

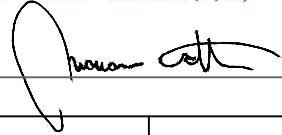




# "PARCO EOLICO SENNORI (SS)"

Progetto per la realizzazione di un parco eolico con potenza pari a 42 MW sito nel Comune di Sennori (SS) con opere di connessione alla RTN nel Comune di Tergu (SS)

COMMITTENTE  <b>Edison Rinnovabili S.p.A.</b>		PROGETTAZIONE  <b>Hydro Engineering s.s.</b> di Damiano e Mariano Galbo via Rossotti, 39 91011 Alcamo (TP) Italy 				 ORDINE DEGLI INGEGNERI Ing. Mariano Galbo N. 724 PROV. TRAPANI	
TITOLO ELABORATO <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>		IL GEOLOGO  Dr. CIBELLA CARLO N. 1188 *		SCALA		COMMESSA <b>SVIL- 1000190562</b>	
CODIFICA DOCUMENTO <b>SEN-PD-R20-00</b>							
4							
3							
2							
1							
0							
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
Questo disegno non può essere riprodotto, nè utilizzato altrove, nè ceduto a terzi in tutto o in parte senza il consenso scritto degli autori							

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Foro Buonoparte n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12221940964</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) <b>- STUDIO GEOLOGICO -</b>	Dott. Carlo Cibella	1 / 28

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>10</b>
<b>4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>13</b>
<b>5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>19</b>
<b>6. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA .....</b>	<b>20</b>
6.1 Caratterizzazione sismica del sottosuolo .....	24
<b>7. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEL SOTTOSUOLO .....</b>	<b>26</b>
<b>8. CONCLUSIONI.....</b>	<b>27</b>

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Foro Buonaparte n.31 - Milano (MI) P.IVA: 12221440964</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	2 / 28

## 1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta dietro incarico ricevuto dalla Hydro Engineering, nella persona dell'Ing. M. Galbo, in nome e per conto della società Edison Rinnovabili S.P.A. con sede in Foro Buonaparte n.31 – Milano (MI).

L'incarico contempla la redazione dello studio geologico relativo al progetto per la realizzazione di un parco eolico con potenza pari a 42 MW sito nel Comune di Sennori (SS) con opere di connessione alla RTN nel Comune di Sennori (SS) composto da 6 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 7,0 MW.

Il modello tipo di aerogeneratore scelto avrà potenza nominale di 7,0 MW con diametro rotore pari a 163 m e altezza massima al top della pala pari a 180 m per l'aerogeneratore SEN-01 e fino a 200 m per gli altri aerogeneratori. Questa tipologia di aerogeneratore è allo stato attuale quella ritenuta più idonea per il sito di progetto dell'impianto.

Oltre che degli aerogeneratori, il progetto si compone dei seguenti elementi:

- un elettrodotto interrato con cavi a 36 kV, di collegamento tra gli aerogeneratori e la nuova stazione elettrica Terna 150/36 kV Tergu;
- edificio di consegna;
- nuova Stazione Elettrica di Terna 150/36KV "Tergu"; da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV “Sennori – Tergu” e “Ploaghe Stazione – Tergu” (progetto in capo ad un altro proponente);
- accordi di connessione AT a 150 kV, tra la stazione 150 KV “Tergu” le linee RTN a 150 kV “Sennori – Tergu” e Ploaghe Stazione – Tergu” (progetto in capo ad un altro proponente).

Gli aerogeneratori sono interconnessi da un cavo a 36kVe a loro volta si connettono alla sottostazione tramite un cavidotto interrato. Nella stessa sottostazione sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM) dell'impianto eolico che consente di valutare in remoto il funzionamento complessivo e le prestazioni dell'impianto ai fini della sua gestione. Non saranno necessarie cabine elettriche prefabbricate a base torre, in quanto le apparecchiature saranno direttamente installate all'interno della navicella della torre di sostegno dell'aerogeneratore. Questo comporterà un minore impatto dell'impianto con il paesaggio circostante.

All'interno della torre saranno installati:

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Boncompagni n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12221440964</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	3 / 28

- il trasformatore 36kV-BT (0,95/36),
- il sistema di rifasamento del trasformatore,
- la cella 36 kV di arrivo linea e di protezione del trasformatore,
- il quadro di BT (950 V) di alimentazione dei servizi ausiliari,
- quadro di controllo locale.

L'impianto Eolico sarà costituito da n° 6 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 7,0 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 42,00 MW.

Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori, l'edificio di consegna e la sottostazione elettrica di trasformazione.
- Tutte le opere in conglomerato cementizio armato e quelle a struttura metallica sono state progettate e saranno realizzate secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche vigenti relative alle leggi sopracitate, così pure gli impianti elettrici.

Nell'ambito del progetto lo studio è stato articolato tramite l'esecuzione di tutti i rilievi necessari per:

- determinare la costituzione geologica delle due aree interessate dal progetto;
- studiare le caratteristiche geomorfologiche e l'assetto idrogeologico, con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dei versanti;
- individuare le caratteristiche stratigrafiche dei terreni dei siti interessati dal progetto;
- descrivere le caratteristiche tecniche di massima dei vari terreni con particolare interesse per quelle che più incidono in questo di progetto (composizione mineralogica, coesione, angolo d'attrito, peso dell'unità di volume, peso specifico, granulometria, etc.);
- individuare in generale le categorie del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, ai sensi della normativa vigente (D.M. del 17/01/18 e ss.mm.ii).

Scopo dello studio è stato quello di verificare l'assetto geomorfologico, geologico-strutturale ed idrogeologico dell'area in esame, accertando in particolare se nel sito in progetto esistono caratteristiche geomorfologiche e geologiche tali da garantire la stabilità delle opere

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Foro Buonoparte n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12211440154</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) <b>- STUDIO GEOLOGICO -</b>	Dott. Carlo Cibella	4 / 28

previste in progetto, in relazione alle tensioni indotte sul terreno dalle opere che si andranno a realizzare.

La caratterizzazione litotecnica del sottosuolo è stata dedotta tramite dati forniti dalla letteratura geotecnica.

La categoria sismica del terreno, ai sensi del D.M.17/01/2018, è stata dedotta - in forma preliminare – considerando la natura litologico-stratigrafica del sottosuolo.

Con i dati in nostro possesso abbiamo redatto la presente relazione geologica in ossequio a:

- “Norme Tecniche per le Costruzioni” ai sensi del DM 17.01.2018 e ss.mm.ii.
- Linee guida del PAI approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006 e successive modifiche ed integrazioni;
- Carta Geologica ISPRA 559 Sassari in scala 1:50.000.

Sulla scorta dei dati acquisiti, sono stati prodotti i seguenti elaborati che costituiscono parte integrante del presente studio:

- Corografia in scala 1: 25.000
- Inquadramento dell’area su ortofoto.
- Inquadramento dell’area su cartografia IGM
- Sezione geologica
- Carta geologica ed idrogeologica, in scala 1:12.000,
- Carta geomorfologica in scala 1:12.000

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <small>Fino Eurospazio n.51 - Milano (MI) P.IVA: 1221144054</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	5 / 28

## 2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Le aree interessate dal posizionamento degli aerogeneratori ricadono nelle contrade Su Pezzu Sa Rughe (SEN-01 e SEN-02), Badde Iscorigosu (SEN-03), M. Balvarigas (SEN-04), Funtana Ruja (SEN-05), Sa Coa De Renau (SEN-06 e Edificio Consegna).

Di seguito cartografie e fogli di mappa catastali interessati dalle opere:

IGM 25 K:

441 II SORSO

442 III SEDINI

459 I SASSARI

460 IV OSILO

CTR 10K WGS84:

- 442090
- 442130
- 441160
- 459040
- 460010

Catastali

- Comune di Sennori - Fogli 24,21,15,14,9,8,5 e 4
- Comune di Osilo - Fogli 29, 21, 5, 21
- Comune di Tergu (B) - Fogli 2
- Comune di Tergu (C) - Fogli 5,3,2,1

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 32 WGS84 degli aerogeneratori:

NOME	EST	NORD	Riferimenti catastali
SEN01	467572	4514323	Sennori-Foglio 24, p.la: 39-38
SEN 02	468077	4514587	Sennori-Foglio 24, p.la: 34
SEN 03	468245	4515046	Sennori-Foglio 21, p.la: 39
SEN 04	468583	4515434	Sennori-Foglio 21, p.la: 33
SEN 05	468479	4516040	Sennori-Foglio 21, p.la: 75
SEN 06	468528	4516546	Sennori-Foglio 21, p.la: 14
Edificio Consegna	468439	4516796	Sennori-Foglio 14, p.la: 105

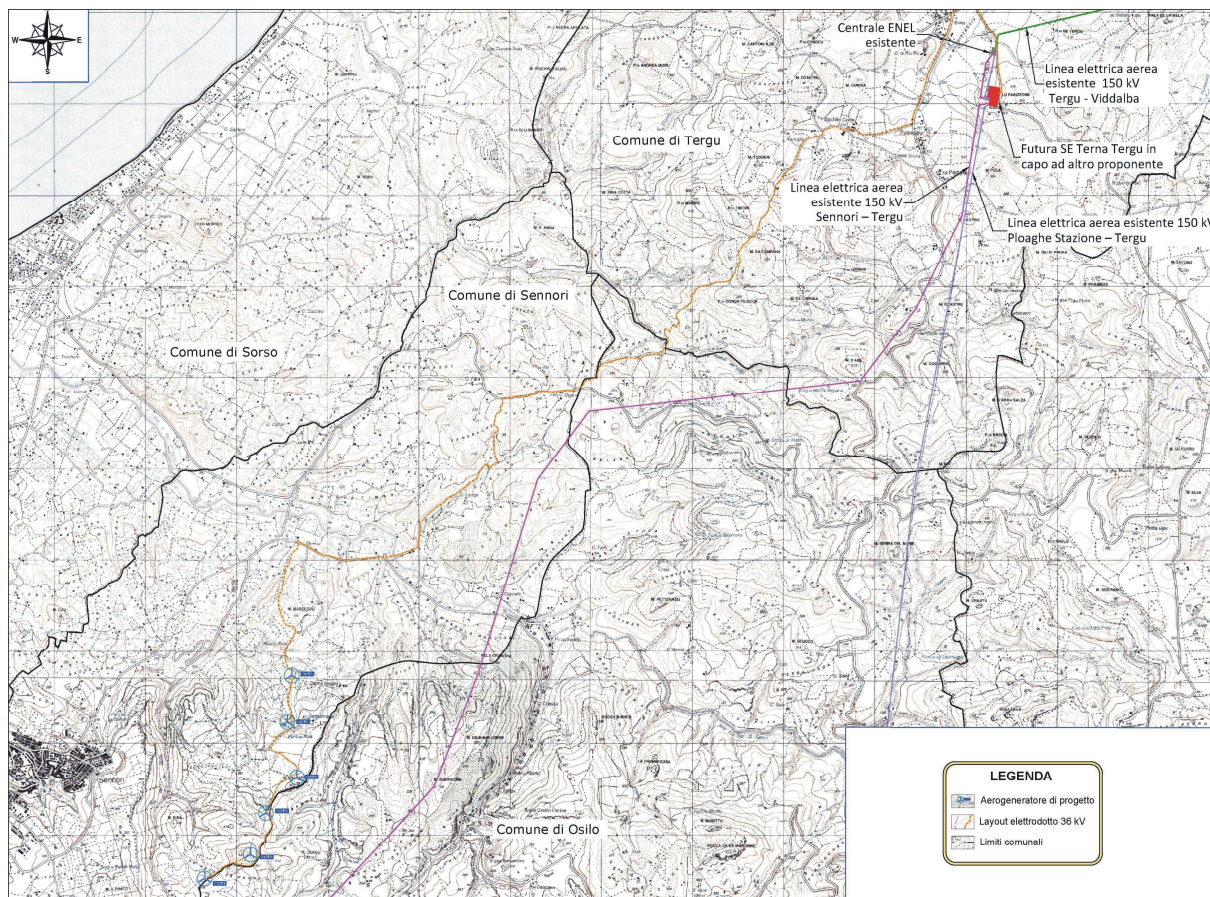
Coordinate aerogeneratori nel sistema UTM 32 WGS84

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <p>Edison Rinnovabili S.p.A.  <small>Foro Buonoparte n.51 - Milano (MI)  P.IVA. 12201940964</small></p>	<p><b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b>  Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU)  - STUDIO GEOLOGICO -</p>	<p>Dott. Carlo Cibella</p>	<p>6 / 28</p>



UBICAZIONE AREA DI IMPIANTO SU IMMAGINE SATELLITARE

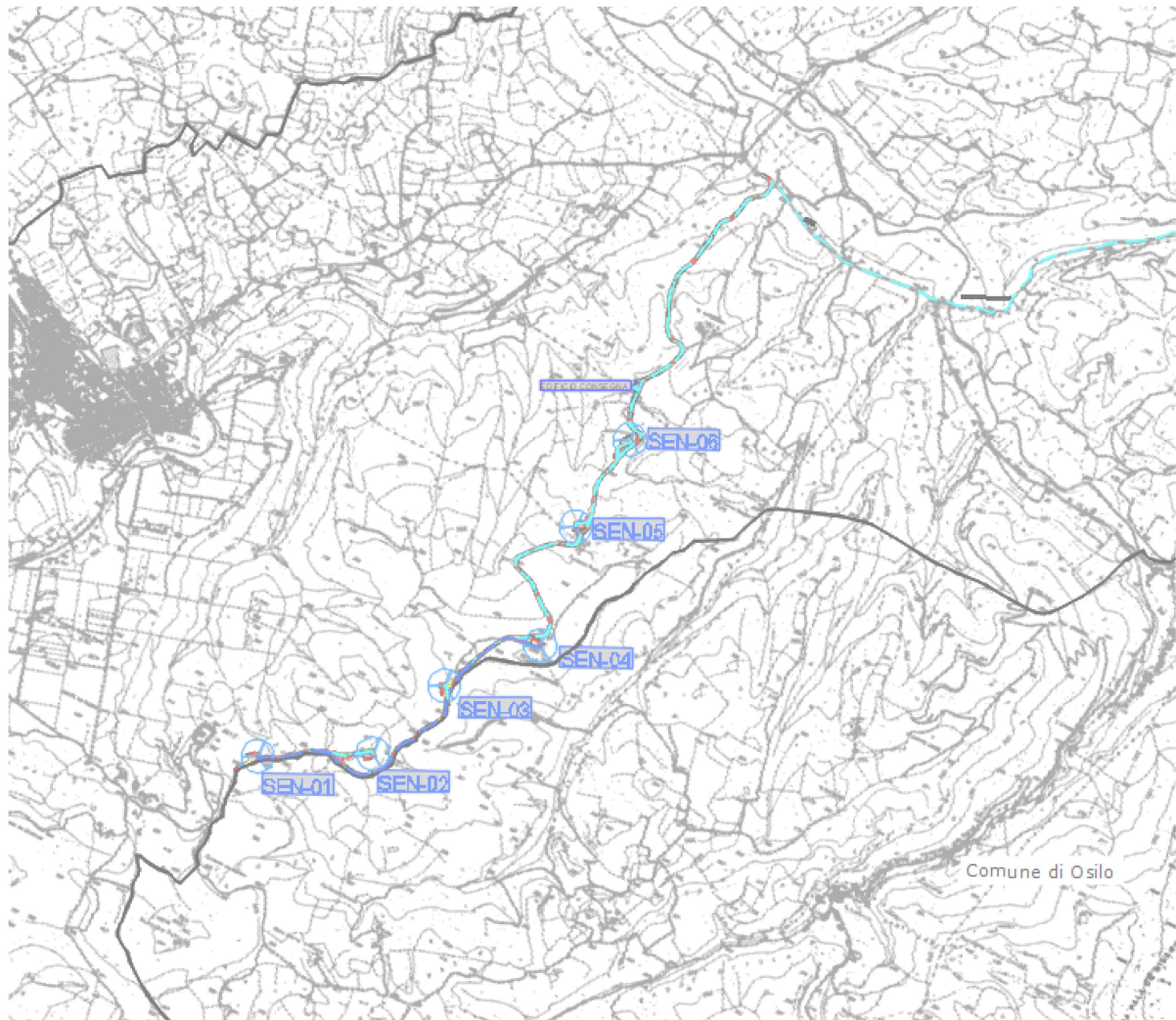
COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <p>Edison Rinnovabili S.p.A.            Foro Buonaparte n.51 - Milano (MI)            P.IVA: 12021940154</p>	<p><b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b>            Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU)            - STUDIO GEOLOGICO -</p>	<p>Dott. Carlo            Cibella</p>	<p>7 / 28</p>



INQUADRAMENTO IMPIANTO SU IGM 1: 25.000



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <p>Edison Rinnovabili S.p.A.  <small>Foro Buonoparte n.51 - Milano (MI)  P.IVA. 12021940264</small></p>	<p>PARCO EOLICO SENNORI (SS)  Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU)  - STUDIO GEOLOGICO -</p>	<p>Dott. Carlo  Cibella</p>	<p>8 / 28</p>



INQUADRAMENTO IMPIANTO SU CTR 1: 10.000

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <p>Edison Rinnovabili S.p.A.  <small>Foro Buonoparte n.51 - Milano (MI)  P.IVA. 12201940154</small></p>	<p>PARCO EOLICO SENNORI (SS)  Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU)  - STUDIO GEOLOGICO -</p>	<p>Dott. Carlo  Cibella</p>	<p>9 / 28</p>



INQUADRAMENTO IMPIANTO SU ORTOFOTO

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Bonosperto n.51 - Milano (MI) P.IVA: 1222144054</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	10 / 28

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La storia geologica della Sardegna parte dal Precambriano quando le masse continentali erano suddivise in più placche e si è conclusa nel Quaternario.

Nell'Ordoviciano, le placche continentali cominciarono a convergere fra loro e nel Carbonifero, le placche iniziarono a collidere. Il processo collisionale tra le masse continentali fece aumentare il gradiente geotermico formando enormi masse di magma che intrappolato nella crosta si è raffreddato molto lentamente dando origine al grande batolite granitico che affiora per un terzo del blocco sardo-corso.

L'area ha un assetto stratigrafico-strutturale caratterizzato da un substrato composto da rocce vulcaniche e sedimentarie dell'Oligocene-Miocene, ricoperto da depositi continentali e marini di età compresa tra il Burdigaliano superiore ed il Tortonian-Messiniano.

Nell'area interessata affiorano terreni, insieme ad altre formazioni che dal punto di vista geostrutturale, appartengono al "Bacino del Logudoro", una delle tante depressioni tettoniche che si formarono in successione andando a costituire al cosiddetta Fossa Sarda, estesa dal Golfo di Cagliari al Golfo dell'Asinara. Si tratta di una zona che ha subito uno sprofondamento nell'ambito dei fenomeni geodinamici legati alla rotazione in senso antiorario del blocco sardo-corso e alla conseguente apertura del Bacino Balearico, avvenuta tra l'Oligocene ed il Miocene Bacino del Logudoro (da Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia e Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200 000).

I complessi geologici che si possono rinvenire in prossimità dell'area interessata dal progetto sono, a partire dal più recente al più antico:

- depositi sedimentari continentali;
- depositi sedimentari di ambiente marino;
- rocce vulcaniche.

La formazione di questa sequenza è dovuta al fatto che a partire dal Burdigaliano si verifica una intensa attività vulcanica cui seguì un periodo di ingressione marina entro il bacino che in via di sprofondando, il quale diede luogo al cosiddetto "Secondo Ciclo Sedimentario Miocenico". Si formarono depositi di natura carbonatica e marnosa la cui sedimentazione avvenne fino al Serravalliano, terminando con una fase regressiva del mare che diede luogo a depositi di sabbie e arenarie. Una ulteriore ingressione marina, definita come "Terzo Ciclo Sedimentario Miocenico", avvenne ancora a causa di fenomeni di sprofondamento del Bacino del Logudoro, con formazione di depositi sedimentari carbonatici, a partire dal Tortoniano per terminare nel Messiniano.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Bioparco n.51 - Milano (MI) P.IVA: 12211440154</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) <b>- STUDIO GEOLOGICO -</b>	Dott. Carlo Cibella	11 / 28

Nel seguito vengono descritte in dettaglio le formazioni riportate nella carta geologica, dalla più recente alla più antica:

**Depositi terrigeni continentali** (*Olocene – Attuale*): detrito di falda, coltri eluvio colluviali, sabbie limo-argillose con clasti detritici medio-fini, massive, più o meno intensamente pedogenizzate. Spessore: 1-3 m.

**Depositi carbonatici marini**, (Formazione di Montesanto *Tortoniano-Messiniano inf.*), calcari bioclastici di piattaforma interna con rare intercalazioni silicoclastiche, calcareniti e calciruditi clinostratificate, con livelli a rodoliti, con foraminiferi bentonici (*Amphistegina*), gasteropodi, bivalvi, echinidi. Spessore: variabile, fino ad un massimo di 50 m.

**Depositi vulcano-sedimentari**, si tratta di depositi vulcanici di ambiente continentale di flusso piroclastico a chimismo riolitico, con tessitura macroeutaxitica per la presenza di con fiamme deformate plasticamente che possono raggiungere il metro di lunghezza, epiclasiti, tuffiti e cineriti. Spessore: fino a 25 m.

**Lave basaltico-andesitiche-riolitiche**, (*Burdigaliano p.p.*), si tratta di depositi vulcanici di lave andesitiche grigio scure, lave riolitiche e dacitiche, in duomi o colate, in genere massive, talvolta con foliazione da flusso marcata da fratturazione platy jointing. Intercalati alle colate, depositi piroclastici di caduta, con spessori di alcuni metri. Frequenti e importanti alterazioni idrotermali con vaste zone di silicizzazione. Spessore in affioramento: può raggiungere il centinaio di metri (OSL).

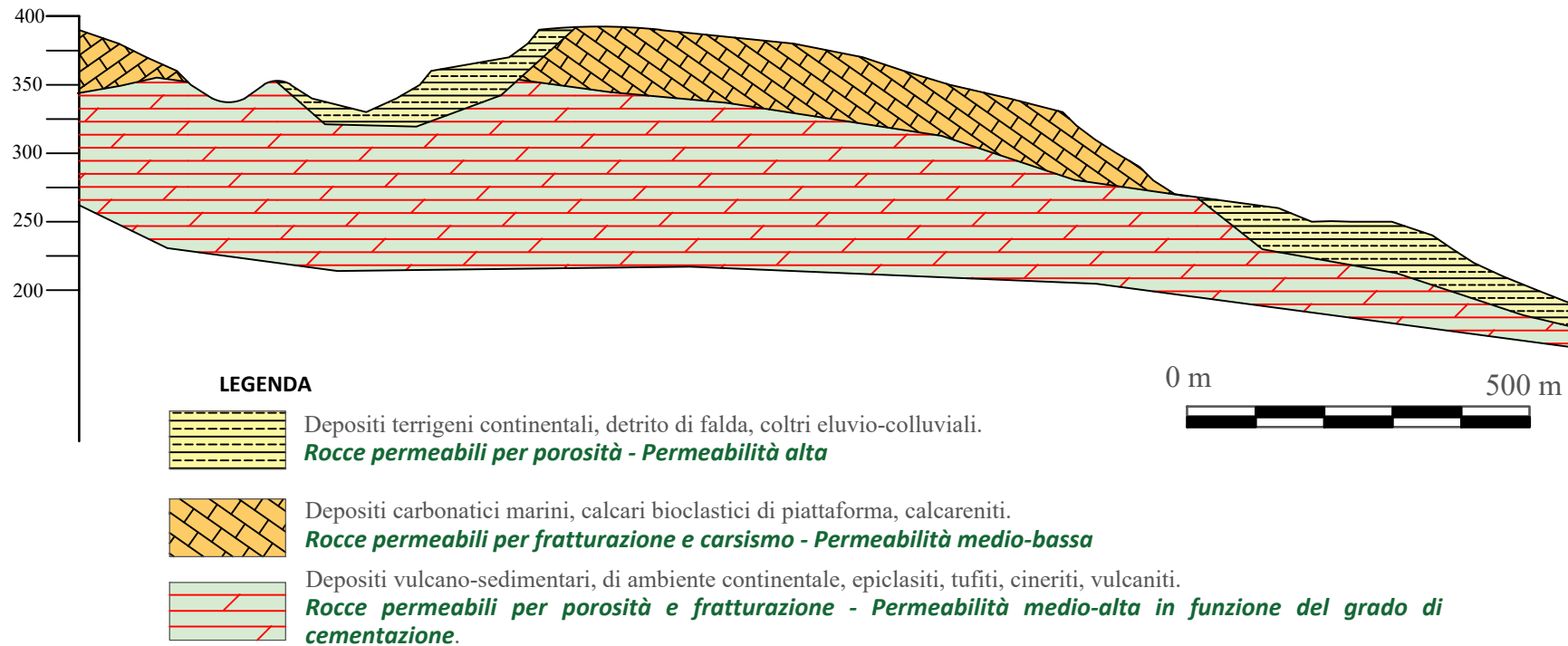
Più puntualmente gli aerogeneratori ricadono entro un'area situata a Est dell'abitato di Sennori (SS) che geologicamente è composta:

gli aerogeneratori denominati SEN-01, SEN-02, ricadono sui depositi terrigeni continentali, gli aerogeneratori SEN-03 e SEN-04 ricadono sulle calcareniti e calciruditi algali, gli aerogeneratori SEN-05 e SEN-06 sui depositi vulcano-sedimentari di ambiente continentale.

L'Elettrodotto orientato in direzione SO-NE, attraversa con una lunghezza di 12,00 Km circa in linea d'aria i territori Comunali di Sennori, Osilo e Tergu per arrivare alla futura Stazione Elettrica Terna di Tergu.

Per maggiori dettagli si rimanda alla carta geologica allegata alla presente relazione ed alla sezione stratigrafica inserita nella pagina successiva.

## SEZIONE STRATIGRAFICA A-A'



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Foto Eurospazio n.51 - Milano (MI) P.IVA. 1222144054</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	13 / 28

#### 4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il sito di progetto, è posto nella Sardegna nord-occidentale a Est rispetto all'abitato del del Comune di Sennori nella Provincia di Sassari ad una quota compresa tra i 220 e i 370 m s.l.m., ad una distanza di circa 1,7 Km in linea d'aria. Il territorio è prevalentemente altocollinare a vario grado di acclività, impostato sui depositi carbonatici marini, sui depositi vulcano-sedimentari e sulle lave basaltico-andesitiche-trachitiche.

L'assetto morfologico dell'area, mostra aspetti caratteristici di un ecosistema dove nel corso del tempo ed in connessione con le condizioni morfoclimatiche esistenti, i vari agenti e processi geomorfologici, hanno determinato i lineamenti morfologici in stretta relazione con le caratteristiche geologiche delle litologie affioranti, la cui resistenza all'erosione determina le forme assunte dal paesaggio, in seguito all'azione modificatrice degli agenti geodinamici.

In generale, l'area presenta una morfologia con forme dolci in corrispondenza delle litologie essenzialmente plastiche con incisioni vallive, cui si contrappongono in corrispondenza degli affioramenti più competenti, forme più aspre.

Sono presenti orli di scarpate di altezza inferiore ai dieci metri in corrispondenza delle arenarie dei depositi terrigeni continentali, frutto dell'azione erosiva dei corsi d'acqua e del ruscellamento delle acque superficiali

Il reticolo idrografico è costituito da linee d'impluvio che presentano un diverso grado di approfondimento man mano che ci si sposta dalla sommità degli altipiani verso le zone perimetrali presentandosi come vallecicole strette, appena accennate, con profilo a V, passando a vallecicole con fondo a conca in corrispondenza dei versanti impostati sui terreni più coerenti. Alla base dei versanti nella formazione dei depositi carbonatici le valli si presentano strette con fondo piatto.

Le superfici sulle quali è più intensa l'azione modellante delle acque piovane sono coincidenti con gli affioramenti dei depositi terrigeni continentali.

L'idrografia dell'area in esame è poco sviluppata; i corsi d'acqua che attraversano l'area interessata non costituiscono dei veri e propri fiumi ma, in presenza di piogge cospicue, possono presentare portate importanti.

In particolare troviamo il Rio Sorso che attraversa l'area a nord di Sennori con andamento est-ovest, il cui corso a tratti meandriforme ha creato una vasta area subpianeggiante.

Altri corsi d'acqua, Rio su Golfu, Rio Sinnadolzu, Rio de Sos Bagnos, presentano valli piuttosto incise con andamento pressoché rettilineo.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Europarco n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12211440154</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	14 / 28

Detti corsi d'acqua presentano deflussi superficiali esigui o del tutto assenti nei periodi estivi, mentre in presenza di piogge abbondanti possono essere soggetti anche a piene di una certa entità.

Entrando nel dettaglio, di seguito si descrivono le pendenze dei siti sui quali verranno realizzati gli aerogeneratori in progetto:

- L'aerogeneratore denominato **Sen-01** è posto entro un'area il cui versante Est è quello con maggiore pendenza del 34% e del 10% nel versante N-S
- L'aerogeneratore denominato **Sen-02** è posto entro un'area il cui versante Est è quello con maggiore pendenza del 40% e del 27% nel versante N-S
- L'aerogeneratore denominato **Sen-03** è posto entro un'area il cui versante Sud è quello con maggiore pendenza del 49% nel versante N-S
- L'aerogeneratore denominato **Sen-04** è posto entro un'area il cui versante Est è quello con maggiore pendenza del 20% del 9% nel versante N-S.
- L'aerogeneratore denominato **Sen-05** è posto entro un'area il cui versante Sud ha pendenza del 42 % e il versante Est 38% nel versante O-E.
- L'aerogeneratore denominato **Sen-06** è posto entro un'area il cui versante Est ha pendenza del 69% e il versante Est 53% nel versante O-E.

**Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, o P.A.I.**, è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo che persegue l'obiettivo di garantire nel territorio adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti ed al pericolo di frana, l'assetto idraulico relativo alla dinamica dei corsi d'acqua ed al pericolo d'inondazione.

Per ciascuna categoria contemplata nel P.A.I. (Pericolo idraulico, Pericolo geomorfologico, Danno potenziale, Rischio Idraulico, Rischio geomorfologico), vengono indicati dei livelli crescenti:

#### **Pericolo Idraulico**

HI- (Aree da modellazione 20 con  $V_p \leq 0,75$ )

HI0-PO (Tratto studiato nel quale la piena risulta contenuta all'interno delle sponde per tutti i Tr)

HI1- P1 (Aree a pericolosità idraulica Moderata o Fascia geomorfologica)

HI2-P2 (Aree a pericolosità idraulica Media)

HI3-P2 (Aree a pericolosità idraulica Elevata)

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <p>Edison Rinnovabili S.p.A.  <small>Fino Europapark n.51 - Milano (MI)  P.IVA: 12211440154</small></p>	<p>PARCO EOLICO SENNORI (SS)  Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU)  - STUDIO GEOLOGICO -</p>	<p>Dott. Carlo  Cibella</p>	<p>15 / 28</p>

HI4-P3 (Aree a pericolosità idraulica Molto elevata)

### **Pericolo Geomorfologico**

Hg0 (Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi)

Hg1 (Aree a pericolosità da frana Moderata)

Hg2 (Aree a pericolosità da frana Media)

Hg3 (Aree a pericolosità da frana Elevata)

Hg4 (Aree a pericolosità da frana Molto Elevata)

### **Danno Potenziale**

D1

D2

D3

D4

### **Rischio Idraulico**

Ri0 – (Aree a rischio Nullo)

Ri1- (Aree a rischio Moderato)

Ri2 – (Aree a rischio Medio)

Ri3 - (Aree a rischio Elevato)

Ri4 - (Aree a rischio Molto elevato)

### **Rischio Geomorfologico**

Rg0 - (Aree a rischio Nullo)

Rg1- (Aree a rischio Moderato)

Rg2 - (Aree a rischio Medio)

Rg3 - (Aree a rischio Elevato)

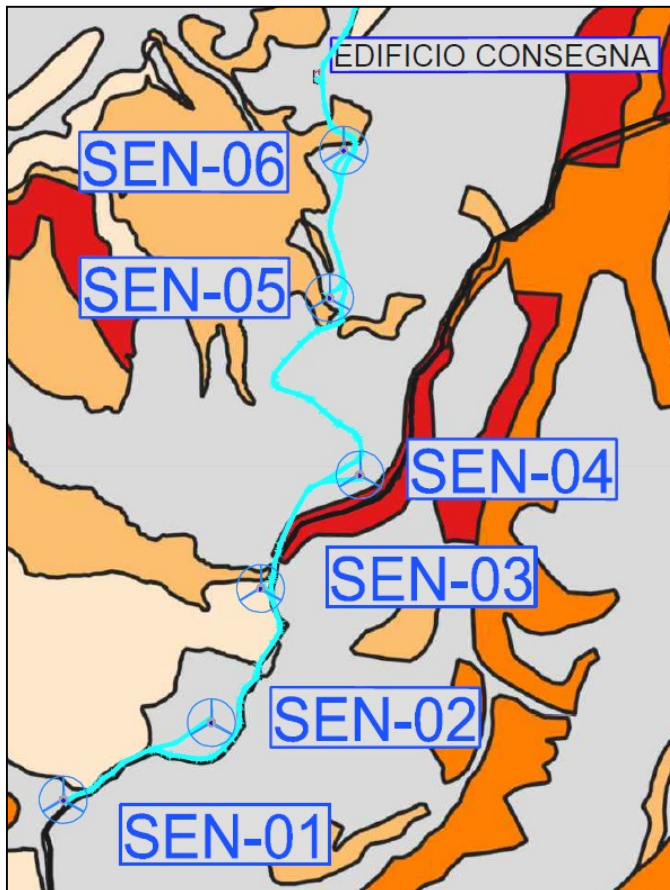
Rg4 - (Aree a rischio Molto elevato)



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Eurosparte n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12221440164</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) <b>- STUDIO GEOLOGICO -</b>	Dott. Carlo Cibella	16 / 28

Dall'esame delle carte del PAI, si evince che le classi di rischio e pericolosità nell'area di progetto sono le seguenti:

- **Pericolosità Idraulica** – interessa il cavidotto in tre tratti, il primo nell'attraversamento del fiume Riu Sorsu ed il secondo Riu Pedras de Fogo. Il grado di pericolosità è rispettivamente Hi4 e Hi1-Hi4. Procedendo verso l'area della stazione elettrica, in prossimità dell'abitato di Pulpazos e Tergu insiste una pericolosità Hi4. Non interessa l'area degli aerogeneratori.
- **Rischio Idraulico** – nei tratti descritti in precedenza il rischio è: in corrispondenza dell'attraversamento del fiume Riu Sorsu Ri3 ed Ri4, in corrispondenza dell'attraversamento Riu Pedras de Fogo Ri1, nell'area della stazione elettrica Ri3 ed Ri4.



- **Pericolosità Geomorfologica** – La maggior parte dell'area ricade in Hg0, l'aerogeneratore SEN 03 ricade in una pericolosità moderata di frana Hg1, alcuni tratti del cavidotto in aree con pericolosità Hg2, un ristretto tratto di viabilità interessato da pericolosità Hg4.

Al lato si allega uno stralcio della cartografia dell'autorità di Bacino che riporta la pericolosità geomorfologica dell'area nella quale verranno installati gli aerogeneratori (per la visione della carta nella sua interezza si rimanda alla carta dei vincoli PAI – Pericolosità geomorfologica). In grigio sono indicate le aree con pericolosità Hg0, con il rosa chiaro la pericolosità Hg1, in arancione chiaro è indicata la pericolosità Hg2, in rosso è indicata la pericolosità Hg4.

- **Rischio Geomorfologico** - La maggior parte dell'area ricade in Rg0, l'aerogeneratore SEN 03 ricade in una pericolosità Rg1, alcuni tratti del cavidotto in aree con pericolosità Rg1 ed Rg2.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Boncompagni n.51 - Milano (MI) P.IVA: 12221440154</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	17 / 28

Entrando nel merito delle *Linee guida del piano stralcio per l'assetto idrogeologico – norme di attuazione (aggiornamento 22/11/2022)* di seguito si riporta quanto descritto:

**Disciplina delle aree di pericolosità moderata da frana (Hg1):** consentite nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

**Disciplina delle aree di pericolosità media da frana (Hg2):** In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentite nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici;

**In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4) sono consentiti esclusivamente:** gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici. Le nuove reti urbane ed extraurbane<sup>113</sup> riferibili a servizi pubblici essenziali sono consentite a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che per la loro realizzazione sono previsti scavi da effettuare esclusivamente lungo strade esistenti e per una profondità di scavo limitata.....

**Disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1):** nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

**Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4):** nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata è consentito (art. 27)

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Boncompagni n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12221940964</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	18 / 28

Lettera g: Le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale.....

Lettera h: Allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale.....

**Alla luce di quanto riferito, ai sensi delle norme di attuazione del P.A.I. vigente, le opere in progetto sono realizzabili senza la redazione di uno studio di compatibilità geomorfologica e idraulica.**

A seguito del rilievo effettuato, dal punto di vista della stabilità globale, il sito di progetto risulta nel complesso stabile e privo di agenti morfogenetici attivi che possono turbare l'habitus geomorfologico locale grazie alle ottime caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo.

La stabilità dei siti di progetto è garantita dalle buone caratteristiche fisico-meccaniche del sottosuolo, dalla giacitura degli strati e dall'assenza di agenti morfogenetici attivi tali da turbare l'attuale habitus geomorfologico.

Alla luce di quanto affermato si dichiara la compatibilità ambientale delle fondazioni degli aerogeneratori in progetto in ordine agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Foro Buonoparte n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12211440964</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	19 / 28

## 5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

I terreni affioranti nell'area in studio sono stati suddivisi in classi con caratteristiche idrogeologiche differenti:

- Terreni permeabili per porosità,
- Terreni permeabili per porosità e fratturazione.
- Terreni poco permeabili

**I terrigeni continentali**, cui si associano detriti di versante e suoli, sono terreni di formazione recente, con composizione terrigena e clastica e diverso grado di addensamento. La loro permeabilità è del tipo primario, per porosità, e si può considerare elevata, dell'ordine di  $1 \times 10^{-2}$  cm/sec.

**I depositi carbonatici**, una permeabilità per fratturazione e carsismo. L'attività geodinamica ha prodotto fenomeni di compressione e dislocazione in masse rocciose generalmente compatte, dal comportamento fragile, generando sistemi di fratture con ampia spaziatura. L'acqua si infiltra in senso verticale nelle discontinuità e può trovare delle vie di scorrimento anche secondo la giacitura dei piani di strato. La permeabilità varia da media laddove le fratture possono essere più ampie e ravvicinate a bassa laddove le sequenze di strati rocciosi sono integre e non si verifica infiltrazione, il coefficiente K varia tra  $1 \times 10^{-4}$  e  $1 \times 10^{-6}$  cm/sec.

**Depositi vulcano-sedimentari**, presentano una permeabilità per porosità e per fratturazione, può essere da media a medio-alta con un coefficiente K variabile tra  $1 \times 10^{-3}$  e  $1 \times 10^{-5}$  cm/sec.

Lave basaltico-andesitiche-riolitiche, presentano una permeabilità per porosità e fratturazione, può essere da molto bassa a bassa, con un coefficiente K variabile tra  $1 \times 10^{-5}$  e  $1 \times 10^{-6}$  cm/sec, in base al grado di addensamento e di cementazione variabile.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Buonoparte n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12221440154</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	20 / 28

## 6. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITA' DELL'AREA E VALUTAZIONI SUL RISCHIO SISMICO

Per ridurre gli effetti del terremoto, l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche.

La legislazione antisismica italiana, allineata alle più moderne normative a livello internazionale, prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare senza gravi danni i terremoti meno forti e senza crollare i terremoti più forti, salvaguardando prima di tutto le vite umane. Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

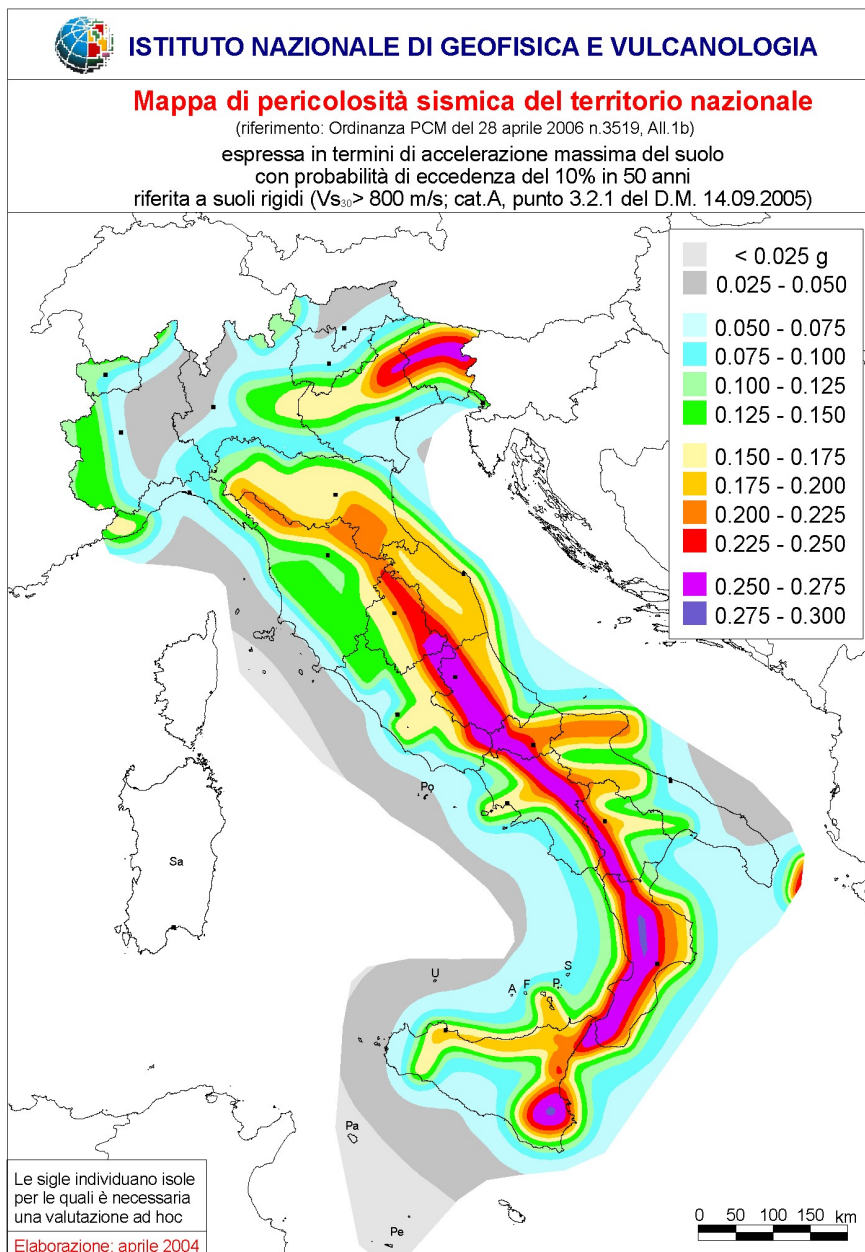
Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

In virtù della normativa vigente (Definizione dei terreni secondo l'Ordinanza 3519/06 – Categoria sismica), il territorio nazionale è suddiviso, sotto il profilo sismico, in quattro diverse categorie alle quali è associata un'accelerazione orizzontale massima:

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <b>EDISON</b> Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Foro Buonoparte n.51 - Milano (MI)          P.IVA. 12021940154</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	21 / 28

Zona Sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )
1	$a_g > 0,25 \text{ g}$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$
4	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$

*Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido*



Secondo il predetto O.P.C.M., il territorio del Comune di Sennori, così come tutta la Regione Sardegna, viene classificato come “Zona 4”, a cui corrisponde un valore dell'accelerazione orizzontale di picco “ $a_g$ ”  $\leq 0.05\text{g}$ .

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 17/01/2018) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore

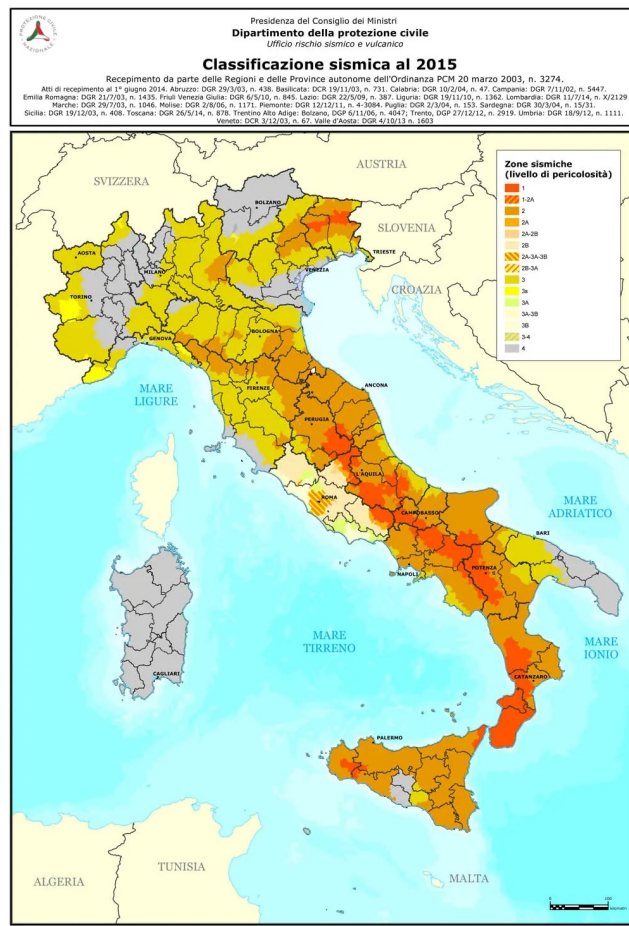
di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <b>EDISON</b> Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Foro Buonoparte n.51 - Milano (MI)            P.IVA. 12021940154</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	22 / 28

Dal Gennaio 2018, con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti

(Regione, Genio civile, ecc.).



Il territorio comunale di Sennori, come già accennato, è incluso nell'elenco delle zone sismiche 4, con un valore di accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag) minore o uguale a 0.05. E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

Negli ultimi decenni non sono stati pochi i terremoti di energia non esattamente trascurabile localizzati in Sardegna oppure a poche decine di chilometri dalle sue coste con epicentro in mare. Il 18 giugno 1970, ad esempio, un terremoto di magnitudo Mw 4.8 localizzato nel Mare di Sardegna, alcune decine di chilometri a nord-ovest di Porto Torres, viene avvertito distintamente anche lungo le coste Liguri e in Costa Azzurra. Sette anni più tardi, il 28 agosto 1977, è la volta di un terremoto di magnitudo Mw 5.4 localizzato in mare, un centinaio di km a sud-ovest di Carloforte. Anche se la distanza è considerevole, la scossa viene avvertita in modo molto sensibile in tutta la Sardegna meridionale e provoca panico a Cagliari. Più di recente, il 26 aprile 2000, due forti scosse (la maggiore di magnitudo Mw 4.8) localizzate nel Tirreno centrale, poche decine di km a est di Olbia sono avvertite in gran parte dell'isola suscitando

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Bionaparte n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12211440964</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	23 / 28

spavento lungo la costa nord orientale, in particolare a Olbia e Posada e il 24 Marzo 2006 a Capo Teulada con magnitudo 4.03.

Sono noti anche quelli che, tra i terremoti storicamente più antichi, quello del 4 giugno 1616 determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius. Altri terremoti degni di nota (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli e successivamente il 17 Agosto 1771, sempre nella stessa area di 4.3°. Risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado della scala Mercalli) e al 1960 (V grado della scala Mercalli, con epicentro i dintorni di Tempio Pausania). Allora, i terremoti venivano registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica, e gli effetti venivano misurati soltanto con la scala Mercalli in quanto non esistevano strumentazioni per poter misurare la magnitudo.

E' opportuno soffermarsi su alcuni aspetti di carattere generale utili all'inquadramento del "problema sismico".

La propagazione delle onde sismiche verso la superficie è influenzata dalla deformabilità dei terreni attraversati. Per tale ragione gli accelerogrammi registrati sui terreni di superficie possono differire notevolmente da quelli registrati al tetto della formazione di base, convenzionalmente definita come substrato, nel quale le onde di taglio, che rappresentano la principale causa di trasmissione degli effetti delle azioni sismiche verso la superficie, si propagano con velocità maggiori o uguali a 800 m/sec.

Si può osservare in generale che nel caso in cui la "formazione di base" sia ricoperta da materiali poco deformabili e approssimativamente omogenei (es. calcari e calcareniti) gli accelerogrammi che si registrano al tetto della formazione di base non differiscono notevolmente da quelli registrati in superficie: inoltre in tale caso lo spessore dei terreni superficiali non influenza significativamente la risposta dinamica locale.

Nel caso in cui la formazione di base è ricoperta da materiali deformabili, gli accelerogrammi registrati sulla formazione in superficie possono differire notevolmente, in particolare le caratteristiche delle onde sismiche vengono modificate in misura maggiore all'aumentare della deformabilità dei terreni.

La trasmissione di energia dal bed rock verso la superficie subisce trasformazioni tanto più accentuate quanto più deformabili sono i terreni attraversati; all'aumentare della deformabilità alle alte frequenze di propagazione corrispondono livelli di energia più bassi e viceversa a frequenze più basse corrispondono livelli di energia più alti.



COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Bonosperto n.51 - Milano (MI) P.IVA: 10201940154</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	24 / 28

Il valore del periodo corrispondente alla massima accelerazione cresce quanto la rigidità dei terreni diminuisce; nel caso di rocce sciolte tale valore aumenta anche all'aumentare della potenza dello strato di terreno.

**In particolare l'esame della risposta sismica locale consente di affermare che nell'area interessata dal progetto, di cui al presente studio, si può escludere "la presenza di aree soggette a fenomeni di liquefazione".**

In definitiva si osserva che l'area strettamente oggetto di interventi risulta sismicamente stabile in relazione alle caratteristiche geomorfologiche, litologiche, stratigrafiche e sismiche.

### 6.1 Caratterizzazione sismica del sottosuolo

La normativa sismica (N.T.C. 2018 di cui al D.M. 17/01/18 e ss.mm.ii.) raggruppa i diversi terreni nei cinque tipi riportati nella seguente tabella 3.2.II.

**Tab. 3.2.II –** *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina 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.</i>
E	<i>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.</i>

*Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*

Come già affermato i terreni presenti nell'area interessata dagli aerogeneratori denominati SEN-01, SEN-02, ricadono sui depositi terrigeni continentali, gli aerogeneratori SEN-03 e SEN-04 ricadono sulle calcareniti e calciruditi algali, gli aerogeneratori SEN-05 e SEN-06 sui depositi vulcano-sedimentari di ambiente continentale, tutti terreni il cui spessore è superiore a 30 metri.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 <small>Edison Rinnovabili S.p.A.            Foro Buonaparte n.51 - Milano (MI)            P.IVA. 12221940964</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	25 / 28

Data la successione stratigrafica, il sottosuolo si può fare rientrare nella categoria **B**, pertanto è composto da “*Depositi di terreni a grana grossa addensati o terreni a grana fine consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{seq}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s*”.

Il coefficiente topografico è il T1.

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Boncompagni n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12221440154</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	26 / 28

## 7. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

L'area interessata dal Parco Eolico, dal punto di vista dei terreni di fondazione, ricade all'interno di unità le cui caratteristiche fisico-meccaniche variano in base alla natura litologica, al grado di cementazione ed alterazione.

I tipi litologici sono:

### **Depositi terrigeni continentali:**

Il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 17.1 e 18.1 KN/m<sup>3</sup>,  $c' = 0-10$  KPa, l'angolo di attrito in condizioni drenate  $\phi' = 18-22^\circ$ ;

### **Depositi carbonatici marini:**

- Facies Calcareniti e calciruditi algali

Il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 18.5 e 19.6 KN/m<sup>3</sup>,  $c' = 10-19$  KPa, l'angolo di attrito in condizioni drenate  $\phi' = 29-34^\circ$ ;

- Facies Arenarie

Il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 19.7 e 20.2 KN/m<sup>3</sup>,  $c' = 15-21$  KPa, l'angolo di attrito in condizioni drenate  $\phi' = 32-35^\circ$ ;

### **Depositi vulcano-sedimentari:**

si tratta di depositi detritici di origine vulcanica in matrice vulcanica aventi la granulometria della sabbia grossa.

Per la caratterizzazione litotecnica, è stata presa in considerazione la parte alterata della formazione. I parametri geotecnici desunti da risultati reperibili in letteratura sono i seguenti:

- Facies sabbioso detritica: il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 17.7 e 18.5 KN/m<sup>3</sup>,  $c'$  (coesione drenata) è compresa tra 5 e 15 KPa, l'angolo di attrito in condizioni drenate  $\phi' = 27-32^\circ$ ;

### **Lave basaltico-andesitiche-riolitiche:**

Il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 19.3 e 20.6 KN/m<sup>3</sup>,  $c' = 20-50$  KPa, l'angolo di attrito in condizioni drenate  $\phi' = 32-36^\circ$ ; la resistenza a compressione  $s = 30-120$  Mpa

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Boncompagni n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12221440964</small>	<b>PARCO EOLICO SENNORI (SS)</b> Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	27 / 28

## 8. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico è relativo al progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto eolico denominato "Parco Eolico Sennori" composto da 6 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,0 MW, per una potenza complessiva di 48 MW, ubicato nel comune di Sennori (SS).

In seguito alle argomentazioni presentate nei paragrafi precedenti si possono esporre le seguenti deduzioni:

➤ Dal punto di vista geologico nel sito di progetto si rinvencono complessi geologici che, a partire dal più recente al più antico sono:

- depositi detritici di ambiente continentale;
- depositi carbonatici marini;
- depositi sedimentari continentali rocce vulcaniche a chimismo calco-alcalino costituite prevalentemente da ignimbriti, andesiti e piroclastiti;
- lave basaltico-andesitiche-riolitiche

➤ Dal punto di vista geomorfologico le aree nelle quali verranno posizionati gli aerogeneratori risultano stabili in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla natura degli stessi ed alle loro caratteristiche fisico-meccaniche. A tal proposito, è opportuno sottolineare che sono state attenzionate le carte presenti all'interno del PAI approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006 e successive modifiche ed integrazioni; dall'esame di tali carte si evince che alcuni siti di progetto ricadono in area interessate da pericolosità geomorfologiche ed idrauliche (si rimanda al capitolo 4 della presente relazione). Esaminate le norme di attuazione del P.A.I. vigente, le opere in progetto sono realizzabili senza la redazione di uno studio di compatibilità geomorfologica e idraulica. A seguito del rilievo effettuato, dal punto di vista della stabilità globale, il sito di progetto risulta nel complesso stabile e privo di agenti morfogenetici attivi che possono turbare l'habitus geomorfologico locale grazie alle ottime caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo. Alla luce di quanto affermato si dichiara la compatibilità ambientale delle fondazioni degli aerogeneratori in progetto in ordine agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici.

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni di fondazione, in questa fase progettuale, è stata effettuata tramite dati reperibili in letteratura.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in base alla classificazione dei terreni prevista dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 e ss.mm.ii., il ti-

COMMITTENTE	TITOLO PROGETTO	IL GEOLOGO	PAG
 Edison Rinnovabili S.p.A. <small>Fino Boncompagni n.51 - Milano (MI) P.IVA. 12221940764</small>	PARCO EOLICO SENNORI (SS) Progetto per la realizzazione di un impianto eolico di potenza pari a 42 MWp sito nel Comune di SENNORI (SS) con opere di connessione alla RTN nel comune di Tergu (SU) - STUDIO GEOLOGICO -	Dott. Carlo Cibella	28 / 28

po di suolo dell'area in studio, considerato i dati a disposizione, ricade nella categoria **B** ovvero *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*. La categoria topografica del sito è la **T1**.

➤ Dal punto di vista idrogeologico sono stati distinti terreni a vario grado di permeabilità (vedi capitolo dedicato). Sulla base delle conoscenze dirette e dei dati reperibili in letteratura nell'area interessata dagli aerogeneratori la falda risulta essere del tipo semi libero e riscontrabile ad una profondità comprese tra i -30 e i -50 metri dal p.c., pertanto la stessa non interferirebbe con fondazioni dirette.

➤ Per quanto riguarda la valutazione delle pericolosità sismiche non si riscontra nessun particolare elemento di rischio che possa comportare un'amplificazione delle onde sismiche locali né, tanto meno, che possa creare nel sottosuolo fenomeni di liquefazione.

➤ Alla luce di quanto affermato, in ordine agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici e sismici, si dichiara la compatibilità ambientale delle fondazioni degli aerogeneratori in progetto.

Palermo, Luglio 2024

Il Geologo  
Dott. Carlo Cibella

