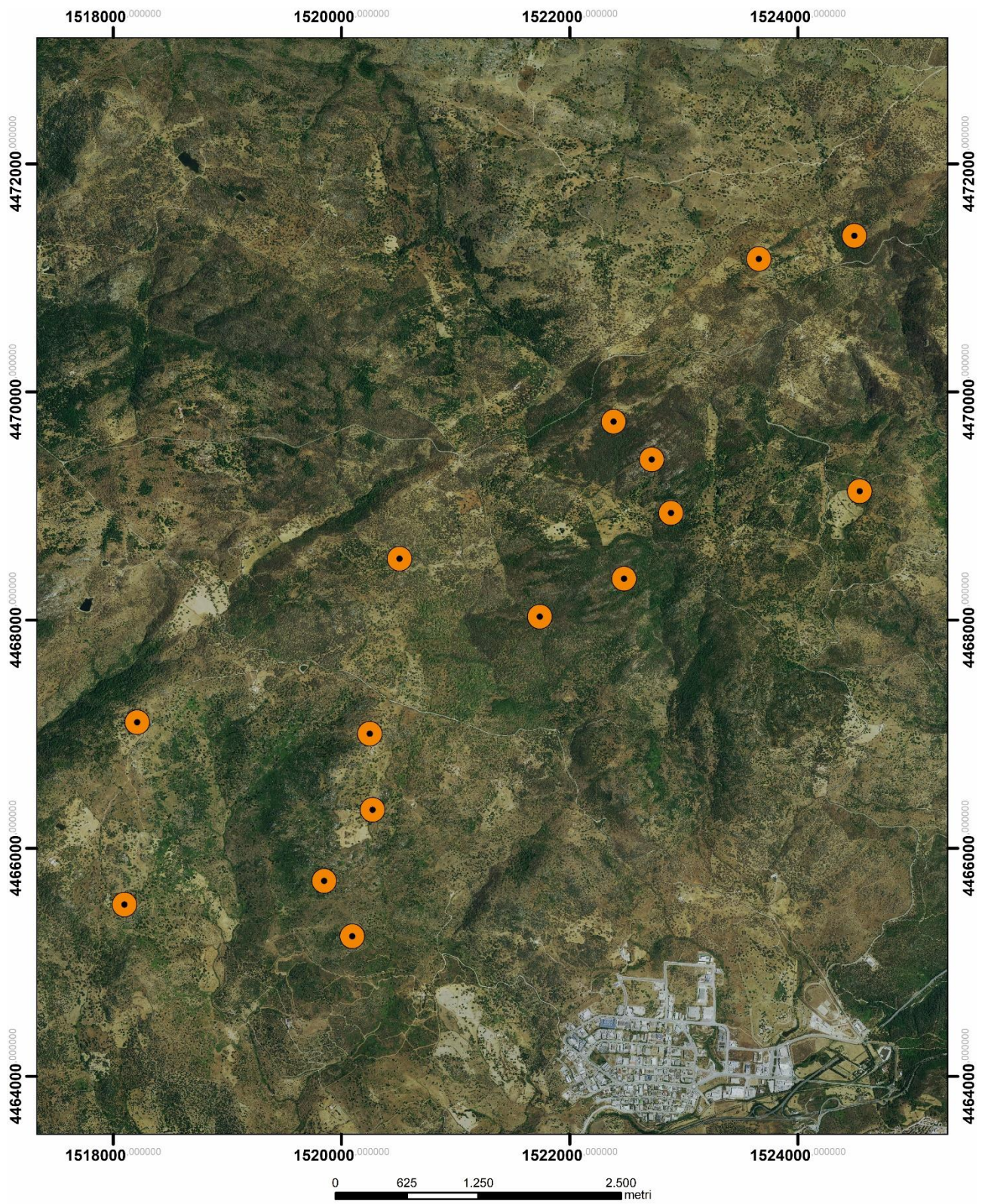


Figura 1.5 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su stralcio ortofotogrammetrico in scala 1:10.000.



#### 1.4 Quadro conoscitivo di riferimento per la ricostruzione del modello geologico e geotecnico

Come accennato in premessa, la stesura del presente elaborato si è avvalsa di una base informativa e cognitiva diretta, confortata da descrizioni e dati in possesso degli scriventi e informazioni derivanti dalla letteratura geologica internazionale. Seppur relativi a lavori di differente natura ed in assenza di test geognostici diretti, le informazioni acquisite hanno consentito una modellazione geologica confacente alla fase progettuale in essere ed una caratterizzazione geotecnica indicativa dei terreni interagenti con le opere in programma.

#### 1.5 Descrizione sommaria degli interventi in progetto

È prevista l'installazione di n. 15 aerogeneratori di ultima generazione ad asse orizzontale (HAWTG, Horizontal axis wind turbine generators) di potenza pari a 6,6 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 99 MW, denominati in ordine crescente da WTG001 a WTG015. Gli aerogeneratori saranno montati su torri tubolari di acciaio che porteranno il mozzo del rotore a un'altezza da terra di 135 m, per cui l'altezza massima dal suolo di ogni macchina sarà di 220 m.

Gli elementi saranno distribuiti lungo un asse orientato circa NE-SW che si estenderà in linea d'aria per circa 9 km ed una superficie di circa 20 kmq a nord dell'area industriale di Pratosardo nelle seguenti località:

| ID Aerogeneratore | Località                      |
|-------------------|-------------------------------|
| WTG001            | <i>Su Furru</i>               |
| WTG002            | <i>Funtana Amenta</i>         |
| WTG003            | <i>Funtana Amenta</i>         |
| WTG004            | <i>Sedda 'e su Monte</i>      |
| WTG005            | <i>Portulu Nieddu</i>         |
| WTG006            | <i>Funtana 'e Pride</i>       |
| WTG007            | <i>Sa Pruna</i>               |
| WTG008            | <i>Sa Trempa</i>              |
| WTG009            | <i>Su Crapione</i>            |
| WTG010            | <i>Godurbio</i>               |
| WTG011            | <i>Sa 'e Bustiano Serra</i>   |
| WTG012            | <i>Lebrera</i>                |
| WTG013            | <i>Funtana 'e Musca</i>       |
| WTG014            | <i>Ena 'e sos Barrazellos</i> |
| WTG015            | <i>Maria Naspà</i>            |

Sia per la realizzazione dei singoli aerogeneratori, sia per il collegamento tra di essi è prevista la realizzazione di tratti nuova viabilità (piste di servizio) di lunghezza variabile in relazione alla distanza rispetto alle più prossime strade interpoderali preesistenti.

Il territorio è servito da una buona rete di strade comunali e interpoderali che verrà utilmente sfruttata ai fini della costruzione ed esercizio dell'opera.

Ai fini dell'accesso ai siti delle postazioni eoliche è però sempre necessario transitare in proprietà private, per la maggior parte aziende agricole, recintate e chiuse da cancelli di accesso.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

## 2 MODELLO GEOLOGICO

### 2.1 Contesto geologico dell'area vasta

L'area che ospiterà l'impianto ricade nella Sardegna nord-orientale e specificatamente nella Barbagia di Nuoro che si caratterizza per la quasi esclusiva presenza di rocce granitoidi tardo-erciniche che, insieme alle intrusioni granitoidi della Corsica formano il Batolite Sardo-Corso il quale esteso per una lunghezza di 400 km ed una larghezza di oltre 50 km, è il più importante della catena ercinica europea (Figura 2.1).

Il carattere del batolite è notoriamente composito e le litologie che lo compongono sono presenti in affioramenti intensamente fratturati e talvolta sciolti alla stregua di sabbie, quali prodotto del disfacimento della roccia. La variabilità delle sue caratteristiche, sia geochimiche che strutturali, è implicita se si considera che la sua messa in posto è avvenuta in un intervallo di tempo di circa 60 Ma, durante la tettonica estensionale legata al collasso gravitativo della catena ercinica che ha prodotto deformazioni, metamorfismo ed un importante magmatismo effusivo ed intrusivo.

Il batolite è attraversato da manifestazioni subvulcaniche, rappresentate da corpi filoniani a composizione basica (alcalina e/o calcalina) e di porfidi granitici, microgranitici, aplitici e pegmatitici, oltre che idrotermali. Le direzioni prevalenti seguono quelle delle discontinuità maggiori riconducibili ai trend principali NNW-SSE, N-S e NE-SW e, in subordine, E-W e NW-SE.

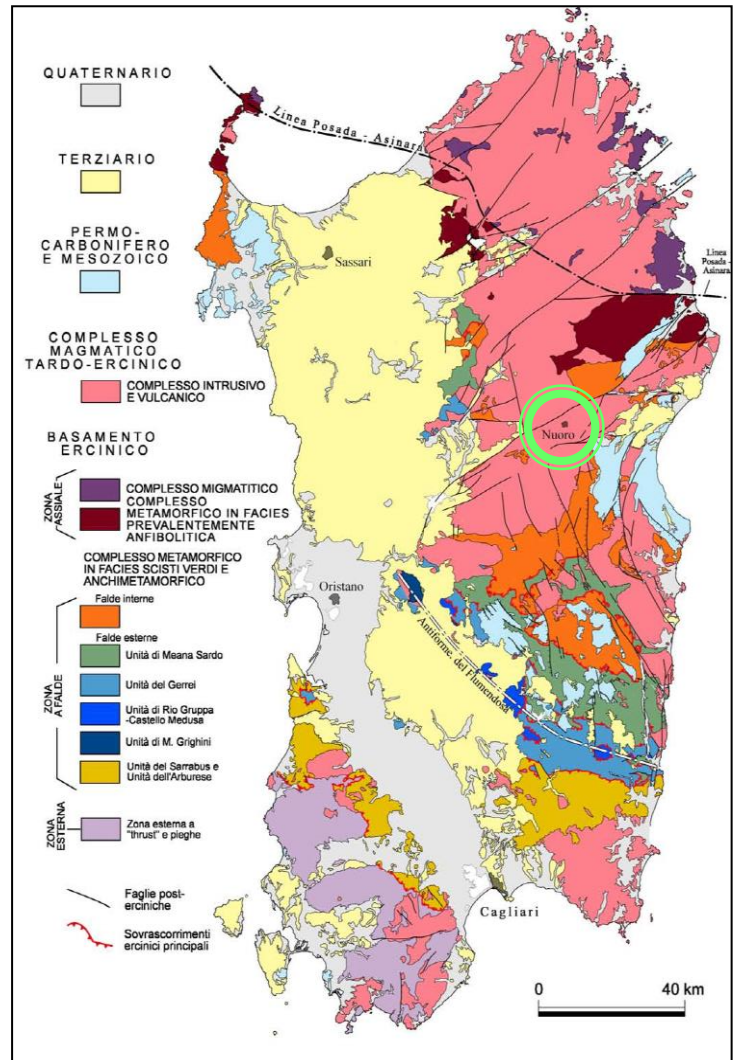


Figura 2.1 – Principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (estratto da «Guida all'escursione nel Basamento ercinico della Sardegna centro meridionale», a cura di A. Funedda e P. Conti, 2011)

Di seguito si differenziano le plutoniti del batolite sardo-corso come da letteratura scientifica.

#### Plutoniti basiche

Molto rare all'interno del batolite sardo, costituiscono masse di piccole dimensioni, quasi sempre inglobate all'interno di plutoniti acide. Si caratterizzano per la presenza di stratificazione da cumulo e l'associazione con litotipi a composizione da dioritica a tonalitica.

#### Monzograniti

Presentano ampia varietà di facies, dovuta essenzialmente a diversi gradi di eterogranularità e di orientazione tessiturale: detta variabilità, riscontrabile spesso all'interno di singole intrusioni a conferire loro notevole disomogeneità tessiturale, ha grande rilevanza nella caratterizzazione merceologica di tali rocce che sono sfruttate per usi ornamentali. Sono tutti inquadrabili tra "le plutoniti tardo-tettoniche" e "post tettoniche" (Ghezzi & Orsini, 1982).

Al loro interno è stata riconosciuta una sequenza di messa in posto sincrona "in continuo", dai tipi più ricchi in biotite, verso quelli leucocrati, che rappresenterebbero le facies pertinenti i livelli apicali del corpo intrusivo.

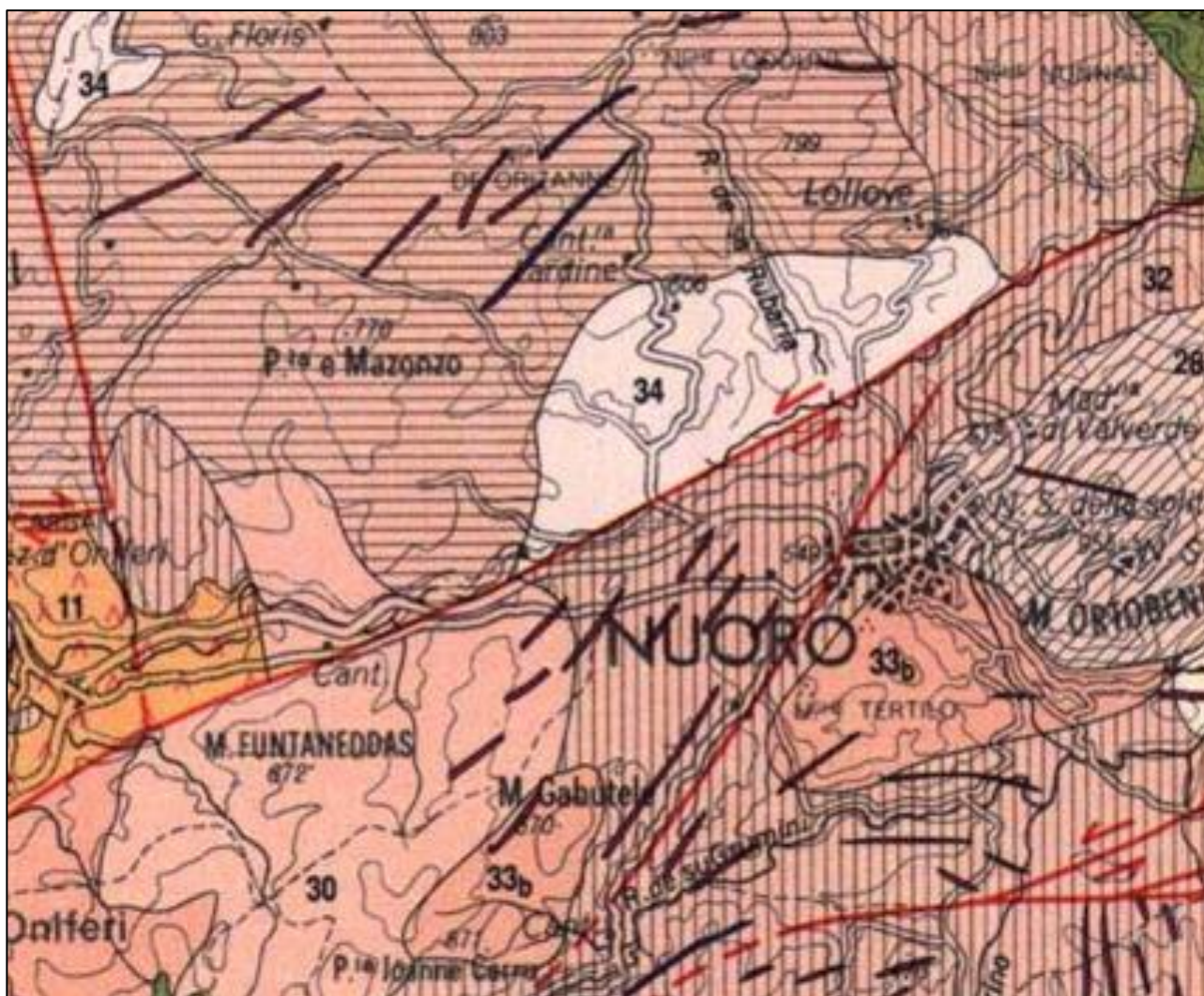
#### Leucograniti

Affiorano diffusamente e infatti si rinvencono intrusi all'interno delle rocce anchimetamorfiche della zona esterna, delle metamorfiti in facies di scisti verdi, della Sardegna centro-orientale e del complesso di alto grado metamorfico della Gallura. Si contraddistinguono per la generale omogeneità composizionale, per le tessiture essenzialmente isotrope o, talvolta, debolmente orientate e per la colorazione tipicamente rosata.

Varie facies sono distinguibili anche in virtù del grado di porfiricità, del contenuto in biotite, che non supera mai il 5% modale, nonché dell'eventuale compresenza di muscovite. La giacitura delle intrusioni leucomonzogranitiche è generalmente discordante rispetto al pattern strutturale delle rocce incassanti e delle intrusioni precedenti; la direzione dominante varia da N-S a NE-SW. Le principali sono quelle dei massicci di Alà dei Sardi, del Monte Limbara e del Sulcis ed altre più modeste sono sparse in tutta l'isola.

In corrispondenza dell'area designata per ospitare il parco eolico, le rocce granitoidi sono rappresentate essenzialmente dalle Granodioriti monzogranitiche inequigranulari [31] e marginalmente dalle Granodioriti a cordierite [34], che si appoggiano, a Sud, alle Granodioriti monzogranitiche inequigranulari [30] e alle Granodioriti tonalitiche [32] attraverso una importante linea di contatto NE-SW, rappresentata dalla Faglia trascorrente di "Nuoro" localizzata immediatamente a sud del settore di intervento.

Un dettaglio geologico dell'area di interesse è restituito in Figura 2.2.



## DEPOSITI QUATERNARI

1 Ghiaie, sabbie, limi e argille dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).

## COMPLESSO FILONIANO DEL CARBONIFERO SUPERIORE - PERMIANO

23 Principali filoni di porfidi granitici e ammassi di micrograniti; principali filoni aplitici e pegmatitici.

25 Principali corpi filoniani a composizione prevalentemente basaltica.

## COMPLESSO PLUTONICO DEL CARBONIFERO SUPERIORE - PERMIANO

28a Monzograniti inequigranulari

30 Granodioriti monzogranitiche equigranulari

31 Granodioriti monzogranitiche inequigranulari

32 Granodioriti tonalitiche

33b Tonaliti

34 Granodioriti a cordierite

Figura 2.2 – Ubicazione del sito su stralcio della Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000 a cura del Comitato per il coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna (fuori scala).



## 2.2 Aspetti tettonici e strutturali

Lo stile tettonico locale ricalca fedelmente le linee regionali principali secondo allineamenti E-W e NE-SW: tale complesso sistema di faglie e di fratture è riferibile alle fasi tardive dell'Orogenesi Ercinica sino alle fasi primarie dell'Orogenesi Alpina.

Esiste altresì un sistema di strutture secondarie (faglie, fratture, etc.) in quanto post-cristalline, ossia posteriori alla messa in posto del batolite granitico: la loro natura tettonica è evidenziata da effetti "cataclastici" nel granito, dall'assenza di fenomeni di ricristallizzazione e dalla presenza di "tectoglifi", che indicano un senso di movimento orizzontale, suborizzontale o verticale. Esistono infatti due principali sistemi di fratturazione, i "joints di raffreddamento" e le "fratture tettoniche secondarie".

Le prime sono delle fratture primarie legate ai processi di raffreddamento dei graniti ed è possibile distinguerle dalla presenza di filoni e di adunamenti mineralogici (quarzo, pirite, sericite, epidoti, muscovite, etc.).

L'origine delle fratture tettoniche secondarie è invece posteriore alla messa in posto dei plutoni granitici ed è probabilmente legata alla tettonica alpina; non è da escludere, comunque, la possibilità che alcune direzioni di fratturazione siano state già attive durante le fasi tardive dell'orogenesi ercinica e, successivamente, riutilizzate durante la tettonica alpina. I due sistemi di fratturazione principale sono il primo con direzioni preferenziali N 100-N 150 ed il secondo NNW ed ESE: entrambi non mostrano fenomeni di ricristallizzazione e sono chiaramente post-raffreddamento dell'intrusione.

Escludendo gli effetti locali della blanda tettonica tarso-mesozoica, ulteriori evidenze strutturali sono da riferirsi all'era terziaria, in quanto il settore di interesse viene coinvolto più o meno direttamente dalle vicende legate all'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale che hanno portato al distacco del blocco sardo-corso dal margine continentale sud-europeo ed alla sua rotazione in senso antiorario sino all'attuale posizione. Gli eventi di maggiore interesse, limitatamente all'Oligocene superiore-Miocene, hanno riguardato l'attivazione di un'importante tettonica trascorrente con diffuso vulcanismo calcoalcalino, la formazione di bacini e fosse tettoniche e la sedimentazione di ambiente marino in ampi settori dell'Isola.

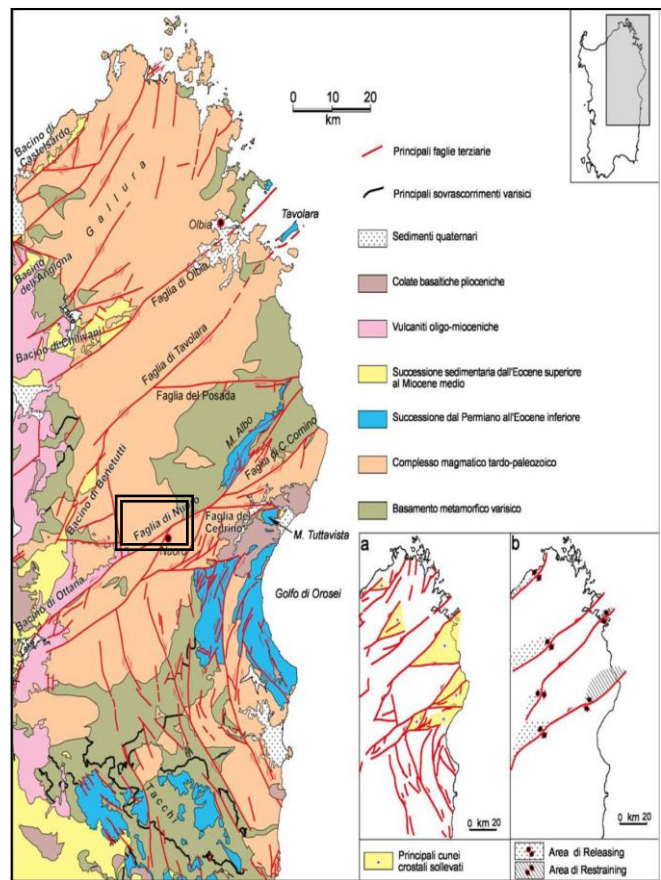


FIGURA 2.3 – Schema tettonico strutturale della Sardegna centro e nord-orientale che evidenzia le principali lineazioni trascorrenti terziarie (da Oggiano et

Il settore in studio, pur subendo un assestamento morfo-strutturale importante, in quanto è compreso tra una serie di faglie trascorrenti, fra le quali la più importante è la "*Faglia di Nuoro*", localizzata immediatamente a Sud del sito in studio, in virtù dell'attivazione di faglie ad orientamento variabile da N-S a NE-SW sino a E-W, con rigetti soprattutto orizzontali, non è stato comunque coinvolto in episodi di nuova sedimentazione marina come anche nel corso della fase tettonica estensionale tardo terziaria che porterà poi nel Pliocene alla formazione della fossa tettonica del Campidano. A quest'ultimo evento è invece da mettere in relazione un ulteriore riassetto morfostrutturale e di ringiovanimento orografico dovuto a numerose faglie dirette orientate NNW-SSE che ribassano a gradinata tutta la successione mesozoica e terziaria verso SW predisponendo la nuova morfologia all'azione erosiva della nuova rete di drenaggio delle acque superficiali. Nel corso del Quaternario, infatti il settore viene interessato esclusivamente dai fenomeni di rimodellamento indotti dalle variazioni del livello del mare dovute all'alternanza delle fasi glaciali e interglaciali del Pleistocene senza ulteriore strutturazione tettonica di rilievo.

### 2.3 Assetto litostratigrafico locale

I 15 aerogeneratori (WTG 001 ÷ WTG015) e la relativa viabilità di collegamento verranno realizzati in agro di Nuoro, immediatamente a nord dell'area industriale di Pratosardo, in un'area montuosa con quota media di circa 700 m s.l.m., posta in adiacenza all'agro di Orune. I luoghi sono scarsamente antropizzati e gli unici insediamenti sono rappresentati da aziende agricole, costituite principalmente da allevamenti bovini e ovini. Rispetto al contesto geologico e stratigrafico di tutto il settore della Barbagia contraddistinto da elevata complessità tettonico-strutturale, l'assetto geologico e litostratigrafico dell'area designata ad ospitare il parco è decisamente semplificato in quanto si limita di fatto ad un'unica tipologia di rocce e di conseguenza ad ampi settori monolitologici dai caratteri molto omogenei.

Il rilevamento geologico esteso ad un significativo intorno rispetto al sito di intervento ha evidenziato, infatti, la presenza di facies intrusive paleozoiche costituite dalle granodioriti monzogranitiche inequigranulari e, in settori limitrofi, da granodioriti tonalitiche. Si tratta di rocce massive, olocristalline generalmente inequigranulari, a grana medio-grossa e tessitura orientata, di colore variabile sui toni del grigio in funzione del grado di alterazione delle varie componenti mineralogiche che, nella parte corticale dell'ammasso roccioso assume colorazione giallastro-arancio per ossidazione.

Tale litotipo si ritrova prevalentemente in affioramento o al più a profondità generalmente limitate al metro, fino a circa 4 m nelle aree più depresse e nei fondovalle, anche sotto forma di blocchi o trovanti di dimensioni da centimetri che a metriche inglobate nei graniti arenizzati. La compagine rocciosa si presenta intensamente fratturata, con direzione prevalente N120 ed inclinazione sub-verticale.

Sui sistemi di fessurazione e fratturazione che caratterizzano gli affioramenti litoidi agiscono, infatti, processi di alterazione di tipo fisico e chimico che modificano le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche del materiale granitico.

Tali processi determinano una progressiva degradazione della roccia originaria, con conseguente formazione di una sovrastante zona di alterazione spesso di spessore superiore al metro, che può evolversi sino alla completa disgregazione della stessa.

Nonostante infatti la cartografia ufficiale risulti carente nella rappresentazione dei depositi di copertura del substrato roccioso e sebbene siano presenti ampi areali con roccia affiorante o subaffiorante, nella realtà dei luoghi è inequivocabile la presenza, confermata anche dall'osservazione delle foto aeree e dal sopralluogo effettuato, di una coltre eluvio-colluviale a granulometria da ghiaioso-sabbiosa a limo-argillosa di colore bruno rossastro, riconducibile per sintesi ad una sabbia addensata pur comunque risultando un lapideo fortemente alterato.

Si ritiene che il passaggio tra la coltre eluvio-colluviale e il sottostante substrato roccioso alterato e detensionato possa avvenire con gradualità. Il passaggio dal detrito incoerente ai granitoidi compatti avviene infatti attraverso termini litoidi caratterizzati da intensa fratturazione ed alterazione, che si presentano sotto forma di sabbione quarzoso-feldspatico da sciolto a mediamente addensato: più specificatamente trattasi di coltri mediamente poco potenti derivanti dal lento disfacimento delle rocce del substrato granitoidi, trasportate in prevalenza da acque di ruscellamento diffuso o discese per gravità.

In condizioni naturali il prodotto dell'alterazione del substrato, in relazione alla pendenza dei versanti ed alla copertura vegetale, in parte permane in situ ed in parte tende ad accumularsi nelle aree morfologicamente depresse, quali i compluvi. Tale litotipo denota una tessitura variabile, da macro a microcristallina, con differenti gradi di alterazione e fratturazione.

La presenza di elementi "clastici" con dimensioni variabili e che spesso si trovano inglobati all'interno e sulla superficie dei materiali in oggetto, hanno origine sempre e comunque dall'alterazione delle rocce granitoidi e dalla sua natura mineralogica e petrografica. Questi 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, a causa dei fenomeni di ossidazione, caratteristici, in particolare dei livelli più antichi.

Lo spessore della *facies* nell'area in studio, ricavata dal rilievo effettuato, dall'osservazione dei tagli stradali adiacenti ai settori di intervento, e da studi effettuati dalla scrivente in aree adiacenti a quella in studio, localizzate nella ZIR di Pratosardo, è variabile da pochi centimetri fino a spessori superiori al metro e localmente si spinge fino a profondità maggiori ma comunque non superiori ai 4 m. Il fenomeno interessa infatti in particolare le colline debolmente ondulate degradanti verso i fondovalle e le valli sospese, mentre nei versanti più acclivi, alle quote superiori, tale processo è stato meno intenso.

Una volta superato lo spessore submetrico di alterazione corticale, che verrà meglio definito in fase di progettazione definitiva mediante specifiche indagini geognostiche, è ragionevole ipotizzabile il rinvenimento di un livello litoide compatto, con proprietà litotecniche elevate ed ottimali caratteristiche di portanza e stabilità.

Il Quaternario–Attuale è rappresentato oltre che dai depositi eluvio-colluviali sopra descritti, anche da sedimenti alluvionali che caratterizzano i principali compluvi e corsi d'acqua: la loro natura rileva la netta prevalenza dei processi di alterazione e disgregazione chimica del substrato granitoidale rispetto ai processi fisicomecanici. Tali depositi non sono stati riscontrati in alcun sito di sedime degli aerogeneratori, che sono sempre localizzati nelle aree a quota più elevata, a debita distanza da alvei e compluvi.

Il vasto areale che ospiterà il parco, così come si evince dall'analisi delle foto aeree e dalla cartografia geologica esistente, è attraversato da un sistema di faglie trascorrenti sinistre con orientazione NE-SW: la presenza di queste strutture tettoniche originano a luoghi coltri fortemente arenizzate e metamorfosate: questi litotipi si generano in zone di faglia a livelli strutturali superficiali, tramite un processo di deformazione fragile consistente nella rottura della roccia madre in un insieme di grani che sono successivamente cementati dai fluidi circolanti nel sistema di fratture tipico delle zone di faglia, che presentano una forte e pervasiva mineralizzazione e scarsa o nulla scistosità.

Con le medesime orientazioni NE-SW dei lineamenti tettonici dell'area, si rinvencono una serie di filoni a differente chimismo: tali manifestazioni sono infatti da considerarsi un effetto diretto della tettonica connessa alla fase distensiva dell'Orogenesi Ercinica. Rappresentano infatti il prodotto del riempimento di fratture in rocce intrusive granitoidi per venuta di fluidi magmatici lungo le stesse e sono costituite da rocce di differente chimismo ma probabilmente riconducibili a corpi intrusivi derivanti da un'unica camera magmatica, per le analogie che esse presentano dal punto di vista classificativo e giaciturale. Tale corteo filoniano è costituito essenzialmente da filoni e stocks basaltici a serialità transizionale, di composizione basaltica olivinica e trachibasaltica, a struttura porfirica e da filoni e ammassi di micrograniti.

Di seguito viene richiamata sinteticamente la stratigrafia dell'ambito di intervento, che comprende il parco eolico i cavidotti e le cabine elettriche, a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia geologica edita dell'APAT [Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia]

Pertanto con diretto riferimento alla succitata carta di cui uno stralcio è rappresentato nella carta geologica fuori fascicolo (<https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche> con modifiche), partire dalle più recenti, nell'area vasta sono state distinte le seguenti unità:

- h1r** Depositi antropici costituiti da materiali di riporto (Attuale)
- ha** Manufatti antropici (Attuale).
- b** Depositi alluvionali (Olocene).
- ba** Depositi alluvionali costituiti da ghiaie da grossolane a medie (Olocene).
- b2** Coltri eluvio-colluviali costituiti da detriti immersi in matrice fine (Olocene).
- a** Depositi di versante costituiti da detriti angolosi, talora parzialmente cementati (Olocene).

---

|              |  |
|--------------|--|
| <b>bn</b>    | Depositi alluvionali terrazzati (Olocene).   |
| <b>PUZ</b>   | <i>Unità di Mandra Puzzones</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riolitico, saldati, a struttura eutaxitica (Burdigaliano).  |
| <b>ZAV</b>   | <i>Unità di Nuraghe Zavos</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riolitico, saldati, a tessitura eutaxitica (Burdigaliano).  |
| <b>OTL</b>   | <i>Unità di Orotelli</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, debolmente saldati, a chimismo riolodacitico, pomiceo-cinertici, con strutture vitroclastiche (Aquitano? – Burdigaliano).                                     |
| <b>ICO</b>   | <i>Arenarie di Riu Bicole</i> – Arenarie e conglomerati eterometrici a matrice argillosa e sabbiosa con ricca componente vulcanoclastica, in facies fluviale e fluvio-deltizia (Chattiano – Aquitano).   |
| <b>fb</b>    | Filoni basaltici a serialità transizionale, di composizione basaltica olivina e trachibasaltica, a struttura porfirica tessitura intersertale-ofitica (Carbonifero superiore – Permiano).  |
| <b>fq</b>    | Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite, con solfuri metallici (Carbonifero superiore – Permiano).  |
| <b>ap</b>    | Filoni e ammassi aplitici (Carbonifero superiore - Permiano).  |
| <b>mg</b>    | Filoni e ammassi di micrograniti (Carbonifero superiore - Permiano).   |
| <b>OSCe</b>  | <i>Facies Bultei (Unità Intrusiva di Sos Canales)</i> – Leucograniti a due miche, a grana medio-fine, equigranulari, talora porfirici (Carbonifero superiore – Permiano).  |
| <b>OSCa</b>  | <i>Facies Punta Gomoretta (Unità Intrusiva di Sos Canales)</i> – Graniti a cordierite, andalusite e muscovite, a grana media, inequigranulari e porfirici (Carbonifero superiore – Permiano).  |
| <b>OBN1b</b> | <i>Facies Caparedda – Subunità intrusiva di Su Redentore – Unità Intrusiva di Monte Ortobene</i> – Monzograniti biotitici, raramente anfibolici, a grana medio-grossa, inequigranulari e tessitura orientata (Carbonifero superiore – Permiano). |
| <b>ORGb</b>  | <i>Facies Monte Locoe (Unità Intrusiva di Orgosolo)</i> – Granodioriti monzogranitiche grigie, a grana media, moderatamente equigranulari e tessitura orientata (Carbonifero superiore – Permiano).  |
| <b>BTUb</b>  | <i>Facies Orune (Unità Intrusiva di Benetutti)</i> – Granodioriti monzogranitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari e tessitura orientata (Carbonifero superiore – Permiano).   |
| <b>BTUa</b>  | <i>Facies Nule (Unità Intrusiva di Benetutti)</i> – Granodioriti tonalitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari e tessitura orientata (Carbonifero superiore – Permiano).  |
| <b>BLA2c</b> | <i>Facies S'Argustariu (Subunità intrusiva di Monte Isalle – Unità Intrusiva di Monte San Basilio)</i> – Granodioriti monzogranitiche a biotite e muscovite (Carbonifero superiore – Permiano).  |
| <b>BLA2b</b> | <i>Facies Ponte S'Archimissa (Subunità intrusiva di Punta Biriai – Unità Intrusiva di Monte San Basilio)</i> – Monzograniti a due miche e cordierite, a grana medio-fine (Carbonifero superiore – Permiano).                                     |
| <b>BSAb</b>  | <i>Facies Santa Restituta (Unità Intrusiva di Bono)</i> – Tonaliti e granodioriti tonalitiche, biotitico-anfiboliche, a grana media, tessitura marcatamente orientata (Carbonifero superiore – Permiano).  |
| <b>NUO1</b>  | <i>Subunità intrusiva di Ottana (Unità Intrusiva di Nuoro)</i> – Tonaliti e granodioriti tonalitiche, anfibolico-biotitiche, grigio-scure, a grana media (Carbonifero superiore – Permiano).   |
| <b>NOL</b>   | <i>Unità Intrusiva di Nuraghe Ola</i> – Tonaliti e granodioriti tonalitiche, a grana media, equigranulari e tessitura marcatamente foliata (Carbonifero superiore – Permiano).   |

---





Figura 2.3 – Rocce granitoidi afferenti all'Unità di Intrusiva di Benetutti, Facies Orune [BTUb].



## 2.4 Stratigrafia dei terreni di fondazione

L'assetto geologico e litostratigrafico dei siti designati per gli aerogeneratori è sostanzialmente omogeneo, in quanto si limita di fatto ad un solo tipo litologico che rappresenta il substrato su cui poggia anche buona parte della locale viabilità di penetrazione agraria ed interpoderale e sulla quale andranno posti i cavidotti e le fondazioni degli aerogeneratori.

Sulla base delle ricostruzioni eseguite durante i sopralluoghi e da dati estrapolati da studi in aree contermini con analoghe caratteristiche geologiche e geotecniche, si evince la diffusa presenza del basamento monzogranitico, 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.

In genere a tali sedimenti, in funzione della configurazione piano altimetrica e della evoluzione morfodinamica dei luoghi, si associano anche altri depositi costituenti la coltre detritica dei pendii formata da elementi clastici monogenici e poco o per niente elaborati di dimensioni variabili derivanti da fenomeni gravitativi di vario tipo (crollo, ribaltamento, scoscendimento etc.) avvenuti in passato.

Schematicamente, la sequenza stratigrafica può essere ricondotta alla sovrapposizione dei seguenti strati a partire dal più recente:

- A Suoli e terre brune
- B Sabbione arcosico eluvio-colluviale
- C Basamento granitoide

### A – Suoli e terre brune

Spessore min 0,10 m

Spessore max 0,70 m

Terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore bruno, con composizione perlopiù sabbioso-limosa e localmente argillosa, poco o moderatamente consistenti, a componente organica.

Derivano dall'alterazione spinta dei graniti.

### B – Sabbione arcosico eluvio-colluviale

Spessore min 0,20 m

Spessore max 2,00 – 3,00 m

Si presenta sotto forma di un sabbione quarzoso feldspatico da sciolto a mediamente addensato, derivante dall'alterazione delle sottostanti formazioni granitiche litoidi ("granitoidi arenizzati").

## C – Basamento granitoide

Spessore plurimetrico

Il basamento locale è rappresentato da granodioriti monzogranitiche in affioramenti litoidi compatti localmente fratturati e talvolta in ammassi isolati e parzialmente inglobati in depositi ghiaioso-sabbiosi derivanti dall'alterazione in posto delle medesime litologie.

Indagini effettuate per altre iniziative edilizie nelle vicinanze hanno riscontrato livelli litoidi fortemente fratturati per profondità non superiori a 4,00 m.

Per maggiore chiarezza e dettaglio, si rimanda alle schede descrittive in appendice, ove sono illustrate le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni di sedime e le informazioni tecniche necessarie ed operative per la progettazione in sicurezza.

### 2.5 Assetto idrogeologico

I terreni di sedime che ospiterà il parco eolico in parola possono considerarsi da debolmente permeabili a impermeabili: in generale, sono costituiti da una formazione superficiale per lo più di tipo sabbioso-argillosa e limosa, alla quale seguono le granodioriti monzogranitiche. La permeabilità dei graniti inalterati subaffioranti è da ritenersi molto scarsa in quanto legata alla fratturazione che può consentire un modesto immagazzinamento d'acqua soltanto nell'immediata prossimità della superficie dove le fratture sono allentate, mentre in profondità, dove sono molto più serrate, queste svolgono un ruolo del tutto trascurabile.

In definitiva, l'unica formazione permeabile è costituita dai prodotti di smantellamento e alterazione delle rocce granitoidi, ovvero i terreni superficiali ed i depositi eluviali e colluviali la cui porosità, dai dati di letteratura, è dell'ordine del 25%.

Una certa importanza nell'immagazzinamento idrico e nella canalizzazione locale riveste infine lo strato di granito fortemente alterato con fratture piuttosto allentate, situato immediatamente sotto le coltri detritiche eluvio-colluviali.

In base alle diverse caratteristiche di permeabilità delle formazioni, si possono quindi distinguere tre classi, di seguito descritte:

- I. PERMEABILITÀ BASSA perlopiù per fessurazione (acquiferi monofalda  $10^{-5} < k < 10^{-8}$  cm/s) ed interessa settori ove la roccia è affiorante o subaffiorante.
- II. PERMEABILITÀ MEDIO BASSA con drenaggio da lento ad impedito e substrato permeabile per fratturazione a modesta profondità (acquiferi multifalda). La circolazione dell'acqua avviene quindi sia nei livelli più superficiali, all'interno delle deboli coperture paleozoiche arenizzate e depositi eluviali sabbiosi (acquifero poroso  $10^{-3} < k < 10^{-6}$  cm/s), che in profondità nel livello sottostante più integro, attraverso il sistema di fratture (acquifero fessurato  $k < 10^{-6}$  cm/s).

- III. PERMEABILITÀ ALTA prevalentemente per porosità, in corrispondenza delle principali vie di drenaggio delle acque superficiali e sotterranee, in particolare i depositi antropici e quelli eluviali e colluviali, sabbiosi, sabbioso limosi e limoso sabbiosi, con  $10^{-4} < k < 10^{-7}$  cm/s.

Il complesso intrusivo delle granodioriti costituisce litologicamente il più basso grado di impermeabilità, ma al contempo, per l'elevata percentuale di faglie e fratture, una zona di ricarica nella complessa circolazione delle acque nel sottosuolo. Il massimo grado di permeabilità, infatti, si riscontra laddove le rocce sono intensamente fessurate ed infatti le falde produttive si intercettano generalmente a profondità medie, in corrispondenza dei livelli litoidi fratturati. Sono alimentate dalla circolazione idrica profonda proveniente dai rilievi e dai flussi idrici superficiali connessi con le falde di subalveo.

Dall'analisi effettuata nell'area del parco ed in un suo adeguato intorno, le sorgenti alimentate dall'unità idrogeologica intrusiva sono esigue e limitate a poche fontane localizzate unicamente in prossimità degli alvei principali e dei compluvi che in esso confluiscono. Tali emergenze risultano localizzate a debita distanza dai siti individuati per la posa degli aerogeneratori, per cui si esclude qualsiasi interferenza fra questi ultimi ed il regime idrico sotterraneo. Al momento non si hanno dati sulle portate ma si presuppone che esse siano molto basse ed a regime stagionale.

Considerati gli esili spessori ed i caratteri di discontinuità della copertura detritica olocenica, di natura sostanzialmente eluviale, si esclude anche la possibilità di formazione di accumuli idrici di tipo freatico degni di nota se non quelli strettamente legati all'infiltrazione delle acque zenitali in occasione di precipitazioni abbondanti. Non si esclude altresì la possibilità di una circolazione idrica più profonda, in particolare entro l'ammasso roccioso granitico fratturato sottostante, favorita dai fenomeni da particolari condizioni del reticolo di discontinuità (ad esempio zona intersezione tra fasce di fratturazione molto fitta o faglie estensionali), del tutto ininfluyente per gli obiettivi del presente lavoro.

Alla luce di quanto evidenziato si può quindi ragionevolmente escludere la presenza di una circolazione idrica sotterranea nell'area di intervento perlomeno alle profondità di progetto per la realizzazione delle opere fondali degli aerogeneratori per cui gli scavi avverranno senza interazione alcuna con flussi idrici interni all'ammasso roccioso.

Di seguito vengono descritte sinteticamente le classi di permeabilità dei terreni affioranti nel settore di intervento, con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia idrogeologica (consultabile dal geoportale della Sardegna <https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>):

### **Permeabilità alta per porosità**

- h1r** Depositi antropici costituiti da materiali di riporto (Olocene).
- b** Depositi alluvionali (Olocene).
- ba** Depositi alluvionali costituiti da ghiaie da grossolane a medie (Olocene).
- bn** Depositi alluvionali terrazzati (Olocene).

**Permeabilità medio-alta per porosità**

- b2** Coltri eluvio-colluviali costituiti da detriti immersi in matrice fine (Olocene).
- a** Depositi di versante costituiti da detriti (Olocene).
- ICO** *Arenarie di Riu Bicole* – Arenarie e conglomerati eterometrici, poligenici a matrice argillosa e sabbiosa (Chattiano – Aquitaniano).

**Permeabilità bassa per fratturazione**

- ha** Depositi antropici formati da manufatti antropici (Olocene).
- OTL** *Unità di Orotelli* - Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riodacitico, pomiceo-cineritici (Aquitaniano? – Burdigaliano).
- fb** Filoni basaltici (Carbonifero superiore – Permiano).
- fq** Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite, con solfuri metallici (Carbonifero superiore – Permiano).
- ap** Filoni e ammassi aplitici (Carbonifero superiore – Permiano).
- mg** Filoni e ammassi di micrograniti (Carbonifero superiore – Permiano).

**Permeabilità medio-bassa per fratturazione**

- PUZ** *Unità di Mandra Puzzones* – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica (Burdigaliano).
- ZAV** *Unità di Nuraghe Zavos* – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, (Burdigaliano).
- OSCe** *Facies Bultei (Unità Intrusiva di Sos Canales)* – *Leucograniti* a due miche, a grana medio-fine (Carbonifero superiore – Permiano).
- OSCa** *Facies Punta Gomoretta (Unità Intrusiva di Sos Canales)* – Graniti a cordierite, andalusite e muscovite (Carbonifero superiore – Permiano).
- OBN1b** *Facies Caparedda (Subunità intrusiva di Su Redentore – Unità Intrusiva di Monte Ortobene)* – Monzograniti biotitici, a grana medio-grossa (Carbonifero superiore – Permiano).
- ORGb** *Facies Monte Locoe (Unità Intrusiva di Orgosolo)* – Granodioriti monzogranitiche grigie, a grana media, (Carbonifero superiore – Permiano).
- BTUb** *Facies Orune (Unità Intrusiva di Benetutti)* – Granodioriti monzogranitiche, biotitiche, a grana medio-grossa (Carbonifero superiore – Permiano).
- BTUa** *Facies Nule (Unità Intrusiva di Benetutti)* – Granodioriti tonalitiche, biotitiche, a grana medio-grossa (Carbonifero superiore – Permiano).
- BLA2c** *Facies S'Argustariu (Subunità intrusiva di Monte Isalle - Unità Intrusiva di Monte San Basilio)* - Granodioriti monzogranitiche a biotite e muscovite, a grana grossa (Carbonifero superiore – Permiano).
- BLA2b** *Facies Ponte S'Archimissa (Subunità intrusiva di Punta Biriari – Unità Intrusiva di Monte San Basilio)* – Monzograniti a due miche e cordierite, a grana medio-fine (Carbonifero superiore – Permiano).
- BSAb** *Facies Santa Restituta (Unità Intrusiva di Bono)* – Tonaliti e granodioriti tonalitiche, biotitico-anfiboliche, a grana media (Carbonifero superiore – Permiano).
- NUO1** *Subunità intrusiva di Ottana (Unità Intrusiva di Nuoro)* – Tonaliti e granodioriti tonalitiche, anfibolico-biotitiche, grigio-scure, a grana media (Carbonifero superiore – Permiano).
- NOL** *Unità Intrusiva di Nuraghe Ola* – Tonaliti e granodioriti tonalitiche, a grana media (Carbonifero superiore – Permiano).



## 2.6 Assetto morfologico e idrografico

L'evoluzione paesaggistica dell'area è stata determinata dalla diffusa alterazione delle litologie granitiche, a seguito delle condizioni di continentalità che, sul finire del Paleozoico, interessarono tutta la Sardegna determinando una generale erosione dei maggiori rilievi, con la formazione di estese superfici peneplanate, prive di creste molto elevate, ma con valli e pendii degradanti dolcemente.

L'impianto in progetto si svilupperà in una vasta area montuosa a morfologia debolmente acclive con altitudine media di 700 m s.l.m. e quote massime che non superano gli 800 m s.l.m. I rilievi granitici di Nuoro e dei territori limitrofi sono, infatti, interessati da processi morfodinamici legati soprattutto all'azione erosiva delle acque superficiali, che da un lato determinano un generale addolcimento della morfologia originaria e dall'altro, soprattutto alle quote più elevate, producono processi di denudazione.

Nella fascia di raccordo tra i versanti ed i settori orograficamente più depressi, in luogo dei granitoidi si rinvengono alluvioni e/o sabbie limo-argillose.

Le plutoniti presenti diffusamente in tutta l'area in progetto subiscono tuttora processi di alterazione chimico-fisici superficiali che favoriscono il modellamento dei rilievi e conseguentemente la generazione, nei fondovalle, di accumuli detritici a matrice prevalentemente sabbiosa: il risultato dell'alterazione è un sabbione granitico che costituisce il riempimento delle aree depresse dove si sono originati suoli e quel livello di alterazione che viene chiamato "regolite".



Figura 2.4 – Rappresentazione 3D su base satellitare che evidenzia l'assetto morfologico dell'area di alta collina nel quale verranno realizzati gli aerogeneratori (estratto da Google Earth 2020).

Nell'evoluzione del paesaggio hanno avuto un considerevole ruolo anche i movimenti di sollevamento del territorio che si sono manifestati dal tardo Terziario. Questi moti hanno portato a quote più elevate le cime e le parti in rilievo, favorendo in tal modo l'asportazione delle coperture regolitiche e dei sabbioni silicei dalle sommità e dai fianchi dei versanti. Come conseguenza di queste dinamiche, le porzioni di basamento granitico ancora sane e inalterate hanno formato piccoli rilievi rotondeggianti.

Le principali forme del rilievo originatisi dai processi sopra descritti sono rappresentate da forme residuali, quali inselberg, picchi rocciosi, cupole, filoni emergenti per morfoselezione, separati da ampie vallate a quote più basse, spesso raccordate tra di loro da superfici a deboli ondulazioni con sottili coperture eluvio-colluviali derivanti dall'evoluzione pedogenetica del substrato graniticoide alterato e/o arenizzato a cui, non di rado, si sono sommati apporti detritici dei versanti soggetti a spianamento. Si tratta di aree in cui l'alterazione chimica dei graniti interessa spessori consistenti del substrato roccioso e talvolta sono interrotte da ripide scarpate e vallecole create dalle incisioni fluviali.

Le quote più elevate, procedendo da ovest verso est, sono rappresentate da:

- ⇒ *Nodu 'e Sa Pura* (461 m s.l.m.) circa 650 m ad ovest del sito **WTG001**, il quale è localizzato poco più a nord di *Nuraghe Nurdole*, (686,7 m s.l.m.), in località "*Muscadorgia*" in un'area debolmente acclive, adiacente a piccoli ed isolati picchi rocciosi;
- ⇒ *S'Ortulu Nieddu* (706 m s.l.m.) in prossimità del sito nel quale verrà posizionato **WTG005**;
- ⇒ *Punta e Mazonzo* (768 m s.l.m.) in prossimità dei siti nei quali verranno posizionati **WTG004** e **WTG006**;
- ⇒ *Nodu e Godurbio* (827 m s.l.m.) il rilievo a quota maggiore rilevato nel settore, localizzato nel settore centrale del parco eolico e contornato dagli aerogeneratori **WTG007+012**.

Altri alti strutturali rilevati nel settore sono *Punta Preda d'Attario* (673 m s.l.m.), *Nuraghe S'Abba viva* (725 m s.l.m.), *Nuraghe de Orizonne* (677 m s.l.m.) in prossimità del sito di sedime dell'aerogeneratore WTG 013.

Sulla base dei rilievi effettuati è possibile affermare che la morfologia del sito che ospiterà il parco fotovoltaico è complessivamente dolce in virtù della natura degli affioramenti e dell'esiguità esigua copertura eluviale, con sporadica presenza di affioramenti litoidi isolati. In considerazione anche delle modeste acclività ( $\leq 10\%$ ), non si ravvisano condizioni predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia.

L'assetto geomorfologico suddetto determina ottimali condizioni di stabilità gravitativa dei luoghi; l'area, infatti, risulta stabile e non sono stati rilevati processi gravitativi o morfogenetici in grado di interessare l'area in oggetto.

Inoltre, per i dislivelli e le distanze dai corsi d'acqua a monte e a valle, sono da escludere interferenze tra la dinamica fluviale e la zona di interesse.

Non si prevede altresì che l'evoluzione morfodinamica naturale dei luoghi possa in qualche modo compromettere la funzionalità delle opere per dissesti di tipo idraulico in quanto il sito è scevro da potenziali elementi di pericolosità da inondazione/allagamento.



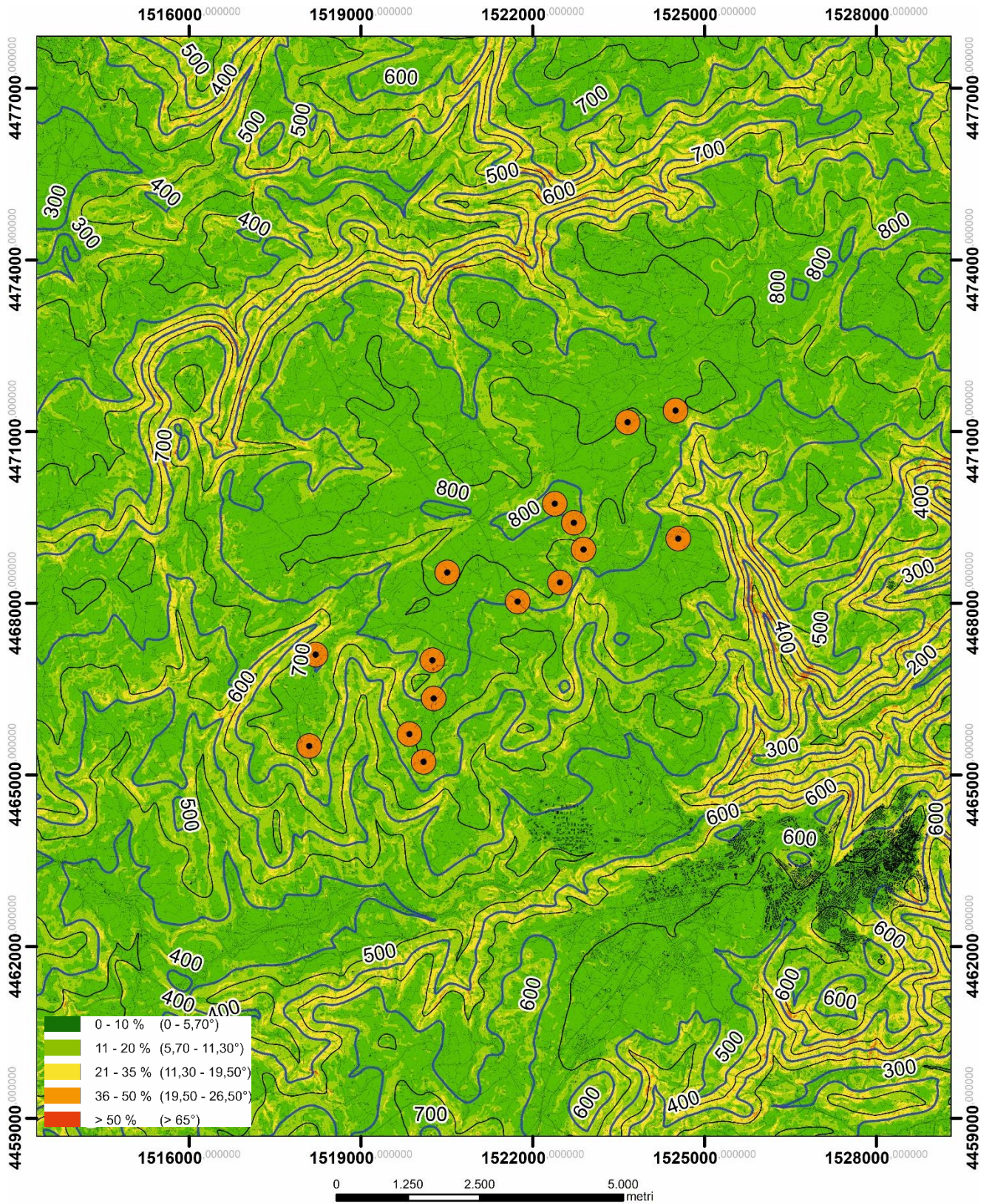


Figura 2.5 – Carta dell'acclività.



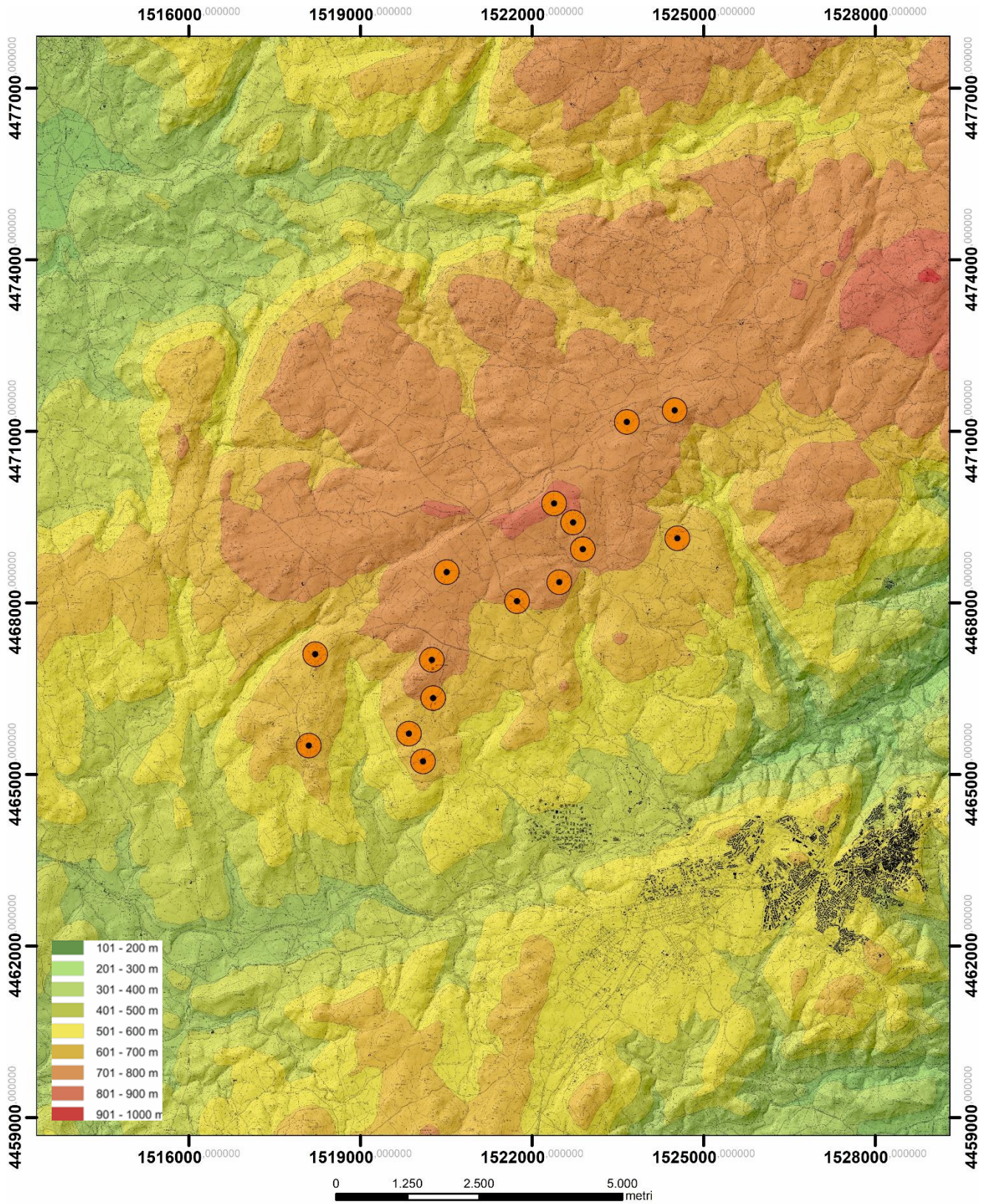


Figura 2.6 – Carta delle altimetrie



## 2.7 Assetto idrografico

L'esame della rete idrografica locale rivela come l'andamento e la forma dell'alveo dei corsi d'acqua, risentano delle caratteristiche tettoniche e, soprattutto, di quelle litologiche. Il controllo strutturale viene evidenziato da variazioni improvvise della direzione di scorrimento di alcuni corsi d'acqua, in corrispondenza di faglie tettoniche; il reticolo infatti è di tipo sub-dendritico, con un controllo tettonico dei rami fluviali principali che si raccordano fra di loro formando spesso angoli di 90°.

Inoltre, i corsi d'acqua impostati su litotipi francamente litoidi si presentano poco sviluppati ed a basso grado di gerarchizzazione, mentre i compluvi e i rami fluviali secondari impostati sui depositi terrigeni presentano un reticolo più sviluppato ed una configurazione che può essere definita dendritica.

La circolazione superficiale è prevalentemente limitata a fenomeni di ruscellamento superficiale che si manifestano in occasione degli intensi eventi pluviometrici e da aree di drenaggio, orientate lungo le linee tettoniche principali. I modesti avvallamenti nel terreno sono colmati dalle acque meteoriche che, in corrispondenza di eventi pluviometrici di grande intensità, formano dei piccoli bacini di ristagno.

L'idrologia generale è piuttosto semplice e presenta, nel suo complesso, una bassa densità di drenaggio.

I corsi d'acqua principali del territorio in studio, ad andamento NO-SE sono rappresentati, procedendo da ovest verso est da:

- *Rio Nurdole*, che assume questa denominazione nel suo tratto a monte, mentre in quello terminale diventa *Rio Su Lidone*; immediatamente prima di confluire, nel territorio di Pratosardo, nel *Rio Funtana Gasones*;
- *Rio Surusunele*, che prende origine a Nord del settore, in prossimità del sito di sedime **WTG002**;
- *Rio Salavrìche*, che prende origine a Nord del settore, in prossimità del sito **WTG007**;
- *Rio Funtana Gasones*, che prende origine, in Località Sa e' Luisa, ad una quota di circa 800 m s.l.m., in prossimità dei siti di sedime degli aerogeneratori **WTG008**, **WTG010**, **WTG011** e **WTG012**.

Quest'ultimo corso d'acqua, che nel suo tratto iniziale presenta un andamento circa NW-SW, in prossimità della ZIR di Pratosardo assume un andamento circa E-W, diventando recapito finale dei corsi d'acqua sopra descritti

Tutti gli alvei del settore, incisi nelle rocce granitoidi, presentano modeste coperture detritiche alluvionali.

Come nel resto dell'Isola, i corsi d'acqua rilevati nel settore hanno carattere torrentizio: scorrono impetuosi nelle stagioni piovose e sono asciutti durante la stagione estiva ed in gran parte di quella autunnale: a punte massime invernali, corrispondono forti minimi estivi.

Le precipitazioni medie sono scarse e irregolari, pari a circa 500-800 mm/anno, con piogge concentrate generalmente nel periodo invernale, prevalentemente nel mese di dicembre, e dalle cosiddette precipitazioni



di rilievo, che si scaricano con intensità e volumi idrici maggiori sulle aree di montagna limitrofa a quella che ospiterà il parco.

In conseguenza di tale regime pluviometrico, tutti i corsi d'acqua minori vanno in secca in superficie nella stagione estiva, mentre persiste il deflusso di subalveo. I corsi d'acqua maggiori, in quanto collettori, hanno un regime più costante. Tuttavia, grazie alla stabilità geomorfologica dei loro bacini ed ai caratteri del substrato litoide, la torrenzialità non produce fenomeni franosi che coinvolgono grandi masse rocciose o terrose.

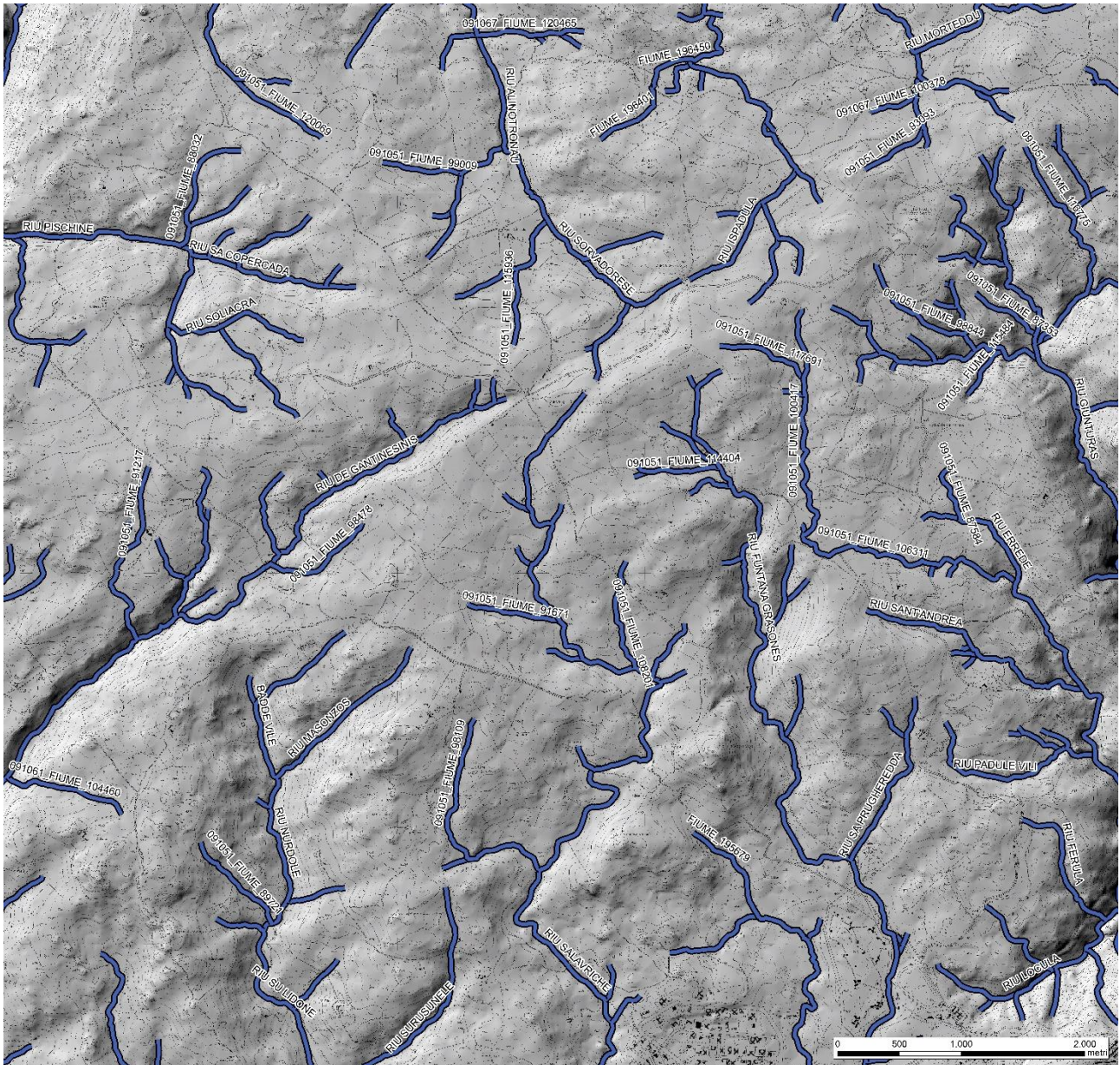


Figura 2.7 – Reticolo idrografico dell'area vasta.





Figura 2.8 – Immagine satellitare che evidenzia il particolare delle incisioni fluviali in corrispondenza dell'alveo del Rio Nurdole In Località "Funtana Amenta" (estratto da Google Earth 2020).

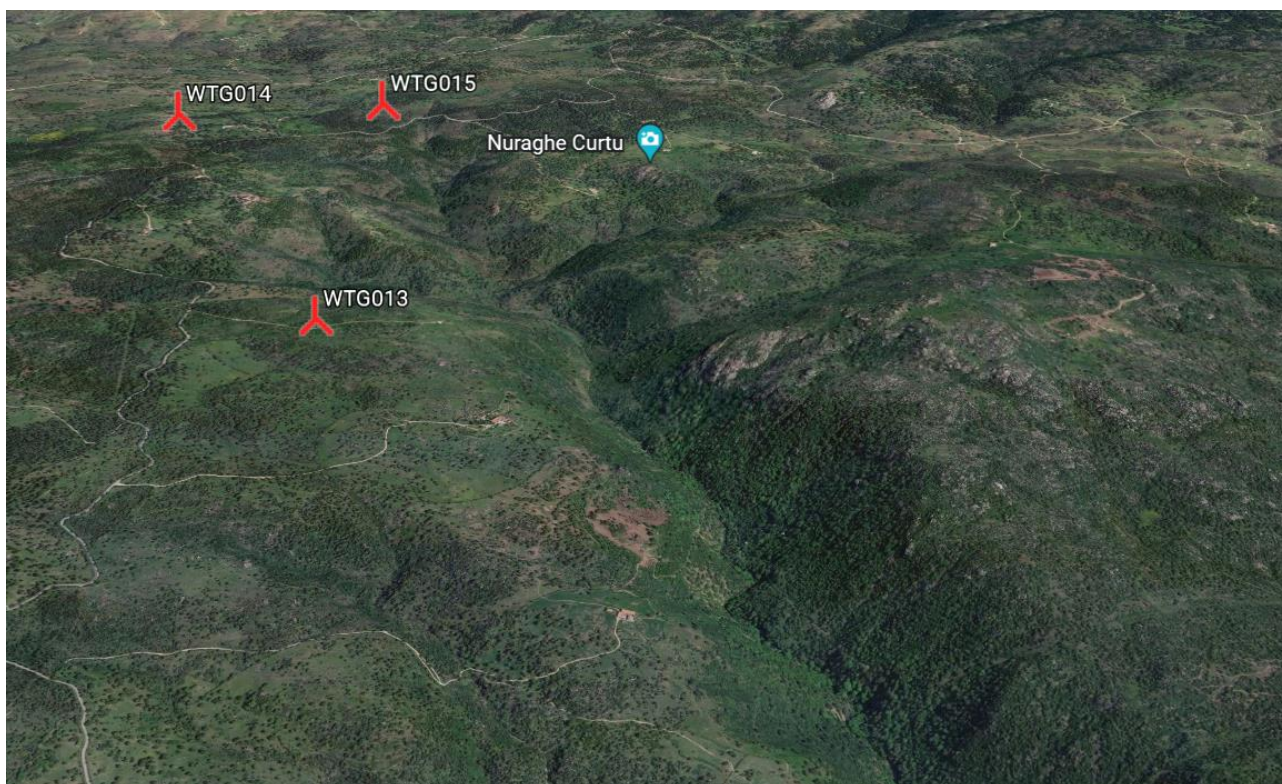


Figura 2.9 – Immagine satellitare che evidenzia il particolare delle incisioni fluviali in corrispondenza dell'alveo del "Rio Giunturas" che a valle prende il nome di "Riu de sa Rubaria" (estratto da Google Earth 2020).

## 2.8 Uso del suolo

La conformazione morfologica del settore di intervento che, nonostante le quote di bassa montagna, vede estese superfici subpianeggianti o in debolissima pendenza, ha favorito un importante utilizzo antropico dei luoghi che in passato (soprattutto gli ultimi secoli), ha notevolmente condizionato la conservazione della copertura vegetazionale originaria.

Infatti, pur essendo ancora presenti, soprattutto in settori contermini a quella in studio, areali nei quali viene preservato il bosco lecci e sugherete (soprattutto nei versanti delle valli molto incise del locale reticolo idrografico), che rappresentano un importante fonte economica locale, e vi siano vaste aree a macchia mediterranea in evoluzione, per il resto l'impronta dell'uomo ha segnato in modo sostanziale l'attuale utilizzo del suolo ai fini soprattutto agropastorali.

Accanto ai lecci e alle sugherete, spesso utilizzate come pascolo, risulta evidente l'utilizzo dei suoli agricoli locali per coltivazioni foraggere non irrigue, associate alle ad aree a pascolo, che sono prevalenti.

Altre aree vegetate con specie autoctone costituiscono ciò che rimane della originaria copertura, variamente degradata da incendi, sovra-pascolo, disboscamenti e decespugliamenti e ora in fase di lenta ricrescita.

## 2.9 Aspetti pedologici

I suoli formati sui graniti, che si sono osservati nel sito in studio, a copertura della formazione litoide e dei depositi eluviali derivanti dalla loro alterazione, sono "*inceptisuoli*", a profilo A-Bw-Cr ed A-Cr.

Laddove si riscontrano suoli più profondi alla base dei versanti e soprattutto sulle formazioni colluviali, si hanno profili di tipo A-Bt-C. Sulla base di quanto rilevato in occasione dei rilievi effettuati in situ, sono sempre poco profondi (max 20-30 cm) e spesso con tratti di roccia affiorante. La tessitura va da sabbioso-franca a franco-sabbioso-argillosa; la struttura è poliedrica subangolare e grumosa; la permeabilità è generalmente normale, mentre l'erosibilità è elevata.

Riguardo i caratteri chimico-nutrizionali, la reazione varia da sub-acida ad acida. Il contenuto di sostanza organica varia da elevato sotto copertura boschiva o della macchia e negli orizzonti di superficie, a medio nelle aree a pascolo o coltivate, che sono quelle prevalenti nel settore di intervento.

Gli usi attuali di questi suoli sono rappresentati, nel settore in esame, dalla macchia mediterranea e dal pascolo. Le limitazioni d'uso riguardano, a tratti, rocciosità e pietrosità elevate, la scarsa profondità e l'eccesso di scheletro nel profilo, oltre al forte pericolo di erosione.



### 3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

#### 3.1 Sismicità storica del sito

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

Nella tabella della **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riportati i parametri analizzati in questa sede relativi a tutti i terremoti di interesse per la Sardegna.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15, consultabili dal sito web "DBMI15", per l'Isola non sono registrati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius. I terremoti più significativi (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania).

Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001) è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola. Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco a Ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità.

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



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

Figura 3.1 - Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1610 al 1948 (estratto da Meletti et al., 2020).

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

Figura 3.2 - Tabella dei sismi registrati in Sardegna dal 1948 al 2012 (estratto da Meletti et al., 2020).

Per quanto attiene il sito specifico, 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  $\geq 5$  o con magnitudo ( $M_w$ )  $\geq 4$  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  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nel periodo 1000-2020.

L'archivio non indica alcun evento con epicentro nel Comune di Nuoro.

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

di cumulo per le diverse scosse di questa breve sequenza.

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

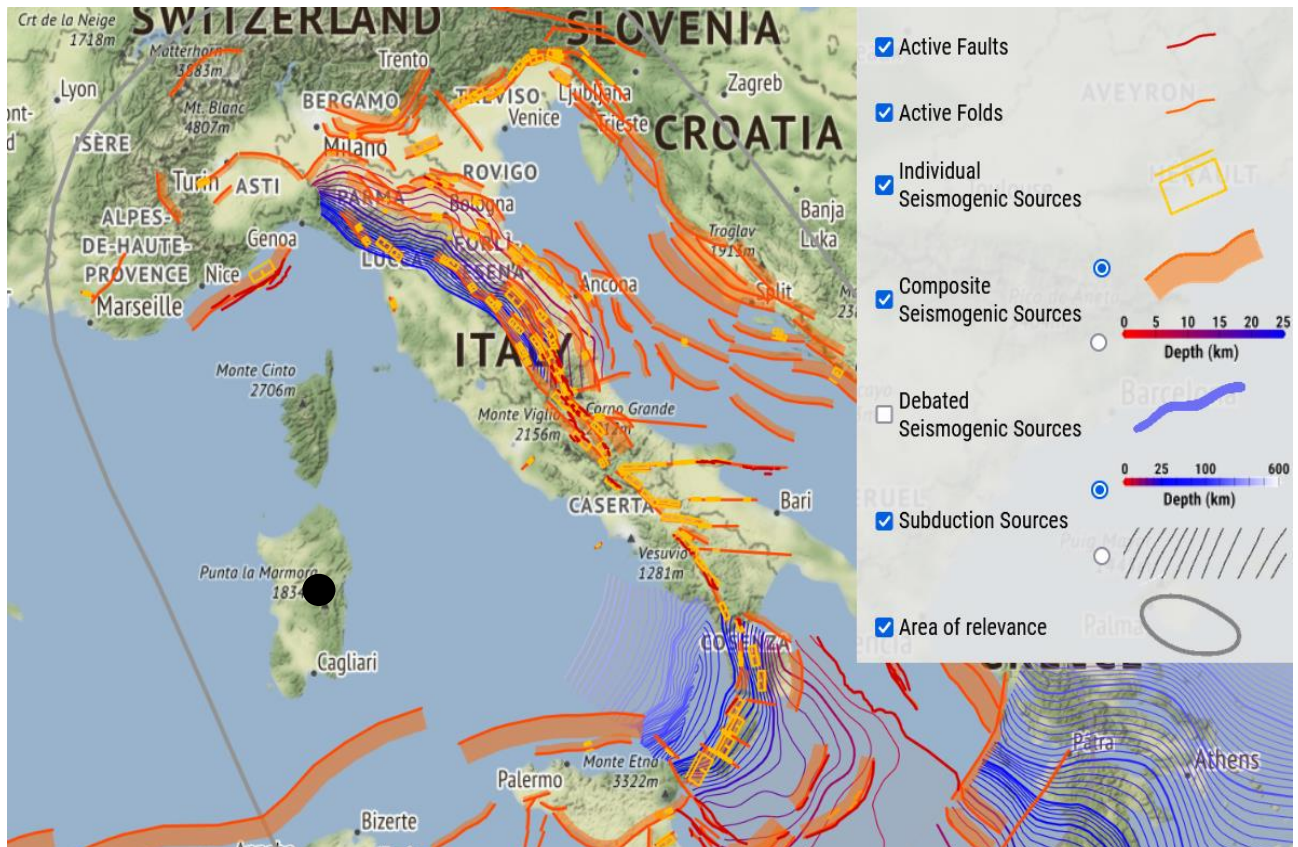


Figura 3.3 – Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con  $M > 5,5$  rispetto all'area di intervento (estratto da DISS Working group 2021, Database of Individual Seismogenic Sources ver. 3.3.0., <https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html>).

### 3.2 Classificazione sismica

Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali, ovvero dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*», entrata in vigore dal 25.10.2005 in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle «*Norme Tecniche per le Costruzioni*» e dalla successiva O.P.C.M. n. 3519/2006 che ha lasciato facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica in zona 4.



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

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

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

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

### 3.3 Pericolosità sismica

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

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

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

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

- $a_g = 0,500$
- $F_0 = 2,88$
- $T_C^* = 0,34$

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

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

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

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

### 3.4 Categoria di sottosuolo

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

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

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

essendo:

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

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

$N$  = numero di strati,

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

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

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



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

Seppur senza il conforto di riscontri sperimentali diretti se non riferibili a contesti geologici analoghi, la presenza del substrato roccioso sub affiorante o sotto copertura di uno strato detritico di spessore sub-metrico consente di adottare una *categoria di sottosuolo di tipo "A"*.

## 4 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

### 4.1 Pericolosità sismica

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

### 4.2 Pericolosità idrogeologica

L'assetto idrogeologico del settore è contraddistinto dall'affioramento di rocce granitoidi ove, in conseguenza della bassa permeabilità per fratturazione, i flussi idrici si instaurano a profondità pluridecametriche.

La coltre detritica superficiale, a causa dei suoi modesti spessori e delle caratteristiche granulometriche è poco recettiva ad ospitare una falda freatica. In conseguenza per le previste quote di progetto, non sussistono i presupposti affinché le opere possano influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

### 4.3 Subsidenza

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

Non sono noti nell'area sink-hole o altre tipologie di subsidenza naturale. Analogamente, non si è a conoscenza di abbassamenti del suolo provocati dallo sfruttamento delle falde acquifere.

### 4.4 Pericolosità idraulica

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

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

L'intervento non è quindi ricompreso in zona a rischio idraulico, per cui non si rende necessaria la redazione del relativo studio di compatibilità idraulica.



#### 4.5 Pericolosità da frana

L'assetto geologico e morfologico dei luoghi di intervento determina anche ottimali condizioni di stabilità gravitativa dei luoghi. Infatti, l'area di bassa montagna nel quale verrà realizzato l'impianto eolico presenta generalmente pendii a debole acclività, con profilo dolce e arrotondato, in virtù della diffusa presenza delle coperture detritiche eluvio-colluviali. I siti designati per ospitare gli aerogeneratori, i cavidotti interrati e la relativa viabilità di collegamento, sono sostanzialmente tabulari o debolmente acclivi ed esenti da fattori predisponenti a pericolo per frana.

A suffragio di quanto, la carta della pericolosità da frana del PAI secondo la perimetrazione di cui all'art. 8 comma 2 richiamata in Figura 4.1, indica che l'areale designato per ospitare il parco eolico ricade in area a bassa pericolosità da frana (Hg1), ad eccezione degli aerogeneratori WTG009 e WTG013 scervi da potenziali franosi in atto o potenziali (Hg0).

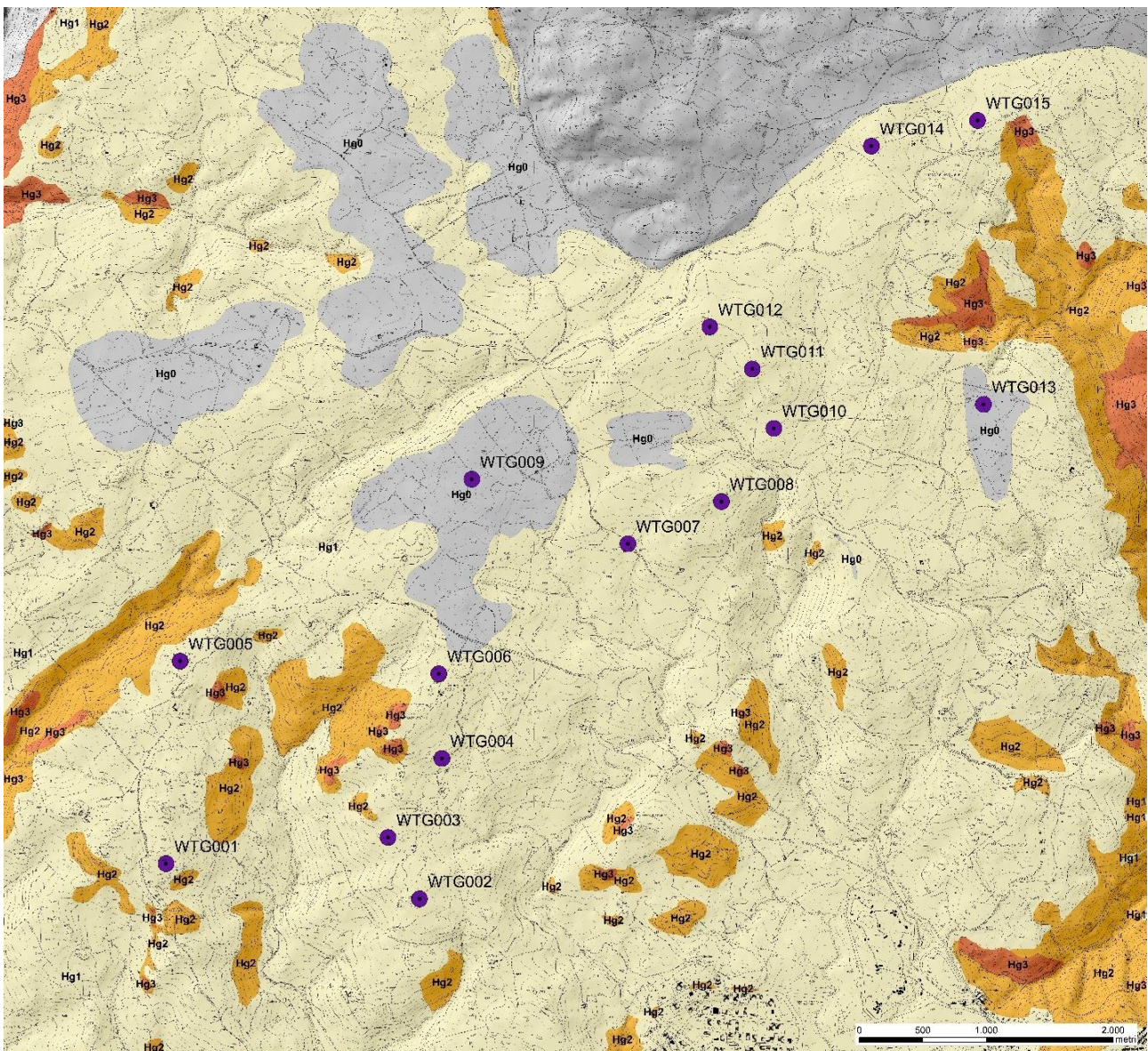


Figura 4.1 – Carta della pericolosità da frana (art. 8 del PAI).



Secondo la vigente perimetrazione del Piano di Assetto Idrogeologico per l'intervento in progetto non si rende quindi necessaria la redazione del relativo studio di compatibilità geologica e geotecnica.



Figura 4.2 – Cornice rocciosa in prossimità dell'aerogeneratore WTG004.

Sebbene localmente sono presenti cornici rocciose, come ad esempio in prossimità di **WTG004**, di fatto la posizione del sito non espone a dinamiche gravitative dirette anche in ragione delle modeste acclività ( $\leq 10\%$ ). Allo stato attuale delle conoscenze, non si prevedono particolari problemi di stabilità in fase di sbancamenti per la posa delle opere fondali, né tanto meno durante la realizzazione della nuova viabilità.

Gli scavi di fondazione e quelli per le tratte di nuova viabilità che si diparte dall'attuale tracciato di penetrazione agraria, interagiranno infatti con rocce di consistenza molto elevata e di qualità sostanzialmente ottimale, una volta superato lo spessore submetrico "decoeso", capaci di garantire stabilità nel tempo alle opere.

Inoltre, sulla base della conformazione topografica dei luoghi e delle attuali conoscenze non si prevede infatti alcuna interazione tra gli aerogeneratori e le dinamiche morfologiche e idrauliche al contorno.

Nel caso in cui le verifiche di dettaglio previste per la fase progettuale definitiva dovessero mettere in evidenza condizioni morfodinamiche puntuali potenzialmente capaci di interagire negativamente con le opere in progetto, verranno definite opportunamente anche le eventuali contromisure atte ad evitare qualsiasi problema sia in fase di esecuzione dei lavori sia in fase di esercizio delle strutture.



## 5 MODELLO GEOTECNICO

### 5.1 Caratterizzazione geotecnica preliminare

Richiamando quanto esposto nel capitolo dedicato alla modellazione geologica, si ritiene utile analizzare gli aspetti geotecnici degli stessi limitatamente alle zone di imposta degli aerogeneratori che costituiscono le opere di maggior impatto sul sottosuolo.

La semplicità dell'assetto litostratigrafico dei luoghi decritti facilita questa prima valutazione in quanto, sostanzialmente, è possibile definire una stratigrafia litotecnica con due distinte unità che hanno diretto riferimento con quelle definite nella modellazione geologica. Il sedime degli interventi in progetto vedono la presenza, sotto una coltre submetrica di terre detritiche di origine eluvio-colluviale [b2], del basamento lapideo nel caso rappresentato dalle rocce granitoidi afferenti all'Unità di Benetutti, facies Orune [BTUb].

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

Coerentemente con l'eterogeneità delle condizioni geologiche all'interno del parco eolico vengono di seguito schematicamente riportati alcuni dati geotecnici indicativi relativi alle principali litologie interessate dalle opere di fondazione degli aerogeneratori a partire dalla più recente:

- A Suoli e terre brune
- B Sabbione arcossico eluvio-colluviale
- C Basamento granitoide

**Unità A** – Depositi colluviali ed alluvionali più o meno rimaneggiati dalle pratiche agricole anche recenti. Lo spessore varia da sub-metrico a centimetrico in funzione della morfologia dei luoghi.

I parametri geotecnici indicativi:

|   |   |
|---|---|
| Peso di volume naturale                 | $\gamma_{\text{nat}} = 16,50 \div 17,50 \text{ kN/m}^3$ |
| Peso di volume saturo                   | $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \div 19,50 \text{ kN/m}^3$ |
| Peso di volume immerso                  | $\gamma_{\text{imm}} = 6,50 \div 7,50 \text{ kN/m}^3$   |
| Angolo di resistenza al taglio efficace | $\varphi' = 27 \div 29^\circ$                           |
| Coesione efficace                       | $c' = 0,00 \text{ daN/cm}^2$                            |
| Modulo elastico                         | $E_{\text{el}} = 60 \div 80 \text{ daN/cm}^2$           |

**Unità B** – Sabbione arcossico eluvio-colluviale di natura granitica, quarzoso-feldspatico, da sciolto a mediamente addensato, derivante dall'alterazione delle sottostanti formazioni granitiche litoidi.

Lo spessore massimo stimato è 3,00 m, rilevabile nei bassi strutturali ed in corrispondenza dei fondovalle.

Il comportamento geotecnico è equiparabile a quello di una terra granulare molto addensata.

I parametri geotecnici associabili indicativamente sono:

|                                |            |   |                               |
|--------------------------------|------------|---|-------------------------------|
| Peso di volume naturale        | $\gamma$   | = | 18,50÷20,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo          | $\gamma$   | = | 9,00÷10,00 kN/m <sup>3</sup>  |
| Peso di volume immerso         | $\gamma'$  | = | 8,00÷9,00 kN/m <sup>3</sup>   |
| Angolo di resistenza al taglio | $\varphi'$ | = | 34÷36°                        |
| Coesione efficace              | $c'$       | = | 0,20÷0,50 daN/cm <sup>2</sup> |
| Modulo elastico                | $E_{el}$   | = | 500÷600 daN/cm <sup>2</sup>   |

**Unità C** - Roccia in posto di origine granitoide, interessata da più sistemi di giunti variamente orientati ed inclinati, con alterazione più o meno marcata superficialmente.

I parametri cautelativamente associabili sono:

|   |            |   |                                   |
|---|------------|---|-----------------------------------|
| Peso di volume naturale                 | $\gamma$   | = | 23,00÷24,00 kN/m <sup>3</sup>     |
| Angolo di resistenza al taglio efficace | $\varphi'$ | = | 40÷45°                            |
| Coesione efficace                       | $c'$       | = | 1,50÷3,00 daN/cm <sup>2</sup>     |
| Modulo elastico                         | $E_{el}$   | = | 35.000÷50.000 daN/cm <sup>2</sup> |

## 5.2 Stima della capacità portante dei terreni di fondazione

Sulla base di quanto esposto, tutte le strutture di fondazione degli aerogeneratori andranno a poggiare sul sabbione granitico [Unità B] e sul substrato roccioso granitoide [Unità C]

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 **2,5 daN/cm<sup>2</sup>**, senza che si manifestino cedimenti di entità apprezzabile o comunque pregiudizievoli per la stabilità delle strutture in progetto.

Per quanto concerne gli aspetti geotecnici, come già accennato in precedenza, ad esclusione della coltre detritica superficiale e alcune facies di alterazione corticale della roccia, i substrati vulcanici in posto offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali. Per detti motivi si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento in progetto, fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso 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.



## 6 CONCLUSIONI

Dagli elementi esaminati, l'assetto geologico del settore ove si prevede la realizzazione dell'impianto eolico in progetto, si caratterizza per la presenza di un basamento litoide afferente all'Unità di Benetutti, facies Orune [BTUb], interessati nel primo metro corticale da fenomeni più o meno spinti di alterazione eluviale e da detensionamento e sormontato da una coltre eluvio-colluviale [b2], di spessore limitato a qualche decimetro. Questa configurazione litostratigrafica consente quindi di prevedere l'appoggio diretto delle opere fondali degli aerogeneratori sia su substrato roccioso, ma anche sul "sabbione granitico", anch'esso dotato di elevate caratteristiche di resistenza al taglio e di rigidità tali da evitare qualsiasi condizione di instabilità dell'insieme opera-terreno nel tempo.

La configurazione planoaltimetria ed orografica del settore e la posizione dei singoli aerogeneratori sulla sommità di altipiani o su pendio a modestissima pendenza, associate all'assenza di fattori potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia, favorisce inoltre diffuse condizioni di stabilità morfologica dei luoghi.

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

Allo stato attuale delle conoscenze, non si prevedono particolari problemi di stabilità in fase di sbancamenti per la posa delle opere fondali, né si ritiene che gli interventi annessi quali la viabilità di servizio e gli scavi per i caviddotti, possano alterare le attuali dinamiche di deflusso superficiale, non trovandosi gli stessi in corrispondenza di elementi del reticolo idrografico o in prossimità dei principali corsi d'acqua.

La configurazione planoaltimetria ed orografica del settore e la posizione dei singoli aerogeneratori sulla sommità di dorsali morfologiche ben modellate o su pendio a modesta pendenza associate all'assenza di fattori potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia, favorisce inoltre diffuse condizioni di stabilità morfologica dei luoghi. Sebbene localmente sono presenti cornici rocciose, come ad esempio in prossimità di **WTG004**, di fatto la posizione del sito non espone a dinamiche gravitative dirette anche in ragione delle modeste acclività ( $\leq 10\%$ ).

Alla luce delle suddette constatazioni non si ravvisano criticità che possano predisporre il sito di intervento a fenomeni di denudazione o erosione accelerata da parte delle acque di scorrimento superficiale, crolli o frane innescate dall'arretramento dei versanti, o che alterazioni del tracciato o del regime dei corsi d'acqua, sovraescavazioni in alveo, anche in ragione della posizione ininfluyente rispetto al reticolo idrografico.

Sotto il profilo idrogeologico, la predominanza di rocce cristalline a permeabilità medio-bassa che consente un'infiltrazione solo ed esclusivamente attraverso una porosità secondaria per fratturazione dotata di trasmissività irrilevante, consente di escludere qualsiasi interazione tra scavi e sbancamenti e flussi idrici sotterranei se non con quelli temporanei dovuti a particolari condizioni meteorologiche (piogge intense,

---

scioglimento di eventuali accumuli nevosi) capaci di saturare il modesto spessore detritico eluvio colluviale e lo strato di alterazione della roccia.

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

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

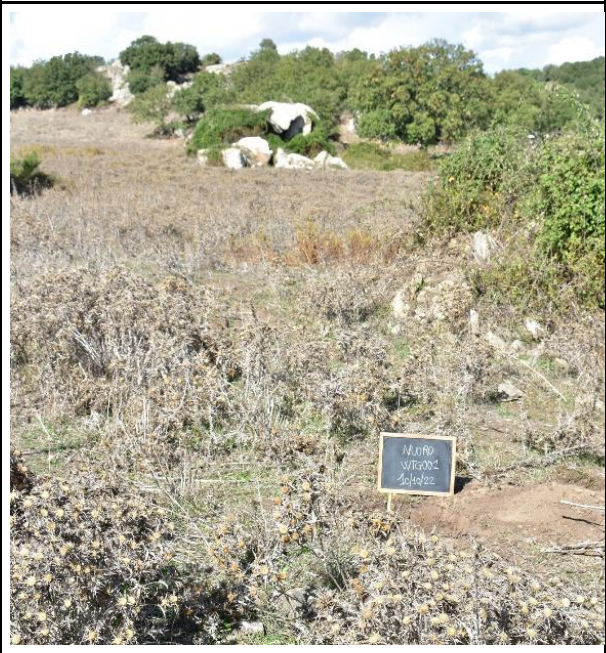
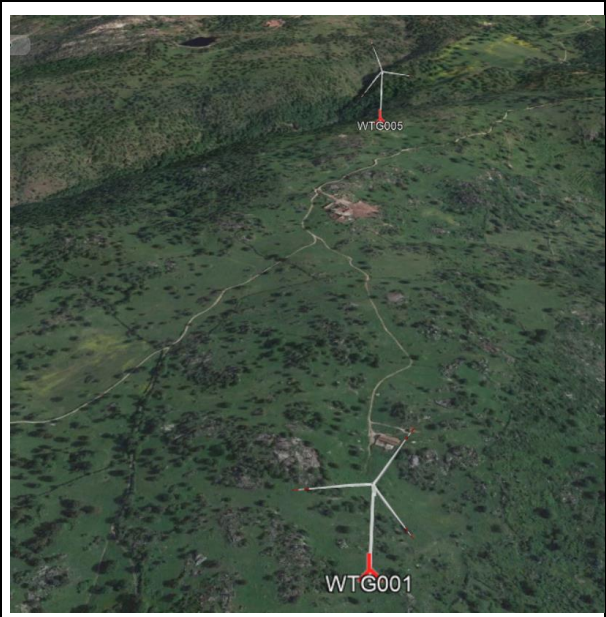
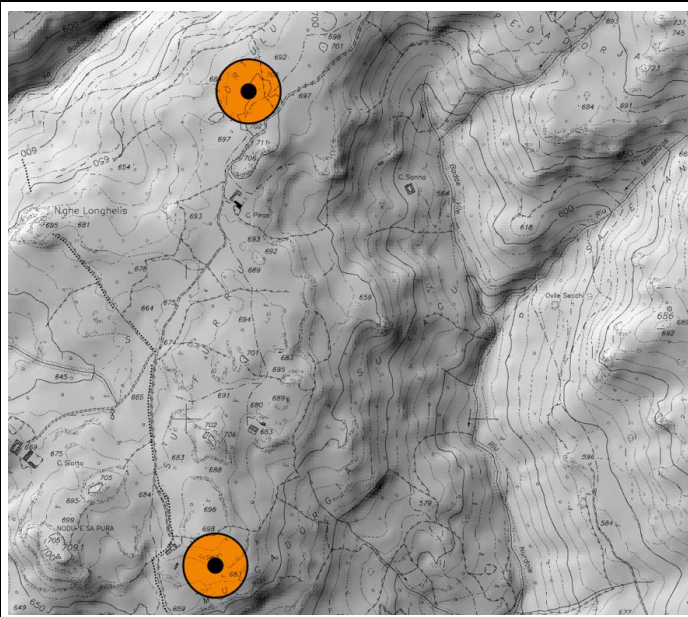
## 7 SCHEDE SITO



**AEROGENERATORE WTG001 – WTG005**

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>PROGETTO</b>   | Impianto eolico "Perda Pinta"   |
| <b>UBICAZIONE</b> | Comune di Nuoro - Provincia di Nuoro<br>Dott.ssa Geol. M. Francesca Lobina – Dott. Geol. Mauro Pompei |

|                                  |  |      |
|----------------------------------|--|------|
| <b>COORDINATE U.T.M.</b>         | EST  | NORD |
| <b>QUOTA ASSOLUTA (m s.l.m.)</b> | WTG001 676,00<br>WTG005 688,00   |      |
| <b>ACCESSIBILITÀ</b>             | Accessibilità attraverso uno stradello esistente percorribile agevolmente anche da mezzi pesanti. Per raggiungere il sito è però necessario transitare in una proprietà privata, recintata e chiusa da un cancello di accesso. |      |











|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <p><b>NATURA DEL SUBSTRATO</b></p> | <p>Ridotta copertura di spessore massimo 50 cm di suoli detritici costituiti da terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore bruno, a componente organica e granulometria sabbioso limosa e localmente argillosa, derivanti dall'alterazione spinta dei graniti.<br/>Sotto si rinviene il sabbione arcossico eluvio-colluviale di natura granitica che si presenta sotto forma di un sabbione quarzoso feldspatico da sciolto a mediamente addensato, derivante dall'alterazione delle sottostanti formazioni granitiche litoidi.<br/>Il substrato lapideo, in facies granitoide, è localmente affiorante e subaffiorante.</p> |
| <p><b>ASSETTO MORFOLOGICO</b></p>  | <p>L'ambito è debolmente acclive.<br/>Gli aerogeneratori sono ubicati lungo lo spartiacque che separa il bacino del <i>Rio Nurdole</i>, ad est e del <i>Rio Su Pride</i>, ad ovest.<br/>Gli alvei sono fortemente incisi ma gli aerogeneratori risultano ubicati a debita distanza dalle cornici rocciose.</p>   |

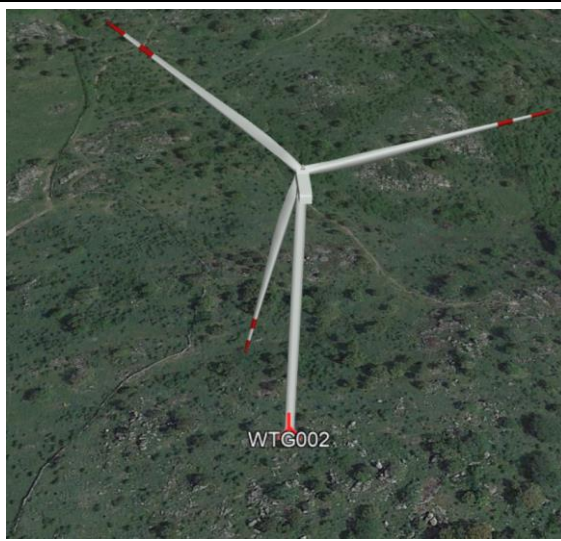
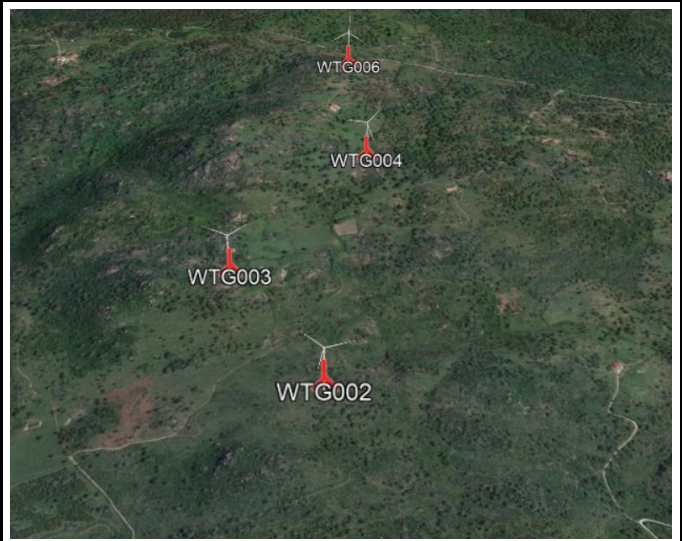
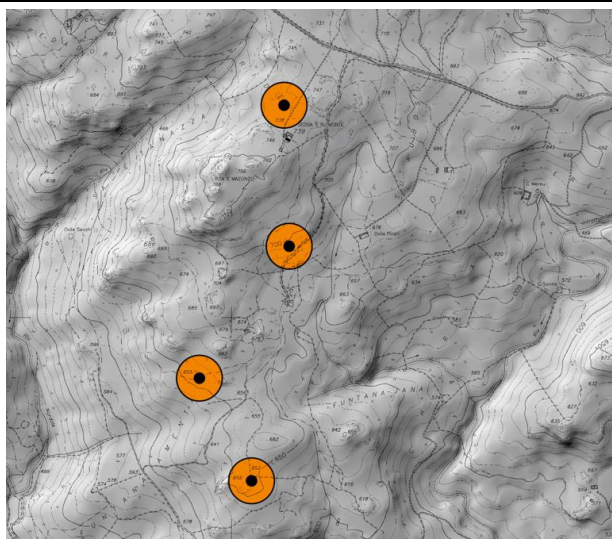


|  |  |
|--|--|
| <b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>                   | <p>La permeabilità medio-bassa per fratturazione del substrato granitoide (acquifero fessurato) e la copertura paleozoica arenizzata eluvio-sabbiosa (acquifero poroso) fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Nell'immediato intorno non si rilevano sorgenti e/o opere di captazione di acque sotterranee (pozzi nè a largo che piccolo diametro).</p> |
| <b>CRITICITÀ GEOLOGICHE</b>                    | <p>Il sito specifico, localizzato in un'area a debolissima pendenza, senza criticità geomorfologiche al contorno, è esente da fattori predisponenti a pericolo per frana.</p> <p>L'assenza di elementi idrografici nelle immediate vicinanze dei siti di sedime delle opere non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.</p>   |
| <b>SCAVABILITÀ</b>                             | Impiego di mezzi demolitori di media/elevata potenza e subordinato martello demolitore in corrispondenza dei livelli più francamente litoidi.  |
| <b>NECESSITÀ DI APPROFONDIMENTI GEOGNOSICI</b> | Nessuno  |

**AEROGENERATORI WTG002 – WTG003 – WTG004 - WTG006**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>PROGETTO<br/>UBICAZIONE</b> | Impianto eolico "Perda Pinta"<br>Comune di Nuoro - Provincia di Nuoro<br>Dott.ssa Geol. M. Francesca Lobina – Dott. Geol. Mauro Pompei |
|--------------------------------|--|

|                                  |  |      |
|----------------------------------|--|------|
| <b>Coordinate U.T.M.</b>         | EST  | NORD |
| <b>QUOTA ASSOLUTA (m s.l.m.)</b> | WTG002 676,00; WTG003 678,00; WTG004 704,00; WTG006 740,00   |      |
| <b>ACCESSIBILITÀ</b>             | <p>Accessibilità attraverso stradelli esistenti percorribili anche da mezzi pesanti. L'accessibilità è ridotta nell'immediato intorno dei siti, ad eccezione del sito WTG006, per cui si rende necessaria l'apertura di nuove piste e l'allargamento di quelle esistenti, che attualmente sono percorribili solo a piedi.</p> <p>Per raggiungere i siti è necessario transitare in proprietà private, recintate e chiuse da cancelli di accesso.</p> |      |



















|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <p><b>NATURA DEL SUBSTRATO</b></p> | <p>Ridotta o assente copertura di spessore massimo 20÷30 cm di suoli detritici costituiti da terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore bruno, a componente organica e granulometria sabbioso limosa e localmente argillosa, derivanti dall'alterazione spinta dei graniti.</p> <p>Sotto si rinviene il sabbione arcossico eluvio-colluviale di natura granitica che si presenta sotto forma di un sabbione quarzoso feldspatico da sciolto a mediamente addensato, derivante dall'alterazione delle sottostanti formazioni granitiche litoidi.</p> <p>Il substrato lapideo, in facies granitoide è localmente affiorante e subaffiorante.</p> |
| <p><b>ASSETTO MORFOLOGICO</b></p>  | <p>L'ambito è debolmente acclive.</p> <p>Gli aerogeneratori sono ubicati lungo lo spartiacque che separa il bacino del <i>Rio Nurdole</i>, ad ovest e del <i>Rio de Intramontes</i>, ad est.</p> <p>I siti sono ubicati lungo l'allineamento di cime delle quali la più elevata è <i>Punta 'e Mazonzo</i> (768 m s.l.m.)</p>   |



|  |  |
|--|--|
|  | <p>Gli alvei sono fortemente incisi ma gli aerogeneratori risultano ubicati a debita distanza dalle cornici rocciose.</p> <p>Il sito relativo all'aerogeneratore WTG004 risulta ubicato a ridosso di una cornice rocciosa, ma, sulla base del rilievo effettuato si è valutato che la distanza, la natura del substrato lapideo affiorante e le condizioni morfologiche puntuali garantiscono sufficienti garanzie di stabilità delle opere fondali del manufatto.</p>   |
| <b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>                   | <p>La permeabilità medio bassa per fratturazione del substrato granitoide (acquifero fessurato) e la copertura paleozoica arenizzata eluvio-sabbiosa (acquifero poroso) fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Nell'immediato intorno non si rilevano sorgenti e/o opere di captazione di acque sotterranee (pozzi nè a largo che piccolo diametro).</p> |
| <b>CRITICITÀ GEOLOGICHE</b>                    | <p>Il sito specifico, localizzato in un'area a debole pendenza, senza criticità geomorfologiche al contorno, è attualmente esente da fattori predisponenti a pericolo per frana.</p> <p>L'assenza di elementi idrografici nelle immediate vicinanze dei siti di sedime delle opere non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.</p>  |
| <b>SCAVABILITÀ</b>                             | <p>Impiego di mezzi demolitori di media/elevata potenza e subordinato martello demolitore in corrispondenza dei livelli più francamente litoidi.</p>   |
| <b>NECESSITÀ DI APPROFONDIMENTI GEOGNOSICI</b> | <p>Indagine geofisica MASW nel sito WTG004 e WTG006</p> <p>Pozzetto geognostico in corrispondenza del sito WTG006</p>  |

**AEROGENERATORE WTG007 – WTG008 – WTG009 - WTG010 – WTG011 – WTG012**

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>PROGETTO</b>   | Impianto eolico "Perda Pinta"   |
| <b>UBICAZIONE</b> | Comune di Nuoro - Provincia di Nuoro<br>Dott.ssa Geol. M. Francesca Lobina – Dott. Geol. Mauro Pompei |

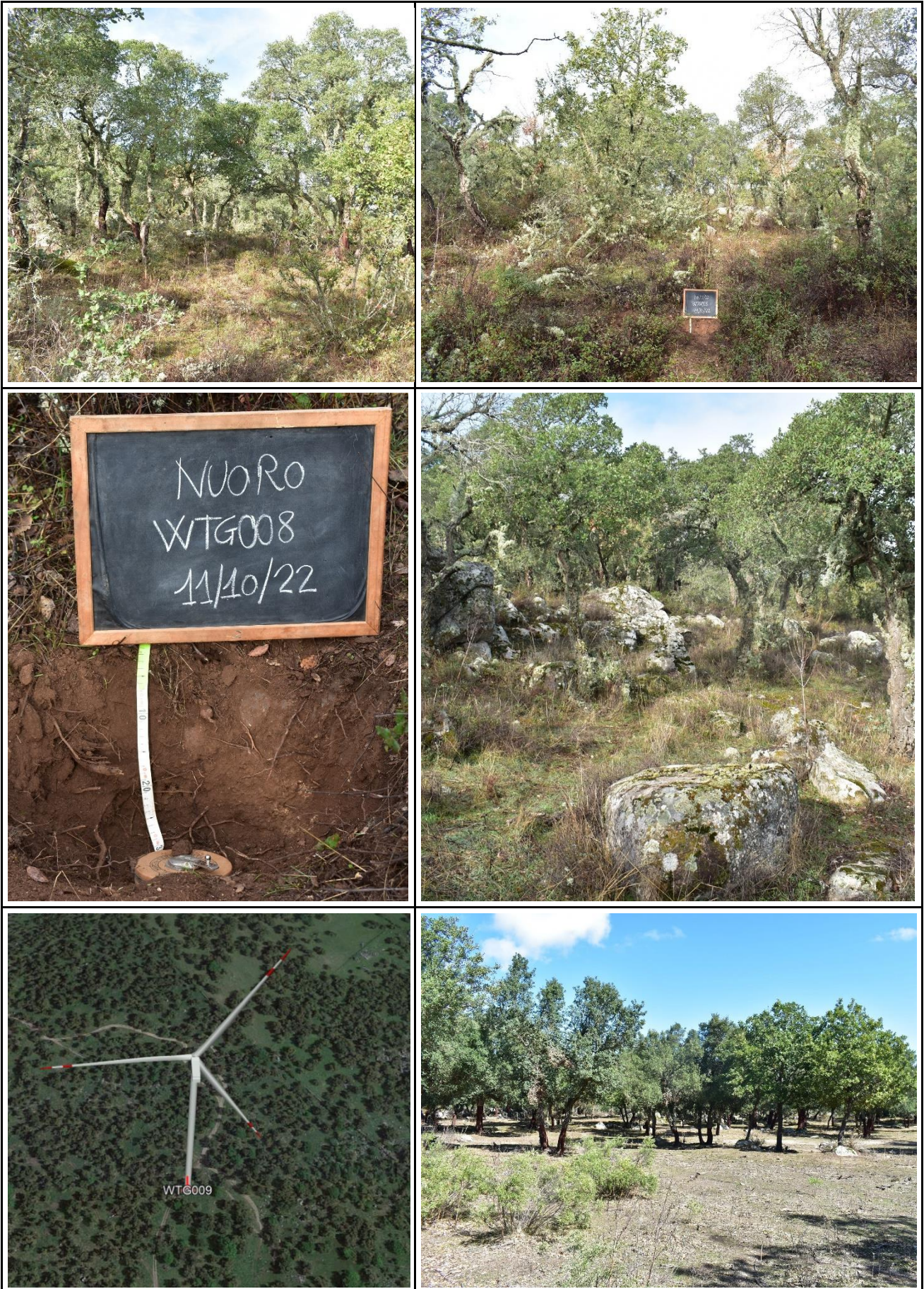
|                                  |   |      |
|----------------------------------|---|------|
| <b>Coordinate U.T.M.</b>         | EST   | NORD |
| <b>QUOTA ASSOLUTA (m s.l.m.)</b> | WTG007 723,00; WTG008 743,00; WTG009 762,00; WTG010 755<br>WTG011 804,00; WTG012 810,00   |      |
| <b>ACCESSIBILITÀ</b>             | Accessibilità attraverso stradelli esistenti percorribili anche da mezzi pesanti. L'accessibilità è ridotta nell'immediato intorno dei siti, con particolare riferimento ai siti WTG010 e WTG011, per cui si rende necessaria l'apertura di nuove piste e l'allargamento di quelle esistenti, che attualmente sono percorribili solo a piedi. Per raggiungere i siti è necessario transitare in proprietà private, recintate e chiuse da cancelli di accesso. |      |



























|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <p><b>NATURA DEL SUBSTRATO</b></p> | <p>Ridotta o assente copertura di spessore massimo 20 cm di suoli detritici costituiti da terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore bruno, a componente organica e granulometria sabbioso limosa e localmente argillosa, derivanti dall'alterazione spinta dei graniti.</p> <p>Al di sotto si rinviene il sabbione arcossico eluvio-colluviale di natura granitica che si presenta sotto forma di un sabbione quarzoso feldspatico da sciolto a mediamente addensato, derivante dall'alterazione delle sottostanti formazioni granitiche litoidi.</p> <p>Il substrato lapideo, in facies granitoidale, prevalente rispetto ai materiali sciolti, è localmente affiorante e subaffiorante.</p> <p>Sotto forma di corpi litoidi isolati.</p> |
| <p><b>ASSETTO MORFOLOGICO</b></p>  | <p>L'ambito è debolmente acclive e, nelle zone sommitali, localmente tabulare. Gli aerogeneratori sono ubicati lungo lo spartiacque del <i>Rio Funtana Gasones</i>, lungo l'allineamento di cime delle quali la più elevata è <i>Nodu 'e Godurbio</i></p>   |

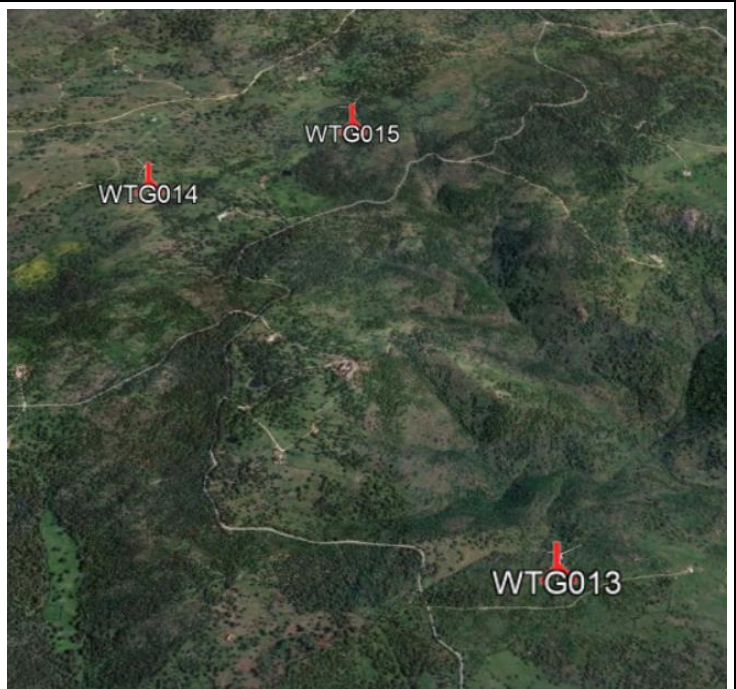
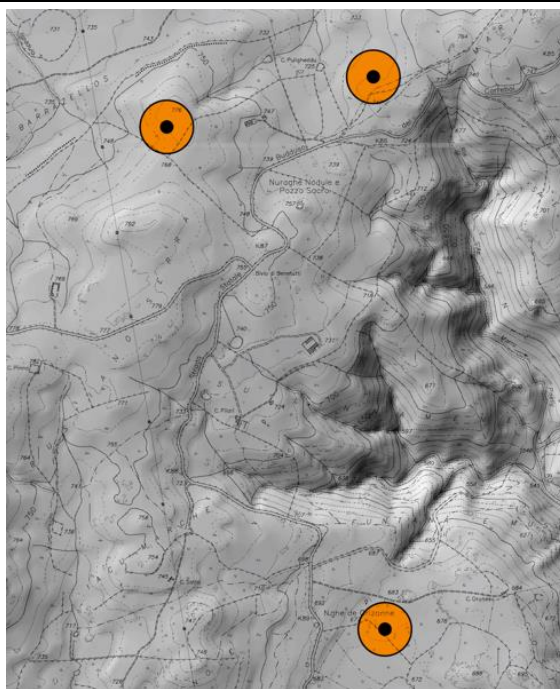


|   |  |
|---|--|
|   | <p>(827,3 m s.l.m.). Quest'ultima è localizzata immediatamente a nord dei siti di intervento.</p> <p>Gli alvei sono fortemente incisi ma gli aerogeneratori risultano ubicati a debita distanza dalle cornici rocciose.</p> <p>I siti WTG010 e WTG011 sono caratterizzati da elevata rocciosità, con presenza di un elevato numero di corpi litoidi isolati affioranti e subaffioranti.</p>  |
| <b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>                    | <p>La permeabilità medio bassa per fratturazione del substrato granitoide (acquifero fessurato) e la copertura paleozoica arenizzata eluvio-sabbiosa (acquifero poroso) fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Nell'immediato intorno non si rilevano sorgenti e/o opere di captazione di acque sotterranee (pozzi nè a largo che piccolo diametro).</p> |
| <b>CRITICITÀ GEOLOGICHE</b>                     | <p>Il sito specifico, localizzato in un'area a debole pendenza, senza criticità geomorfologiche al contorno, è attualmente esente da fattori predisponenti a pericolo per frana.</p> <p>L'assenza di elementi idrografici nelle immediate vicinanze dei siti di sedime delle opere non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.</p>  |
| <b>SCAVABILITÀ</b>                              | <p>Impiego di mezzi demolitori di media/elevata potenza e subordinato martello demolitore in corrispondenza dei livelli più francamente litoidi.</p>   |
| <b>NECESSITÀ DI APPROFONDIMENTI GEOGNOSTICI</b> | <p>Indagine geofisica MASW nel sito WTG009 e WTG012</p> <p>Pozzetto geognostico in corrispondenza del sito WTG012</p>  |

**AEROGENERATORI WTG013 – WTG014 – WTG015**

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>PROGETTO</b>   | Impianto eolico "Perda Pinta"   |
| <b>UBICAZIONE</b> | Comune di Nuoro - Provincia di Nuoro<br>Dott.ssa Geol. M. Francesca Lobina – Dott. Geol. Mauro Pompei |

|                                  |   |      |
|----------------------------------|---|------|
| <b>Coordinate U.T.M.</b>         | EST   | NORD |
| <b>QUOTA ASSOLUTA (m s.l.m.)</b> | WTG013 675,00; WTG014 758,00; WTG015 745,00   |      |
| <b>ACCESSIBILITÀ</b>             | Accessibilità attraverso stradelli esistenti percorribili anche da mezzi pesanti. L'accessibilità è ridotta nell'immediato intorno dei siti, per cui si rende necessaria l'apertura di nuove piste e l'allargamento di quelle esistenti, che attualmente sono percorribili solo a piedi.<br>Per raggiungere i siti è necessario transitare in proprietà private, recintate e chiuse da cancelli di accesso. |      |

















**NATURA DEL SUBSTRATO**

Ridotta copertura di spessore massimo stimato 50 cm di suoli detritici costituiti da terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore bruno, a componente organica e granulometria sabbioso limosa e localmente argillosa, derivanti dall'alterazione spinta dei graniti. Sotto si rinviene il sabbione arcocico eluvio-colluviale di natura granitica che si presenta sotto forma di un sabbione quarzoso feldspatico da sciolto a



|  |   |
|--|---|
|  | mediamente addensato, derivante dall'alterazione delle sottostanti formazioni granitiche litoidi.   |
| <b>ASSETTO MORFOLOGICO</b>                     | L'ambito è tabulare.<br>Gli aerogeneratori sono ubicati su un altopiano che fa da spartiacque del <i>Rio Giunturas</i> , il cui alveo è localizzato ad est dei siti di imposta degli aerogeneratori.<br>L'alveo del <i>Rio Giunturas</i> è fortemente inciso ma gli aerogeneratori risultano ubicati a debita distanza dalle cornici rocciose al suo contorno.  |
| <b>ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>                   | La permeabilità medio bassa per fratturazione del substrato granitoide (acquifero fessurato) e la copertura paleozoica arenizzata eluvio-sabbiosa (acquifero poroso) fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei sia relegata a profondità decametriche.<br>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.<br>Nell'immediato intorno non si rilevano sorgenti e/o opere di captazione di acque sotterranee (pozzi né a largo che piccolo diametro). |
| <b>CRITICITÀ GEOLOGICHE</b>                    | Il sito specifico, localizzato in un'area a debole pendenza, senza criticità geomorfologiche al contorno, è attualmente esente da fattori predisponenti a pericolo per frana.<br>L'assenza di elementi idrografici nelle immediate vicinanze dei siti di sedime delle opere non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.  |
| <b>SCAVABILITÀ</b>                             | Impiego di mezzi demolitori di media/elevata potenza e subordinato martello demolitore in corrispondenza dei livelli più francamente litoidi.   |
| <b>NECESSITÀ DI APPROFONDIMENTI GEOGNOSICI</b> | Indagine geofisica MASW nei siti WTG013 e WTG015.<br>Pozzetto geognostico in corrispondenza del sito WTG013 e del sito WTG015.  |