

AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



Progetto Definitivo

Parco Eolico Orgosolo-Oliena

Titolo elaborato:

Relazione Geologica

REDDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	
...	...	GD	EMISSIONE	27/12/23	0	0

PROPONENTE



SCIROCCO PRIME SRL

Via A. De Gasperi n. 8
74023 Grottaglie (TA)

CONSULENZA



GECODOR SRL

Via A. De Gasperi n. 8
74023 Grottaglie (TA)

IL GEOLOGO

Dott.geol Pier Luigi Anasparri

Codice
ORSA110

Formato A4

Scala

Foglio 1 di 43

I N D I C E

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. UBICAZIONE GEOGRAFICA	4
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO DELLA ZONA	6
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	12
6. COMPATIBILITÀ CON IL P.A.I. VIGENTE	16
7. VINCOLO IDROGEOLOGICO	17
7.1 <i>Terre e rocce da scavo</i>	19
8. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE E PRIME INDICAZIONI SULLE STRUTTURE DI FONDAZIONE	21
8.1 <i>Rippabilità dei terreni di fondazione</i>	21
9. MODELLO SISMICO DELLA ZONA	24
9.1 <i>Sismicità storica dell'area</i>	25
9.2 <i>Determinazione delle categoria di suolo e topografica</i>	26
10. PIANO INDAGINI DA EFFETTUARE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEGLI AEROGENERATORI E DELLE SOTTOSTAZIONI	28
11. INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO DELLE AREE DI SEDIME DEGLI AEROGENERATORI	29
12. OPERE ELETTRICHE	40
13. CONCLUSIONI	41

1. PREMESSA

Il sottoscritto **dott. Geol. Pier Luigi Anasparri**, titolare dello Studio Tecnico di Geologia con sede in Via Roma, 91 di Folignano (AP) è stato incaricato dalla **Ge.Co.Dor s.r.l. di Grottaglie**, di effettuare uno **studio geologico-geomorfologico-idrogeologico per l’Autorizzazione Unica Ex D.Lgs n°387/2003 del Progetto Definitivo Parco Eolico Orgosolo-Oliena su proposta della SCIROCCO PRIME s.r.l.**

Il nuovo parco eolico “**Orgosolo-Oliena**” sarà costituito da:

- **n°11 aerogeneratori**, di altezza complessiva all’hub di 114 metri ed un diametro del rotore di 172 metri;
- un sistema di **accumulo di energia (BESS)** della potenza pari a 30,6 Mw;
- **Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV;**

Il parco eolico sarà collegato al punto di connessione in corrispondenza della Stazione Elettrica RTN Terna 150 kV, di futura realizzazione, nel Comune di Nuoro.

A tal fine è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie, acquisiti dati di bibliografia e consultate le cartografie geologico-idrogeologiche presenti per l’area in oggetto.

I dati tecnici sono stati elaborati secondo le “**Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni**” contenute nel **D.M. Del 14/01/2008, nell’aggiornamento con Decreto 17 gennaio 2018 e nella Circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., attraverso la modellazione geologica e geotecnica.**

Fanno parte della presente relazione i seguenti elaborati esterni:

Elab. ORSA111 – Inquadramento cartografico

Elab. ORSA112 – Inquadramento geologico

Elab. ORSA113 – Stralci planimetrici con sovrapposizione del PAI vigente

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. del 11/03/1988 e relative istruzioni *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione*

Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti - DECRETO 17 gennaio 2018
Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8).

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Allegato al Voto n. 36 del 27/07/2007 *Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale;*

Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Bacino Unico Regione Sardegna *ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione*

Vincolo Idrogeologico *ai sensi del R.D.L. 3267/23 e R.D. 1126/1926*

3. UBICAZIONE GEOGRAFICA

L'area del **nuovo parco eolico “Orgosolo-Oliena”**, si sviluppa nei territori comunali di Orgosolo, dove verranno installati 9 aerogeneratori (OR01 ÷ OR07, OR10 e OR11) e Oliena, dove verranno installati 2 aerogeneratori (OR08 ÷ OR09).

Complessivamente, come detto, **saranno installati n°11 aerogeneratori, realizzata una stazione elettrica di trasformazione, un sistema di accumulo di energia (BESS) oltre alle opere elettriche (cavidotti) necessarie; la Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV ricade nel comune di Nuoro.**

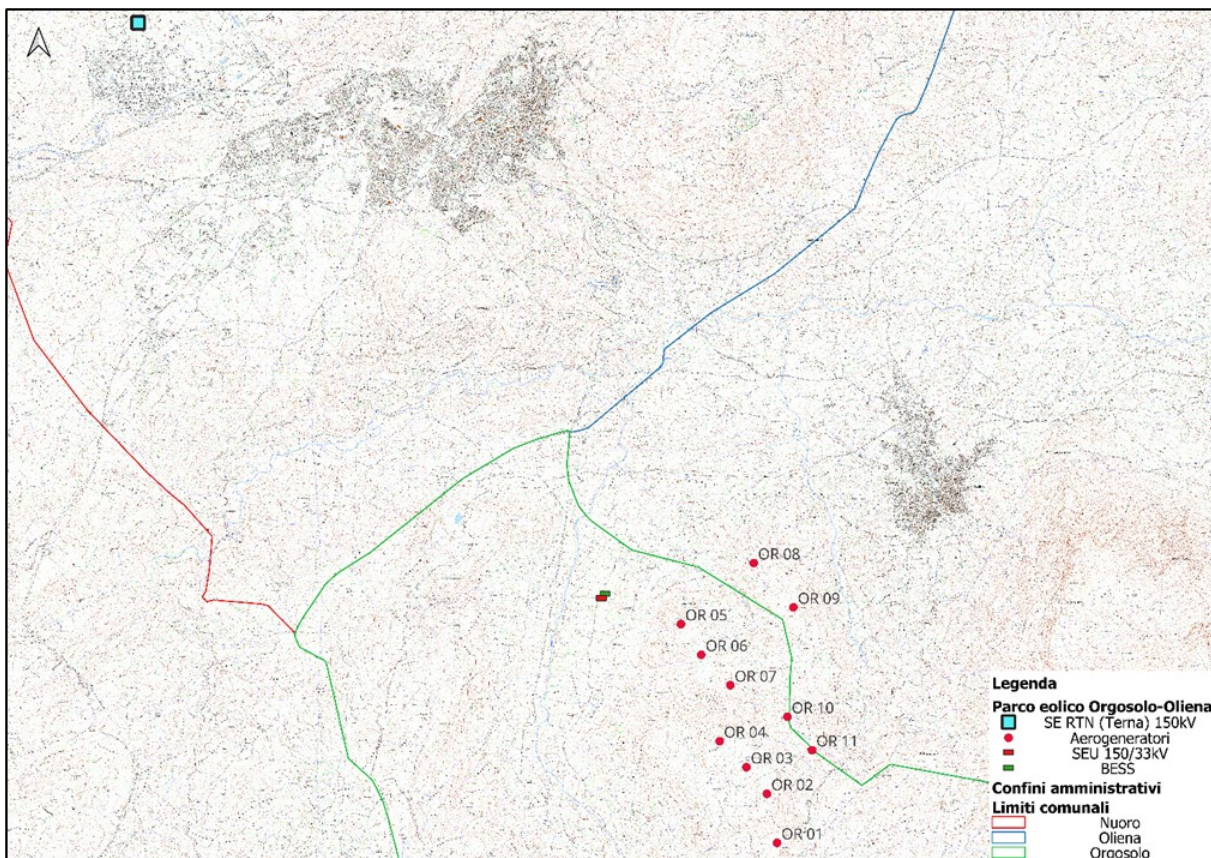


Fig.1 – Aree del Parco Eolico

Gli aerogeneratori, sono ubicati a quote comprese tra i 465 metri (OR_08) e i 740 metri (OR_02).

Cartograficamente data la loro ubicazione, gli aerogeneratori, la SEU e BESS sono ricompresi nelle tavolette I.G.M. in scala 1:25.000 “Orgosolo” I°SE e “Nuoro” I°NE del foglio 207 della Carta d’Italia mentre la stazione elettrica TERNA è ricompresa nella tavoletta “Nuoro Ovest” I°NO del foglio 207 della Carta d’Italia (vedi Elab. ORSA111); inoltre gli elementi del parco eolico sono ricompresi nelle sezioni CTRN_500130 e CTRN_50090 della Carta Tecnica della Regione Sardegna in scala 1:10.000 (vedi Elab. ORSA113).

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa sull’ubicazione cartografica e con le rispettive coordinate WGS84:

ID	Comune (Provincia)	Informazioni catastali		Coordinate geografiche		DROTO RE [m]	Hhub [m]	HTOT [m]
		Foglio	P.lla	Lat [°]	Long [°]			
OR01	Orgoloso (NU)	20	68	40.226005	9.376334	172	114	200
OR02	Orgoloso (NU)	20	42	40.232500	9.374617	172	114	200
OR03	Orgoloso (NU)	20	19	40.236034	9.371103	172	114	200
OR04	Orgoloso (NU)	20	10	40.239488	9.366480	172	114	200
OR05	Orgoloso (NU)	6	291	40.255767	9.359007	172	114	200
OR06	Orgoloso (NU)	6	121	40.251991	9.361091	172	114	200
OR07	Orgoloso (NU)	6	113	40.247910	9.367920	172	114	200
OR08	Oliena (NU)	66	320	40.263023	9.372503	172	114	200
OR09	Oliena (NU)	66	346	40.257143	9.379331	172	114	200
OR10	Orgoloso (NU)	20	6	40.242667	9.378201	172	114	200
OR11	Orgoloso (NU)	21	2	40.238251	9.382429	172	114	200
SEU 150/33 kV	Orgoloso (NU)	6	59/51/60	40.258387	9.346161	-	-	-
BESS	Orgoloso (NU)	6	49	40.258984	9.346752			

			50/51/52					
SE RTN 150 kV	Nuoro (NU)	30	130 131 132 136	40.334250	9.267390	-	-	-

Tab.1 – Tabella riepilogativa

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO DELLA ZONA

Il basamento geologico della Gallura, è rappresentato prevalentemente da **rocce intrusive granitoidi appartenenti all'insieme di plutonici, che costituiscono il batolite ercinico sardo-corso (vedi Elab. ORSA112).**

L'area in esame, è caratterizzata esclusivamente da un basamento di roccia intrusiva granitoide, ovvero trattasi di granitoidi tardo ercinici; essi costituiscono circa un quarto dell'isola ed, insieme alle intrusioni granitoidi della Corsica, formano il Batolite Sardo-corso.

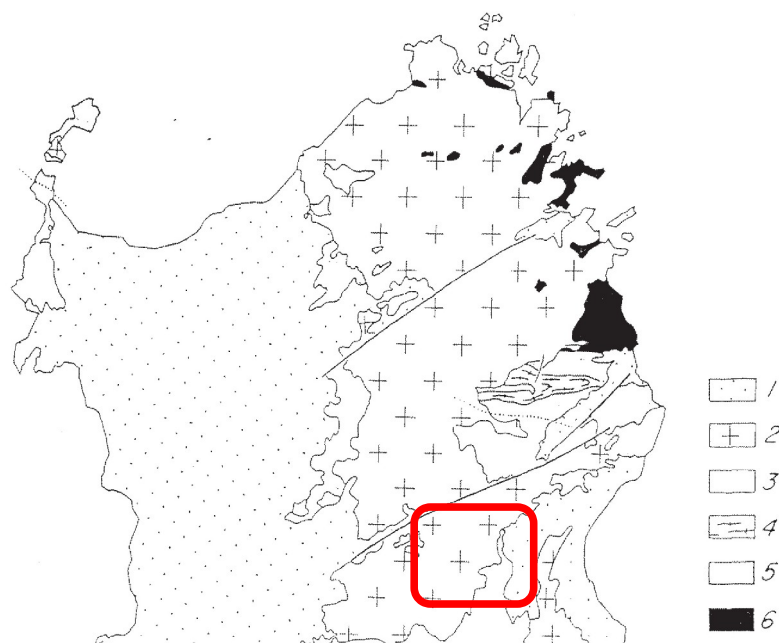


Fig. 1 - Schema strutturale sintetico della Sardegna settentrionale: 1) formazioni post-erciniche; 2) rocce granitoidi; 3) metamorfiti di facies di scisti verdi; 4) affioramenti di ortogneiss; 5) metamorfiti di facies anfibolitica; 6) migmatiti [da L. CARMIGNANI et AL. 1982].

Fig.2 – Schema strutturale sintetico Sardegna Settentrionale

Questo è il batolite più importante della Catena ercinica Europea, esteso per una lunghezza di 400 Km ed una larghezza di oltre 50.

La messa in posto del batolite sardo è da ricondurre alla tettonica estensionale legata al collasso gravitativo della catena ercinica.

Tale tettonica, in Sardegna, è sicuramente attiva a partire da almeno 307 Ma, cioè dalle più antiche età di chiusura delle muscoviti dei graniti anatettici della Gallura.

Dalla letteratura, si evince che le plutoniti del batolite sardo-corso sono schematicamente suddivisibili in tre grandi gruppi:

Plutoniti basiche. Molto rare all'interno del Batolite Sardo; costituiscono masse di piccole dimensioni, quasi sempre inglobate all'interno di plutoniti acide.

Monzograniti. Questi graniti 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 ampiamente sfruttate per usi ornamentali. Tutti i monzograniti sono inquadrabili tra "le plutoniti tardo-tettoniche" e "post tettoniche",

Leucomonzograniti. Affiorano diffusamente in tutti i settori del basamento sardo.

Il complesso plutonico in affioramento in questa zona è interessato da 2 sistemi di fratturazione: i joints di raffreddamento e le fratture tettoniche secondarie.

Joints di raffreddamento - Sono delle fratture primarie legate ai processi di raffreddamento dei graniti ed è possibile distinguerli dalla presenza di filoni e di adunamenti mineralogici;

Fratture tettoniche secondarie - L'origine delle fratture tettoniche secondarie è posteriore alla messa in posto dei plutoni granitici ed è probabilmente legata alla tettonica alpina;

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

Il basamento metamorfico della Sardegna è interessato da una sequenza continua di processi deformativi riassunti in quattro fasi principali di importanza regionale.

Queste diverse fasi di deformazione (D1, D2, D3, D4) sono rappresentate da altrettanti gruppi di pieghe, accompagnati da fenomeni di blastesi e di piani di scistosità associati che permettono una facile correlazione fra le successioni metamorfiche del Nord e del Sud dell'Isola.

Il basamento della Sardegna Settentrionale è caratterizzato da un aumento del grado metamorfico procedendo verso N-E.

Nella Sardegna Nord-Orientale il grado va da medio ad alto secondo lo schema di "BARROW", per cui si attraversano le zone a Biotite, a Granato, a Staurolite, a Cianite, a Sillimanite.

Successivamente sono le fasi tettoniche Oligomioceniche che modellano tettonicamente i trends del massiccio Sardo-Corso, in particolare si può dire che tre sono le fasi tettoniche principali riconducibili a questa fase:

- ✓ fase compressiva (Eocene medio-Miocene inferiore) legata allo scontro del blocco Sardo-Corso con gli Appennini settentrionali (Cattiano-Aquitano-Burdigalliano)
- ✓ fase estensionale del Miocene medio-superiore;
- ✓ fase estensionale del Miocene superiore–Pleistocene (neotettonica plioquaternaria);

Il ciclo oligo-miocenico attiva una tettonica di tipo trans-pessivo, con la formazione di faglie a direzione NE-SW (prevalentemente trascorrenti sinistre); infatti se la linea Posada-Stintino ha andamento circa Est-Ovest le altre fratture principali (Faglia di Nuoro, dell'Isola di Tavolara e di Olbia) sono faglie trascorrenti sinistre con andamento Nord Est – Sud Ovest.

Successivamente la tettonica Plioquaternaria, interagendo insieme agli agenti esogeni, ha dato al settore in studio l'aspetto definitivo.

Dal punto di vista geomorfologico, la presenza di monzograniti, localizzati a quote sensibilmente più basse con acclività e forme dolci e regolari, determina un paesaggio dominato da un susseguirsi di altopiani granitici, irregolari e discontinui, la cui andatura è ostacolata da una moltitudine di piccole irregolarità dei rilievi.

Gli affioramenti rocciosi particolarmente acclivi, attraversati dai corsi d'acqua, sono caratterizzati da valli profonde e incassate i cui corsi d'acqua sono a tratti con meandri incastrati, generatisi a causa del particolare assetto strutturale del territorio.

Gli aerogeneratori, verranno installati nella porzione Nord dei Monti del Gennargentu, su un altopiano che si sviluppa in senso Nord-Sud compreso tra il Fiume Cedrino ed un suo affluente in destra orografica, dove i rilievi principali sono caratterizzati da Fruncu Padulas (739,0 m s.l.m.) Fruncu Erente (569,0 m s.l.m.) e Monte di Locoe (552,0 m s.l.m.)

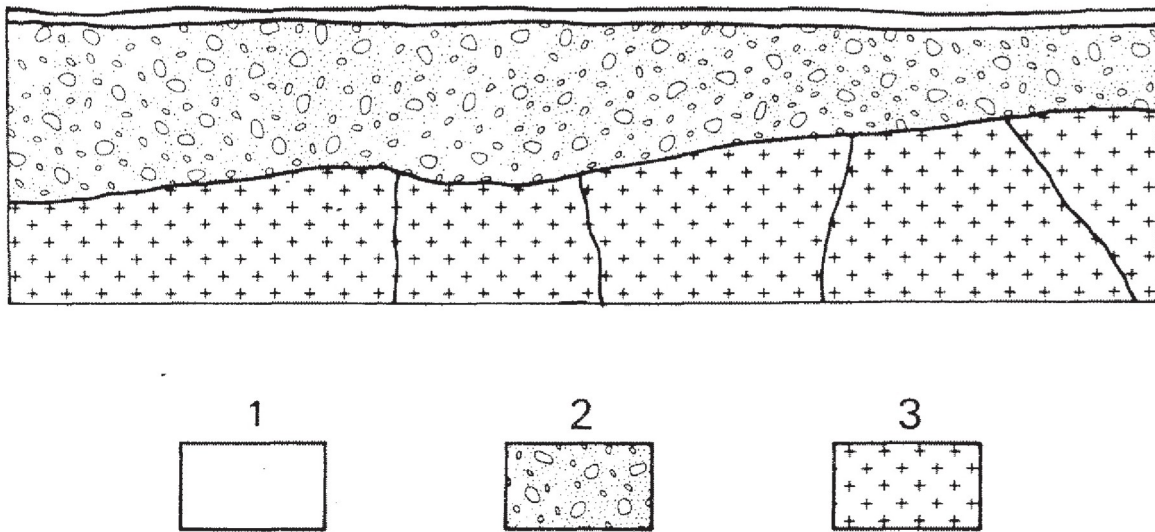
Nel dettaglio, tutti gli aerogeneratori e le opere connesse al Parco Eolico, interesseranno i Monzograniti, ovvero graniti grigio-rosati in genere a grana eterogenea (**vedi Elab. ORSA112**).



Fig.3 – Affioramento di monzograniti nelle vicinanze dell'aerogeneratore OR_01

Nelle aree di affioramento dei graniti si riscontra, laddove i caratteri morfologici lo consentono, una coltre di materiali di disfacimento che ricopre la roccia integra.

I processi di arenizzazione, generati dall'azione degli agenti atmosferici in combinazione con lo stato di fratturazione della roccia, **portano ad una progressiva degradazione della roccia originaria**, con conseguente formazione di una sovrastante zona di arenizzazione; in quest'ultima i fenomeni di alterazione si intensificano fino a generare dei detriti sciolti che definiamo coltri di disfacimento.



*Fig.4 – Schema delle formazioni superficiali in sito
(1 Suolo / 2 coltre di sabbie ghiaiose derivanti dalla degradazione dei graniti / 3 roccia
granitica fessurata)*

Lo spessore di tale coltre è variabile ma generalmente non supera i 10,0 metri di spessore, ed è comunque legato alla morfologia sito specifica.

Da quanto è stato possibile riscontrare dai sopralluoghi sul posto, in corrispondenza dei punti di sedime degli aerogeneratori **la coltre di alterazione dei graniti risulta esigua, a volte assente.**

Complessivamente il rilevamento geomorfologico di superficie ha evidenziato per gran parte dell'area **ottime condizioni di equilibrio ed assenza di fenomeni gravitativi (vedi Elab. ORSA113).**

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'intero parco appartiene al **bacino idrografico del fiume Cedrino** che sfocia 30 Km più a Nord-Est nel Golfo di Orosei.

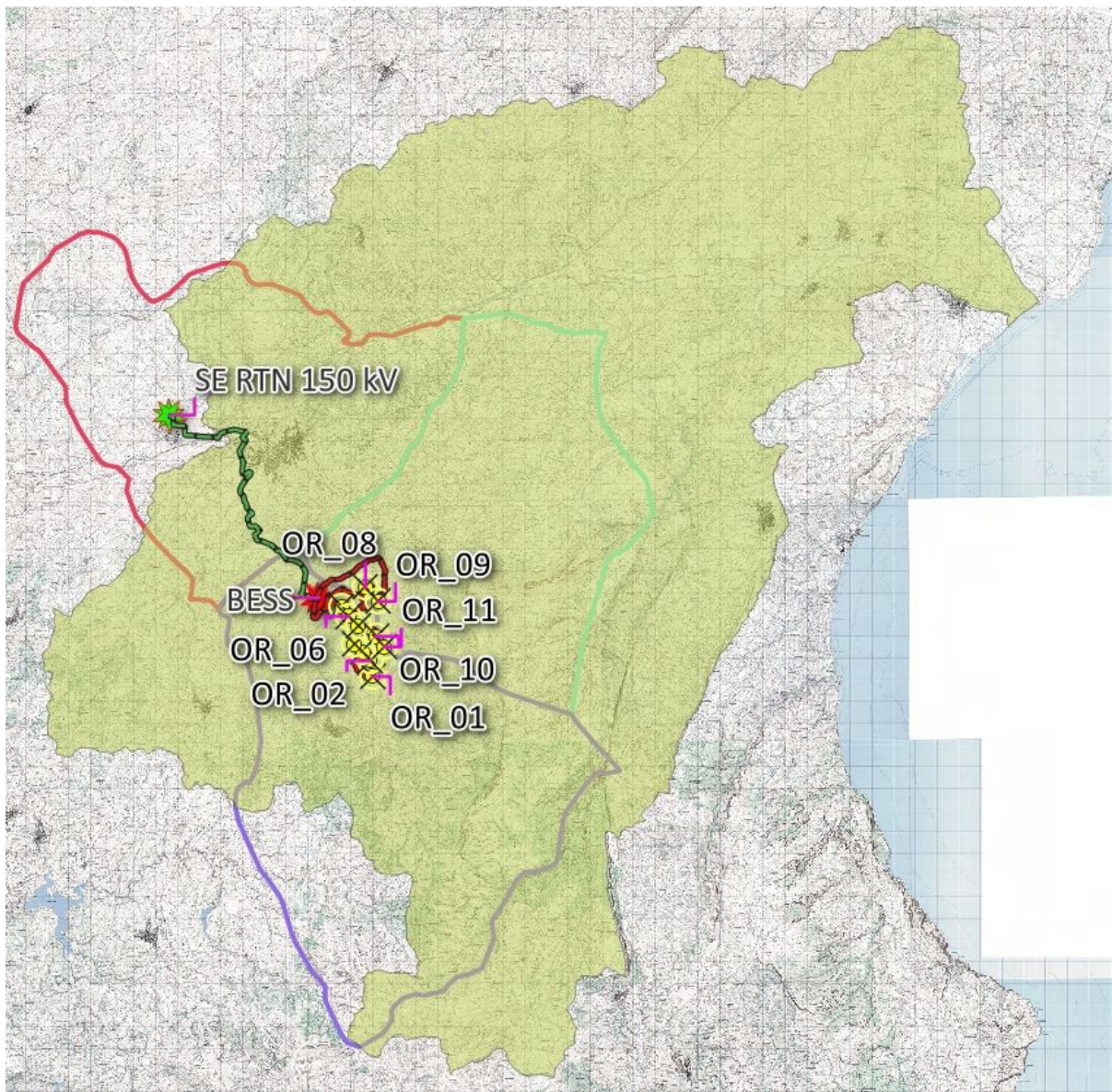


Fig. 5 – Ubicazione degli aerogeneratori all'interno del bacini idrografico principale



Fig.6 - Vista da Sud-Ovest – Ubicazione Aerogeneratori ed individuazione del bacino del Fiume Cedrino

Le condizioni di esistenza dell'acqua nel sottosuolo sono determinate dalla permeabilità, sia essa per fratturazione o per porosità, dei vari livelli componenti le varie serie idrogeologiche.

I terreni dell'area in esame possono considerarsi a permeabilità medio-bassa; in generale, sono costituiti da una formazione superficiale per lo più di tipo sabbioso-argillosa e limosa, alla quale segue il granito arenizzato.

La permeabilità dei graniti inalterati subaffioranti è da ritenersi molto scarsa; **essa è legata alla fratturazione che può consentire un modesto immagazzinamento d'acqua soltanto nell'immediata prossimità della superficie, dove le fratture sono allentate.**

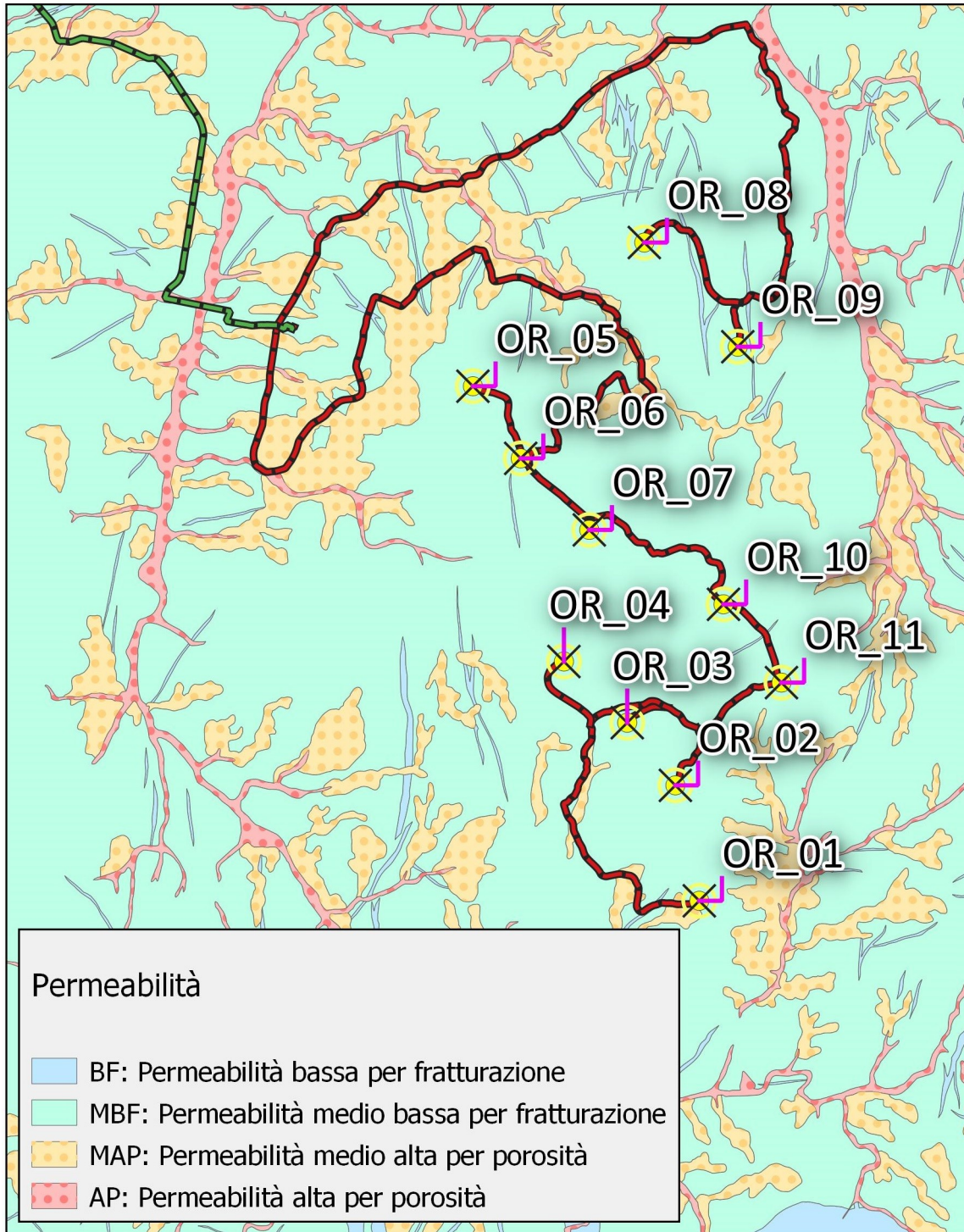


Fig.7 - Carta idrogeologica della Regione Sardegna

In definitiva, l'unica formazione permeabile è costituita dai prodotti di smantellamento e alterazione dei graniti, ovvero i terreni superficiali ed i depositi eluviali e colluviali.

Il complesso intrusivo granitico costituisce litologicamente il più alto grado di impermeabilità, ma al contempo, per la elevata percentuale di faglie e fratture, una zona di ricarica nella complessa circolazione delle acque nel sottosuolo.

Il complesso superficiale colluviale ed eluviale, costituisce il dreno naturale per le acque del sottosuolo provenienti da tutti i bacini.

Per quanto sopraccitato, si rileva quanto segue:

- *l'area in esame ha un substrato scarsamente permeabile ed una circolazione nel sottosuolo legata esclusivamente a faglie e/o fratture;*
- *numerose sono le manifestazioni sorgentizie di acque di fessurazione, ma poco significative, visibili solo nei periodi più piovosi e nelle scarpate delle vie perimetrali e di penetrazione della discarica, nel lato a monte, dove è più evidente la fratturazione e alterazione della roccia; nelle stagioni in cui le precipitazioni sono scarse, sono assenti.*

Sulla base del rilevamento effettuato in zona e delle caratteristiche geologiche dei litotipi indagati, è possibile affermare che sono presenti localmente falde superficiali di modesta entità ubicate all'interno della coltre colluviale, e falde idriche ben più importanti a profondità più elevate (**oltre i 100 metri di profondità dal p.c.**).

6. COMPATIBILITÀ CON IL P.A.I. VIGENTE

Il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del bacino unico della Regione Sardegna**, è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione (*approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici*).

Il P.A.I. è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Dall'analisi della documentazione cartografica risulta che, **nessun aerogeneratore ricade all'interno di aree a rischio idrogeologico (vedi Elab. ORSA113)**.

Il cavidotto ad Alta Tensione attraversa alcune aree a rischio idrogeologico, e più precisamente **aree a pericolosità geomorfologica Hg1 e Hg2 (Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata)** ed aree a pericolosità idraulica in corrispondenza dell'attraversamento del Fiume Cedrino.

In conclusione, è possibile affermare che:

- **l'intervento risulta di dichiarato interesse pubblico;**
- **non risultano interventi PAI in previsione per le aree individuate;**
- **l'intervento non aumenterà il carico insediativo;**
- **saranno realizzati con tutti gli accorgimenti costruttivi per assicurare all'opera ed alle infrastrutture connesse stabilità e durabilità nel tempo;**

- **non risultano interferenze con misure di protezione civile dei comuni interessati.**

7. VINCOLO IDROGEOLOGICO

Ai sensi del R.D.L. 3267/23, nessun elemento del parco ricade all'interno di zone interessate dal vincolo idrogeologico.

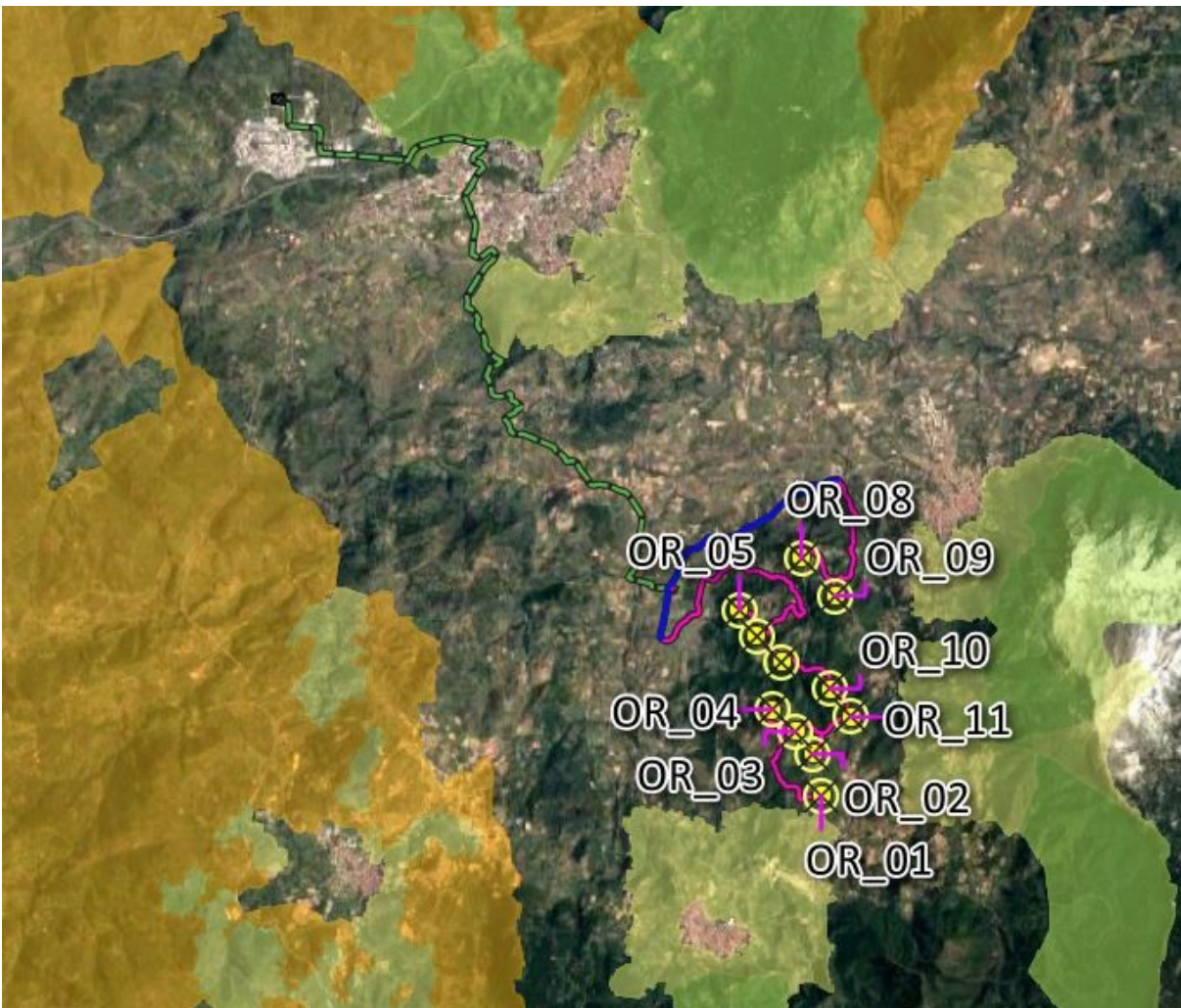


Fig.8 - Vincolo idrogeologico

La realizzazione delle **opere accessorie (strade, piazzole) dovrà prevedere l'utilizzato di terreno granulare, avente buone caratteristiche geotecniche e buona permeabilità, tali da garantire la stabilità delle opere stesse.**

Per queste opere, **si potranno utilizzare terreni con forte componente granulare (es. misto cava) che presentano caratteristiche geotecniche affidabili e non modificabili dall'aumento del contenuto in acqua, ovvero i terreni di risulta dagli scavi, opportunamente macinati.**

Il materiale dovrà essere steso in strati, preferibilmente a mezzo di grader, su un piano di posa ripulito da materiali estranei, approntato al livello previsto dal progetto ed adeguatamente compattato; lo spessore finito dei singoli strati sciolti dovrà essere compreso tra 10 e 30 cm., in relazione al peso ed alla potenza dei mezzi costipanti impiegati.

Laddove le aree di intervento presentino pendenze elevate (superiori ai 10°), potrebbe essere necessario realizzare **opere di contenimento dei rilevati (es. gabbionate), o utilizzare opere di sostegno delle terre (es "terre armate").**

La realizzazione di gabbionate o terre armate presuppone necessariamente l'individuazione di un terreno di fondazione che sia stabile e con buone caratteristiche geotecniche, che risulta tuttavia presente in affioramento su tutta l'area del parco.

Le opere in progetto (aerogeneratori, sottostazioni, cavidotti, piazzole e strade di accesso) non andranno a variare significativamente il regime delle acque di superficie della zona, né ovviamente ad interferire con il regime delle acque sotterranee che, come detto, risultano poco sviluppate.

7.1 Terre e rocce da scavo

L'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. stabilisce che **le terre e rocce da scavo, destinate all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rilevati e macinati non costituiscono rifiuti** e sono, pertanto, esclusi dall'ambito di applicazione della Parte Quarta del decreto, **nel caso in cui si verifichino le seguenti condizioni obbligatorie e contestuali:**

- a) siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;*
- b) sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;*
- c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;*
- d) sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;*
- e) sia accertato che non provengano da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della Parte Quarta del decreto;*
- f) le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità (litologia, granulometria, geomeccanica, etc.) con il sito di destinazione;*
- g) la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.*

Date le caratteristiche granulometriche generali dei terreni che verranno coinvolti dalle opere del **Parco Eolico Orgosolo-Oliena**, ovvero graniti fratturati, **sarà possibile il riutilizzo delle stesse per la realizzazione delle piazzole, dei rilevati e delle strade, anche miscelati ai terreni granulari (es. materiale arido tipo A1, A2-4, A2-5, A3).**

8. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE E PRIME INDICAZIONI SULLE STRUTTURE DI FONDAZIONE

Le opere in progetto, come detto, interesseranno principalmente le granodiorite monzogranitiche.

A tale litotipo è possibile assegnare le seguenti caratteristiche geotecniche medie, **desunte dalle indagini effettuate e da dati di bibliografia:**

1) Granodioriti monzogranitiche

$\gamma = \text{peso di volume} = 2,4 \text{ Kg/cm}^2$

$\phi = \text{angolo di attrito interno} = 45^\circ$

$C = \text{resistenza a compressione semplice} > 1000,0 \text{ Kg/cm}^2$

$Ed = \text{modulo edometrico} = 500.000,0 \text{ Kg/cm}^2$

$E = \text{modulo elastico} = 250.000,0 \text{ Kg/cm}^2$

$G_0 = \text{modulo di taglio} = 7000,0 \text{ Kg/cm}^2$

Sulla base della litologia in affioramento è possibile **consigliare anche l'utilizzo di fondazioni superficiali.**

Tuttavia, la scelta definitiva della tipologia di fondazione da utilizzare per gli aerogeneratori e per tutte le opere connesse, **sarà definita a seguito della campagna geognostica da effettuare in sede di progettazione esecutiva.**

8.1 Rippabilità dei terreni di fondazione

Per escavabilità o rippabilità si intende la facilità con cui un terreno o una roccia possono essere scavati meccanicamente e dipende, secondo la

letteratura tecnica, da diversi fattori della roccia quali la resistenza a compressione monoassiale, il grado di fratturazione, la spaziatura delle discontinuità, la velocità di propagazione delle onde sismiche, le caratteristiche delle discontinuità (apertura, continuità, grado di alterazione... etc) nonché dalle caratteristiche proprie dei mezzi di scavo.

Il ripping è di solito eseguito da un mezzo meccanico (dozer) opportunamente attrezzato e le cui dimensioni sono determinate dalla durezza e compattezza dei materiali da abbattere.

La roccia che risultasse troppo difficile per essere strappata a causa della mancanza di superfici interne di debolezza, viene generalmente frammentata con altri metodi (tra cui l'uso del martello demolitore e l'uso dell'esplosivo) e per questo definita "roccia da mina".

In genere, la rippabilità può essere desunta direttamente dal valore della velocità delle onde sismiche superficiali misurate in sito attraverso la prospezione sismica a rifrazione (onde P, longitudinali).

Tale metodo risulta forse il più speditivo ed esaustivo poiché indirettamente tiene conto anche di altri fattori e caratteristiche della roccia sopracitati.

In letteratura sono disponibili numerosi studi volti a correlare la velocità delle onde sismiche con le caratteristiche di scavabilità e rippabilità degli ammassi rocciosi. Il più conosciuto è quello sintetizzato nella tabella riportata nel "Handbook of Ripping"¹ della Caterpillar che però generalmente risulta eccessivamente "ottimista", nel senso che, ad esempio, ammassi rocciosi con velocità sino a 2200 m/s sono definiti rippabili, quando in realtà richiedono l'uso di martello demolitore.

Una ricerca approfondita nella letteratura internazionale, ha permesso di rintracciare correlazioni alternative che, nella pratica risultano più realistiche, soprattutto considerate le attrezzature normalmente utilizzate nelle nostre zone.

Esse sono riportate nelle tabelle seguenti e sono quelle utilizzate per le valutazioni successive, permettendo la divisione degli ammassi rocciosi presenti nelle aree indagate nelle seguenti classi:

- A. $V_p < 600$ m/s: ammasso roccioso scavabile;
- B. $600 < V_p < 1000$ m/s: ammasso facilmente rippabile;
- C. $1000 < V_p < 1400$ m/s: ammasso rippabile con difficoltà;
- D. $V_p > 1400$ m/s: ammasso non rippabile (indispensabile l'uso di martello demolitore).

Sulla base dei dati bibliografici, da cui emerge che **le varie aree sono caratterizzate dalla presenza di rocce di origine granitica sottostanti dei modesti spessori di coltri eluvio-colluviali, che corrispondono a materiali già difficilmente rippabili ($V_p > 1700$ m/s).**

Pertanto in sede di progettazione esecutiva e computazione delle opere, si dovrà tener conto di questo importante fattore che inciderà sia negli scavi per la realizzazione delle strutture di fondazione che in quelli da effettuare per la posa in opera dei cavidotti o di qualsiasi altra struttura interrata.

9. MODELLO SISMICO DELLA ZONA

I territori comunali di **Orgosolo e Oliena (NU)** in base all'**Ordinanza P.C.M. del 20 marzo 2003 n.3274**, approvata con **DGR 2000 del 04/11/2003**, sono **classificati sismicamente come appartenente alla “zona 4”**.

Lo studio di pericolosità sismica, adottato con l'**O.P.C.M. del 28 aprile 2006 n. 3519**, attribuisce alle 4 zone sismiche degli intervalli di accelerazione orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Nel caso in esame l'accelerazione orizzontale del suolo (a_g) risulta essere:

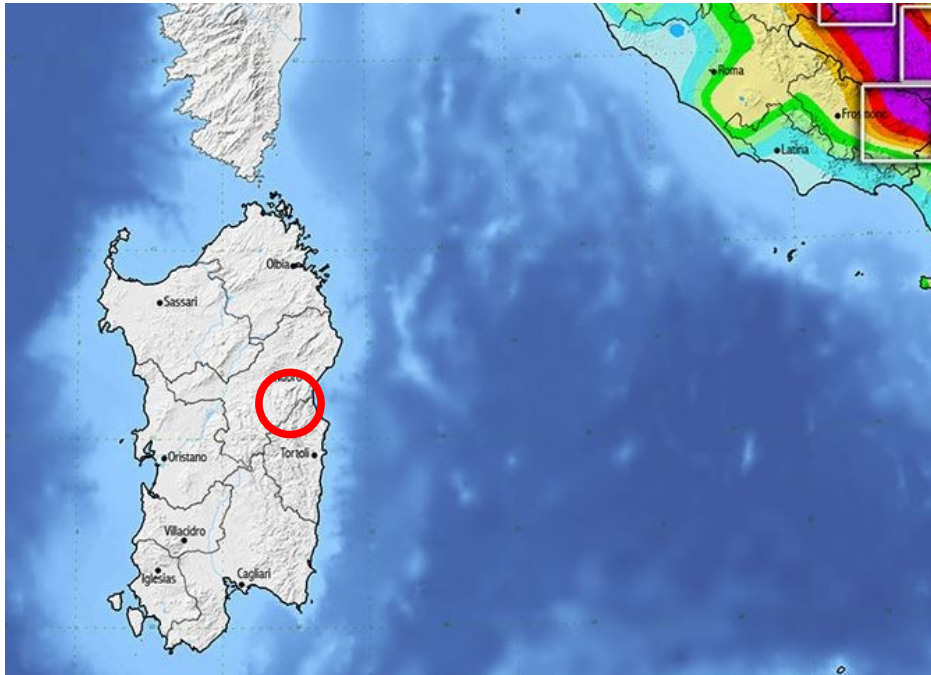



Fig.9 – Mapa di pericolosità sismica del territorio

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

Tab. 3 - Tabella dei valori di PGA con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni.

9.1 Sismicità storica dell'area

Di seguito si riporta la sismicità storica dell'area per eventi sismici con Magnitudo ≥ 5,00 riportati nel “**Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - DBMI15**”, consultabile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4-5		2000	04	26	13	37	4 Tirreno centrale	265		4.77

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.

Inoltre, si osserva come i comuni interessati dall'intervento non **rientrano nella zonazione sismogenetica ZS9 n°927**, secondo la mappa di pericolosità sismica (INGV - C. Meletti e G. Valensise, 2004) (**vedi Figg. 12 e 13**).

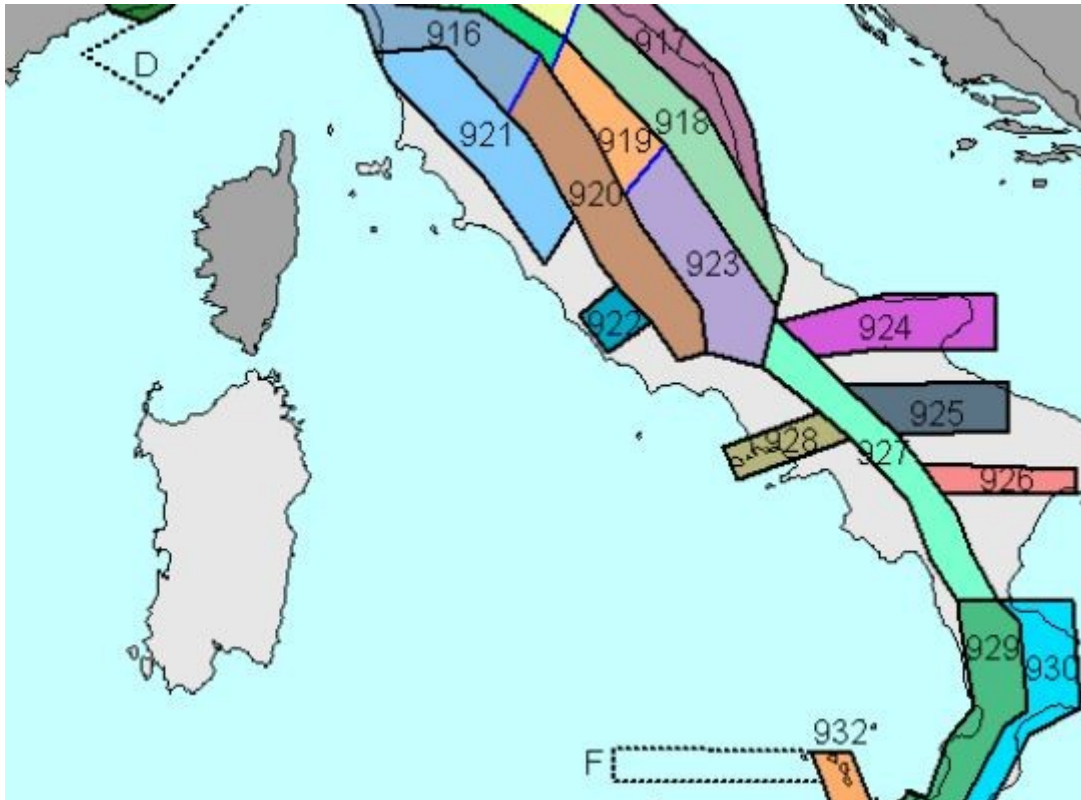


Fig.10 – Stralcio della Carta della Zonazione Sismogenetica ZS9 (da Meletti e Valensise, 2004, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>)

9.2 Determinazione delle categoria di suolo e topografica

Categoria di suolo

Come previsto dalle NTC 2018 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), per la **stima della pericolosità sismica dell'area**, è **necessario individuare la categoria di sottosuolo del sito mediante opportune indagini geofisiche.**

Sulla base di indagini sismiche effettuate su terreni litologicamente simili è possibile assegnare preliminarmente alle aree interessate la categoria di sottosuolo evidenziata nella tabella 3.2.II allegata alle N.T.C. e di seguito riportata:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Categoria topografica

Per l'assegnazione della categoria topografica si fa riferimento alla tabella 3.2.III (categorie topografiche) allegata alle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018, di seguito riportata:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 4 (3.2.III)

Si rimanda al paragrafo 12 per l'assegnazione della categoria topografica di ogni sito individuato per l'installazione degli aerogeneratori.

10. PIANO INDAGINI DA EFFETTUARE PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEGLI AEROGENERATORI E DELLE SOTTOSTAZIONI

Per la progettazione esecutiva dei singoli aerogeneratori, delle rispettive piazzole e stradine di accesso **dovranno essere effettuate indagini geognostiche e sismiche, con prove in sito e di laboratorio** al fine di caratterizzare in maniera puntuale l'area di sedime delle opere da realizzare.

Tali prove saranno mirate per la **determinazione delle strutture di fondazione** e per la realizzazione delle eventuali opere di contenimento.

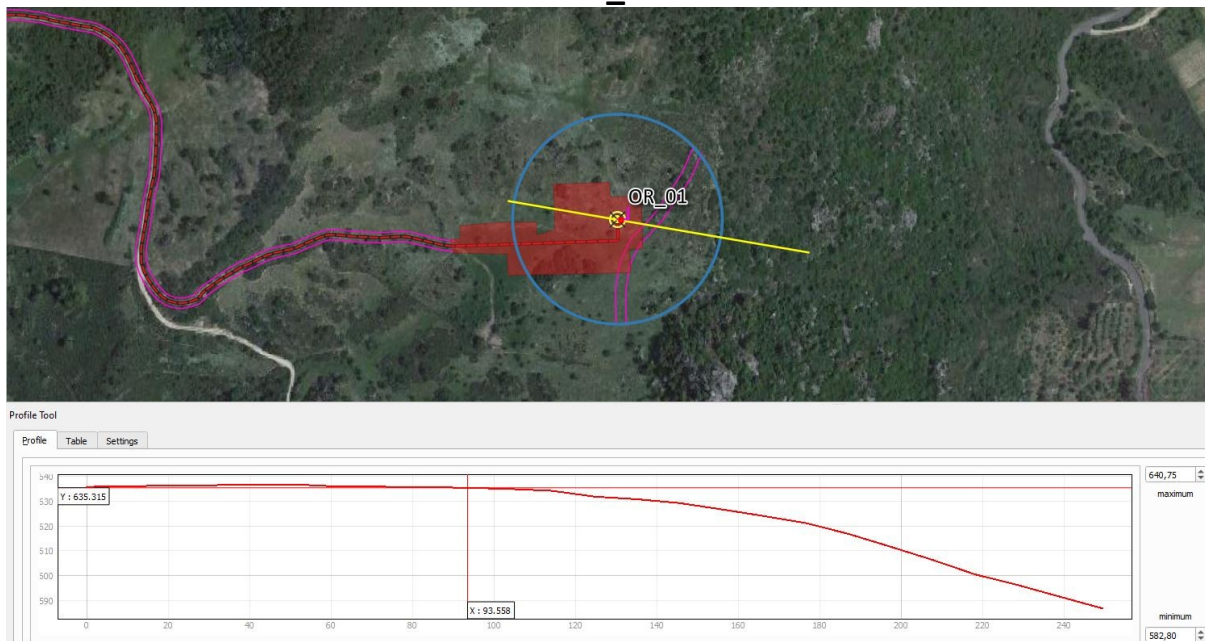
Nello specifico saranno effettuati:

- *Sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con prove in S.P.T. in foro e prelievo di campioni;*
- *Prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati;*
- *Istallazione di piezometri per il rilevamento della falda freatica se intercettata durante i sondaggi geognostici;*
- *Prove penetrometriche dinamiche DPSH;*
- *Prove sismiche tipo MASW e Rifrazione*

11. INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO DELLE AREE DI SEDIME DEGLI AEROGENERATORI

Di seguito, viene effettuata una sintetica descrizione delle aree di sedime degli aerogeneratori.

OR_01



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_01 è ubicata in località Fodaghe nelle vicinanze di Fr.Cu Lucuriè. La superficie topografica in corrispondenza del punto di installazione è suborizzontale, mentre verso Est il versante presenta pendenza molto elevate.

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_1	633,0	2°	Monzograniti	No

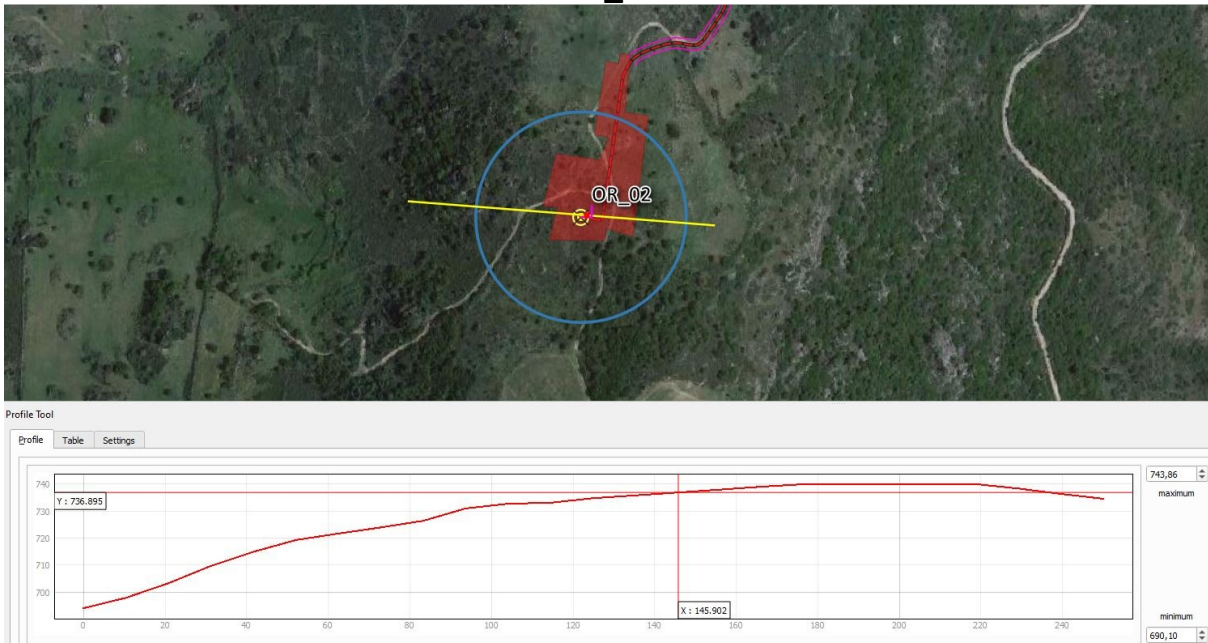
Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

OR_02



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_02 è ubicata sulla sommità della dorsale con andamento Nord-Sud, alla quota di 739,0 metri s.l.m. .

La superficie topografica presenta una blanda pendenza verso Ovest, con inclinazione di circa 5°.

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_2	739,0	5°	Monzograniti	No

Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

OR_03



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_03 è ubicata alla quota di 720,0 metri s.l.m. in località Fruncu Padulas, appena sotto cresta.

La superficie topografica presenta una blanda pendenza verso Sud-Ovest, con inclinazione di circa 5°.

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_3	720,0	5°	Monzograniti	No

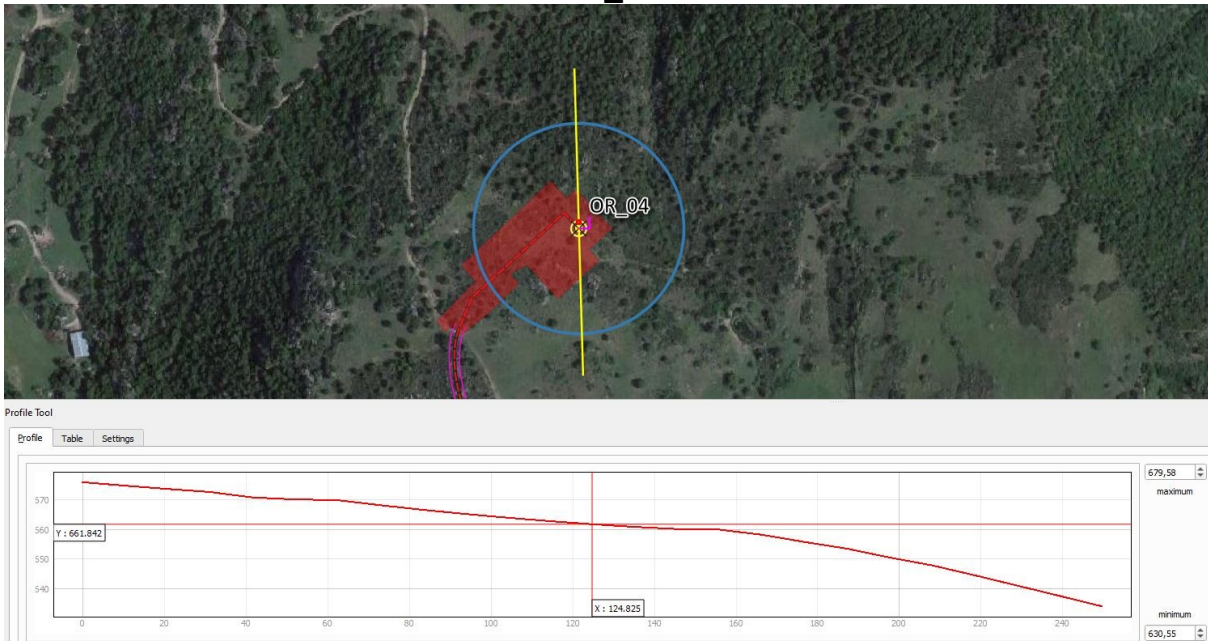
Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

OR_04



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_04 è ubicata in località Perda Odetta alla quota di 665,0 metri s.l.m.

La superficie topografica presenta una blanda pendenza Nord, con inclinazione della superficie topografica nei punti di installazione di circa 4°.

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_4	665,0	42°	Monzograniti	No

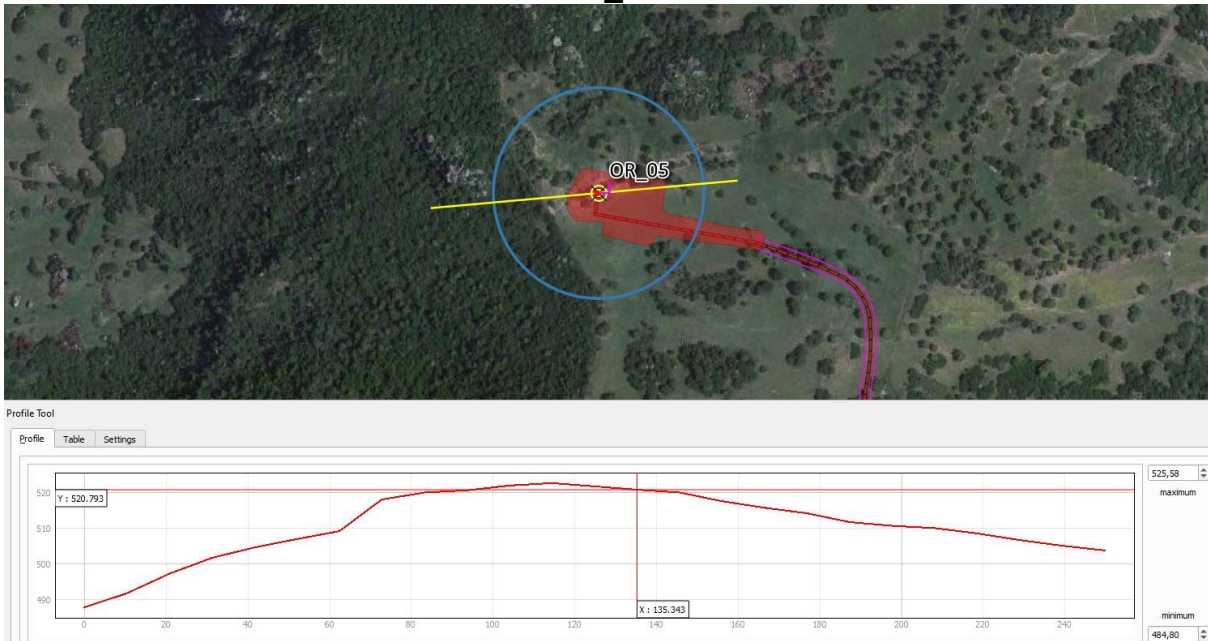
Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

OR_05



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_05 è ubicata alla quota di 526,0 metri s.l.m. in corrispondenza Punta Iroghe.

La superficie topografica presenta una pendenza verso Est, con inclinazione di circa 5°, mentre verso Ovest si raccorda con il fondovalle attraverso un versante avente elevate pendenze.

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_5	526,0	5°	Monzograniti	No

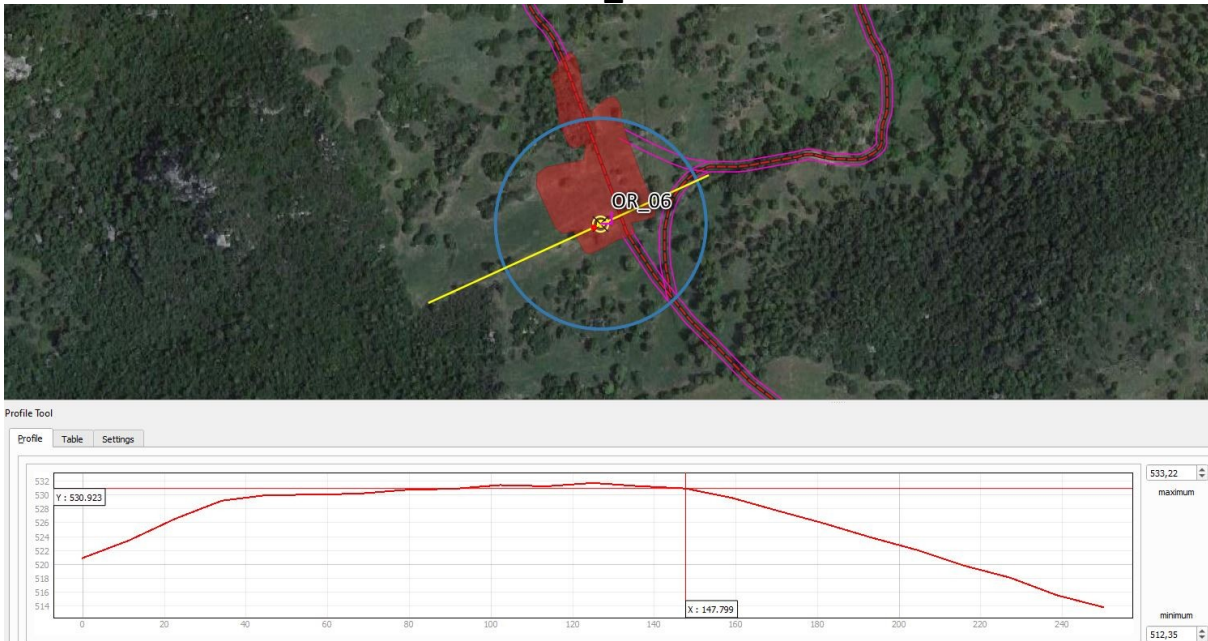
Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

OR_06



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_06 è ubicata alla quota di 540,0 metri s.l.m. nelle vicinanze di Monte di Locoe.

La superficie topografica si presenta sub-orizzontale in corrispondenza del punti di istallazione, mentre verso Ovest si raccorda con il fondovalle attraverso un versante avente elevate pendenze.

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_6	540,0	4°	Monzograniti	No

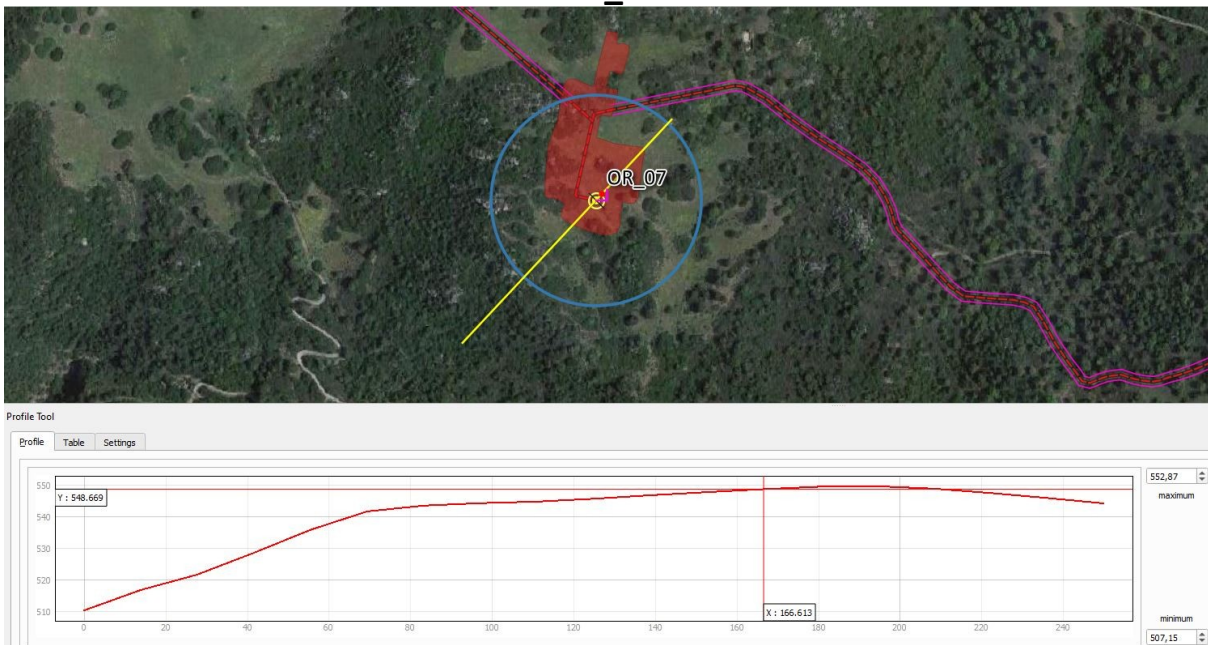
Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

OR_07



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_07 è ubicata alla quota di 550,0 metri s.l.m. sul versante Sud di Fruncu Erente.

La superficie topografica risulta essere sub-pianeggiante, con blanda inclinazione di circa 2° verso Sud-Ovest.

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_7	550,0	2°	Monzograniti	No

Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

OR_08



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_08 è ubicata in località Bedde Saigu, alla quota di 465,0 metri s.l.m.

La superficie topografica presenta una pendenza verso Sud-Ovest, con inclinazione di circa 5°

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_8	465,0	5°	Monzograniti	No

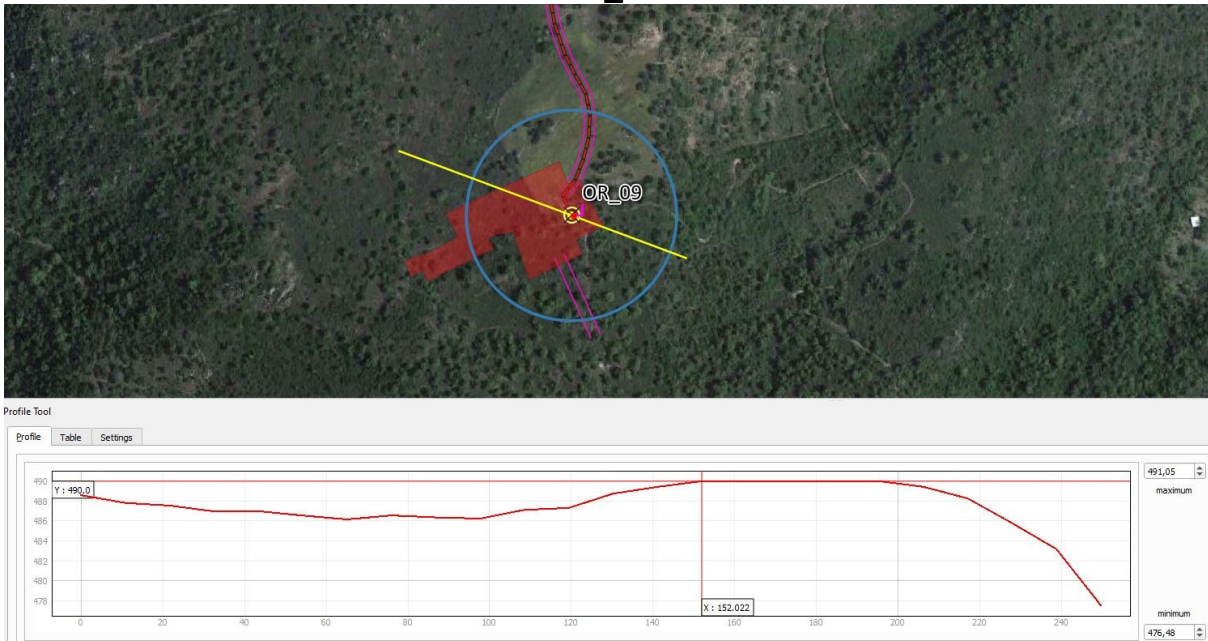
Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

OR_09



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_09 è ubicata in località Paduleddas, alla quota di 490,0 metri s.l.m.

La superficie topografica presenta una blanda pendenza in corrispondenza del punto di installazione; verso Est il versante si raccorda con il fondovalle con pendenze elevate.

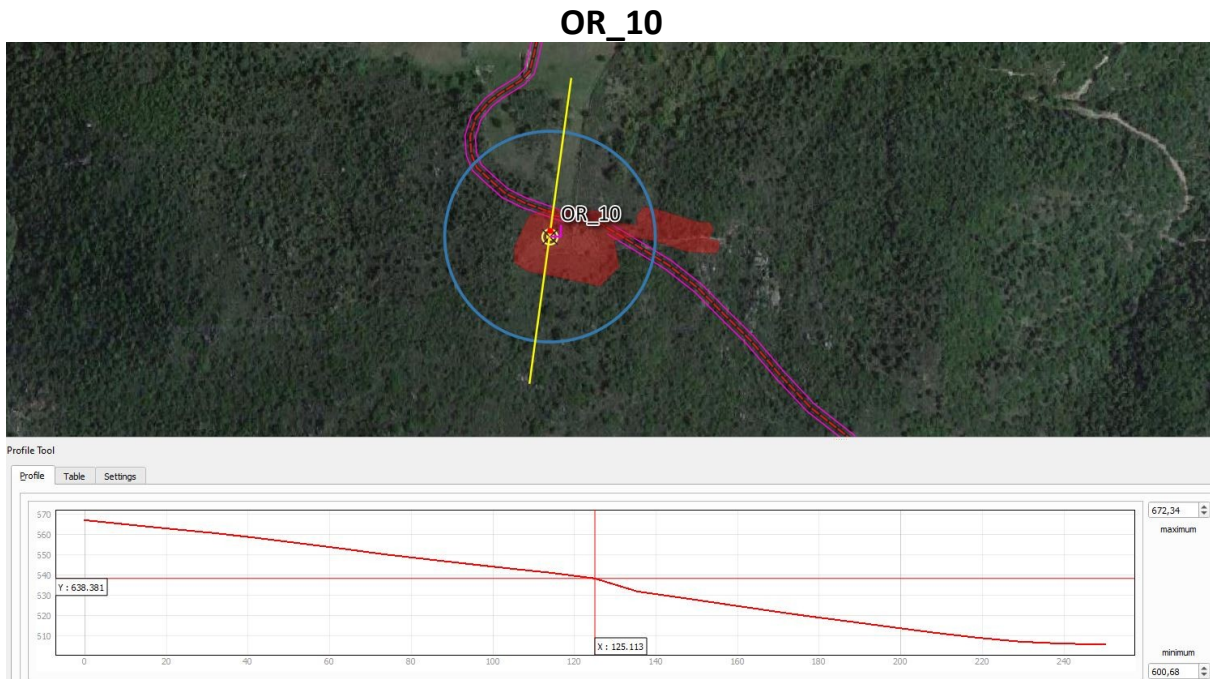
ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_9	490,0	5°	Monzograniti	No

Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_10 è ubicata sulla sommità di una piccola e piatta dorsale che separa due piccoli impluvi, alla quota di 640,0 metri s.l.m.

La superficie topografica si presenta sub-pianeggiante.

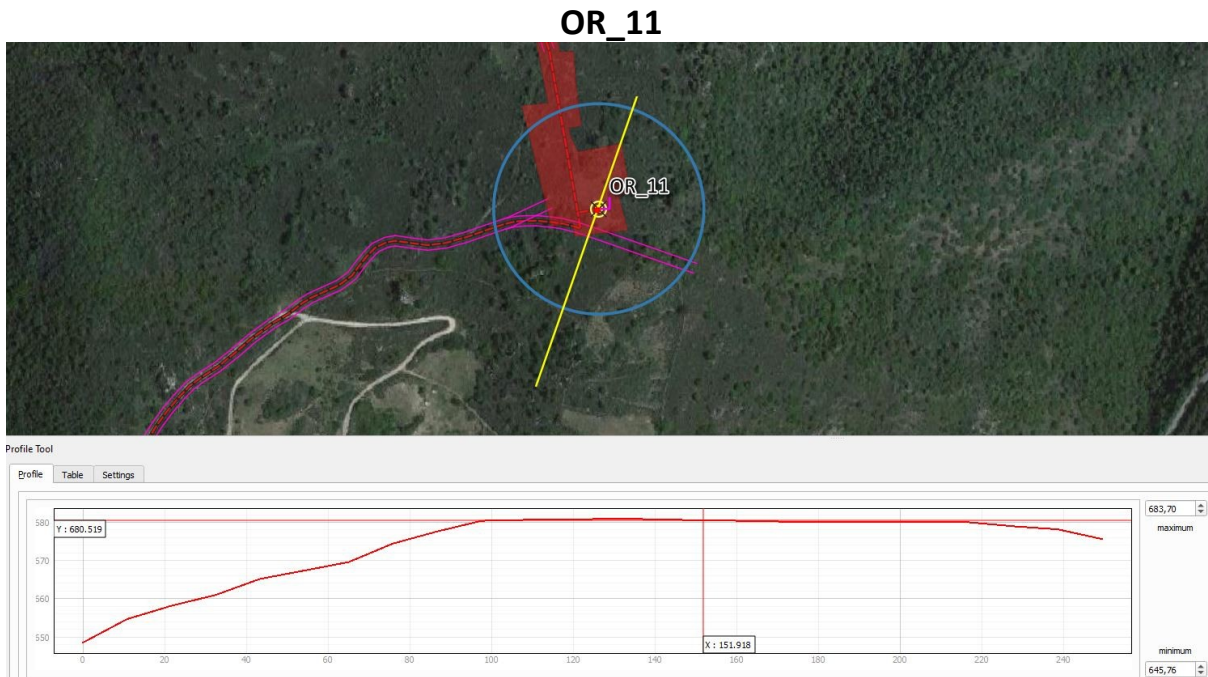
ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_10	640,0	2°	Monzograniti	No

Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"



L'area di sedime dell'aerogeneratore OR_11 è ubicata in località Desuneles , alla quota di 680,0 metri s.l.m.

La superficie topografica presenta una blanda pendenza verso Sud, con inclinazione di circa 4°.

ID	Quota slm	Pendenza	Geologia	Presenza di dissesti
OR_11	680,0	4°	Monzograniti	No

Successione stratigrafica sintetica

da 0,00 a 1,0 m: Terreno vegetale

da 1,0 in poi: Granodioriti monzogranitiche (1)

Categoria Topografica "T2" – Categoria di sottosuolo "B"

12. OPERE ELETTRICHE

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata nella **stazione elettrica di trasformazione (SEU)** mediante cavi interrati.

Tali cavidotti, **interrati ad una profondità non inferiore a 1,6 metri**, saranno infilati all'interno di corrugati di idonea sezione.

Essi andranno ad interessare principalmente carreggiate stradali esistenti, e pertanto ogni lavorazione sarà eseguita nel rispetto delle prescrizioni degli "Enti proprietari" e gestori del tratto di strada interessato.

Laddove le strade si sviluppino sui versanti, compatibilmente con l'ubicazione di altri sottoservizi già presenti, il cavidotto sarà posato sul lato monte, onde evitare di interessare eventuali terreni di riporto.

I tracciati individuati per i cavidotti interrati (linea Alta Tensione) che interessano aree a rischio idraulico sono comune ubicati su tratti stradali esistenti.

13. CONCLUSIONI

La **SCIROCCO PRIME s.r.l.** intende realizzare il **nuovo parco eolico “ORGOSOLO-OLIENA”** costituito da **n°11 aerogeneratori** da realizzarsi nei territori comunali di Orgosolo e Oliena mentre le opere elettriche interesseranno anche il comune di Nuoro.

E' stato effettuato un rilevamento geologico-geomorfologico di superficie per l'inquadramento stratigrafico-geotecnico generale dei siti di interesse; **i risultati hanno messo in evidenza la presenza del basamento geologico (Monzograniti) in affioramento diretto.**

Infine data la morfologia del sito, dovranno essere effettuati movimenti terra e pertanto il progetto prevede di:

- utilizzare **materiali con buone caratteristiche geotecniche** (materiale arido tipo A1, A2-4, A2-5, A3) per la realizzazione di strade e piazzole, mediante miscelazione con i terreni ottenuti dagli sbancamenti;
- prevedere, laddove necessario, **il contenimento dei rilevati mediante la realizzazione di gabbionate o terre armate**, opportunamente fondate.

Da quanto esposto, **è possibile concludere che le caratteristiche morfologiche e geologiche del sito individuato per l'istallazione di aerogeneratori, ovvero per la produzione di energia eolica, ben si prestano per la realizzazione di tale opera** in quanto:

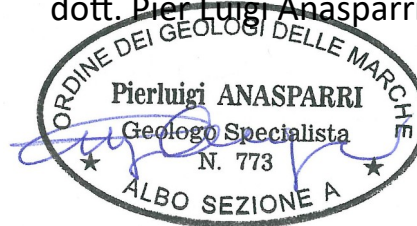
- *il basamento geologico in affioramento presenta ottime caratteristiche geotecniche;*

- *gli elementi del parco che interessano aree a rischio idraulico sono esclusivamente da ricondurre alle opere elettriche (cavidotti) e per brevi tratti;*
- *le opere tutte non andranno a modificare in maniera significativa il regime delle acque superficiali né tanto meno quello profondo, che si sviluppa maggiormente a profondità elevate;*
- *è necessario tener conto della scarsa scavabilità dei graniti durante la progettazione delle opere definitive;*

Dall'indagine geologica, idrogeologica, geotecnica e sismica condotta sull'area, e tenuto conto delle prescrizioni sopra descritte in fase progettuale, **si ritiene preliminarmente che l'opera possa essere realizzata in condizioni di sicurezza geologica, idrogeologica ed idraulica.**

IL GEOLOGO

dott. Pier Luigi Anasparri



Ascoli Piceno, Dicembre 2023