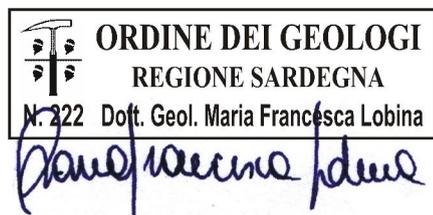


COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	 	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA) Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		PAGINA 1 di 21

REGIONE SARDEGNA

PROVINCIA DI ORISTANO

IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW



OGGETTO PROGETTO DEFINITIVO	TITOLO RELAZIONE SISMICA				
PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri </td> <td style="vertical-align: top;"> CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ce.Pi.Sar (Chiroterrofauna) Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia) </td> </tr> </table>	GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri	CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ce.Pi.Sar (Chiroterrofauna) Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia)		
GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Gianluca Melis Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri	CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ce.Pi.Sar (Chiroterrofauna) Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia)				
Cod. pratica 2022/0301c Nome File: SR-NS-RC11-a Relazione sismica R1					
1	Aprile 2024	Integrazioni volontarie	MFL	GF	SR
0	Giugno 2023	Emissione per procedura di VIA	MFL	GF	SR
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEG.	CONTR.	APPR.
Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.					

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO O INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA

Sommario

1	GENERALITÀ	1
1.1	Premessa.....	1
1.2	Richiami normativi.....	2
1.3	Inquadramento topografico e territoriale	3
1.4	Descrizione sommaria del progetto.....	7
2	CARATTERISTICHE SISMICHE	9
2.1	Premessa.....	9
2.2	Sismicità storica	10
2.3	Caratterizzazione sismogenetica.....	14
3	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	16
3.1	Classificazione sismica	16
3.2	Categoria di sottosuolo	16
3.3	Azione sismica	17
3.4	Risposta sismica locale.....	19

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 1 di 21

1 GENERALITÀ

1.1 Premessa

Nell'ambito delle attività a supporto della progettazione un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella Provincia di Oristano, in agro dei comuni di Seneghe e Narbolia su iniziativa della Sorgenia Renewables S.r.l.⁽¹⁾, la scrivente geologa *Dott.ssa MARIA FRANCESCA LOBINA*⁽²⁾ ha ricevuto incarico per l'espletamento dello studio geologico, geotecnico e sismico su mandato della società di ingegneria *I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.r.l.*, incaricata della progettazione, alla stesura del presente elaborato, quale corredo obbligatorio degli elaborati ai fini del conseguimento del titolo autorizzativo.

In questa sede la trattazione è incentrata sulla sismicità locale, la pericolosità sismica e la prevedibile categoria di sottosuolo, sulla base dei soli dati in possesso dello scrivente acquisiti in occasione di indagini geognostiche condotte nelle immediate vicinanze per altre iniziative edilizie e da informazioni estratte dalla letteratura geologica e dalla cartografia geotematica regionale.

Si rimanda alla successiva fase progettuale l'esecuzione di una prospezione ad hoc, ad esempio mediante stendimenti sismici a rifrazione di tipo MASW con la quale determinare il parametro delle velocità di taglio equivalenti (V_{s_n}) funzionale allo studio sulla risposta sismica della struttura in progetto ai sensi del paragrafo 3.2 del D.M. 17.01.2018 «*Norme tecniche per le costruzioni*».

In data 14/07/2023, ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale – TUA), la Proponente ha presentato al MASE e al MiC istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (ID_VIP: 10102) per un parco eolico composto da 9 aerogeneratori aventi rotore di diametro pari a 170 m e potenza nominale unitaria di 6,6 MW, nonché da tutte le opere e infrastrutture accessorie indispensabili a garantire un ottimale funzionamento e gestione della centrale. Inoltre, come parte integrante del progetto, è stata prevista la realizzazione di un sistema di accumulo elettrochimico, in area dedicata, caratterizzato da una potenza nominale di 15,6 MW e una capacità totale di accumulo ad inizio installazione (*beginning of life*) pari a 31,2 MWh.

Avuto riguardo del Parere tecnico istruttorio rilasciato dalla Soprintendenza speciale per il PNRR (nota prot. MASE n. 0167450 del 18/10/2023) nonché delle osservazioni degli altri interlocutori istituzionali coinvolti nel procedimento di VIA, la Proponente ha positivamente valutato la possibilità di apportare alcune modifiche all'originario layout, orientate a mitigare le potenziali interazioni indirette dei proposti aerogeneratori con il patrimonio culturale riconosciuto nell'area e contenere l'interessamento di superfici a copertura boscata.

In accordo con quanto precede, la nuova configurazione del parco eolico che forma oggetto del presente aggiornamento progettuale ha previsto la ricollocazione di due aerogeneratori (SE06 e

⁽¹⁾ Sede legale in Via Algardi n. 4 a Milano.

⁽²⁾ Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 – Sezione A.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 2 di 21

SE08) ed annesse infrastrutture elettriche e stradali, l'ottimizzazione planimetrica delle piazzole di cantiere delle restanti macchine (senza variazione del "centro torre"), orientata a semplificare il processo costruttivo, e l'eliminazione di una turbina (SE05), avuto riguardo della riscontrata presenza in sito di materiale archeologico in dispersione nonché dell'opportunità di preservare le formazioni arboreo-arbustive interessate.

In definitiva, la nuova configurazione del parco eolico prevede n. 8 aerogeneratori della potenza nominale unitaria di 6,6 MW, per una potenza complessiva di 52,8 MW, completo delle opere e infrastrutture accessorie funzionali alla costruzione ed esercizio della centrale. Il progetto è integrato, inoltre, da un sistema di accumulo elettrochimico (di seguito "BESS" – Battery Energy Storage System), ubicato nei pressi del punto di connessione alla RTN in Comune di Solarussa (OR), finalizzato a fornire servizi di rete alla rete di trasmissione nazionale. Il BESS avrà potenza nominale di 22,2 MW ripartito su 4 blocchi batteria (di seguito battery block) da 5,55 MW/10,4 MWh ciascuno.

1.2 Richiami normativi

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

- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «*Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni*» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- D.M. 17.01.2018 «*Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*»;
- Legge n. 64 del 02.02.1974 «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*» che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il Lavori Pubblici».

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 3 di 21

1.3 Inquadramento topografico e territoriale

L'areale che ospiterà il parco eolico in progetto ricade nella Sardegna centro-occidentale nei comuni di Seneghe e Narbolia (Provincia di Oristano) ed esattamente nel versante meridionale del complesso vulcanico del *Montiferru*, a nord-ovest dei due centri abitati.

Il sito è raggiungibile dal lato ovest del centro urbano di Seneghe, imboccando la strada *Piazzale Montiferru* che, percorsa in direzione ovest, conduce a *Monte Mesu 'e Rocca* e più a Sud a *Monte Rassu* ed alla relativa viabilità interpodereale. Dall'abitato di Narbolia si percorre verso sud la Provinciale 11 in direzione Riola Sardo per poi svoltare dopo circa 1 km dal centro abitato, sulla strada di collegamento alla S.S. 292 "Nord Occidentale Sarda" ed accedere agevolmente alla viabilità interpodereale.

Il cavidotto in MT si sviluppa verso sud-est attraversando i territori comunali di San Vero Milis, Zeddiani, Siamaggiore fino a raggiungere la stazione elettrica Futura SE RTN 220kV in agro di Solarussa, località *Matza Serra*.



FIGURA 1.1 –
Inquadramento geografico.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio dell'I.G.M.I. 514 "Cuglieri" [scala 1:50.000]
- Foglio dell'I.G.M.I. 528 "Oristano" [scala 1:50.000]
- Sezione" dell'I.G.M.I. 514-II "Oristano Nord" [scala 1:25.000]
- Sezione" dell'I.G.M.I. 528-I "San Vero Milis" [scala 1:25.000]
- Sezione" della C.T.R. 514-110 "Monte Mesu" [scala 1:10.000]
- Sezione" della C.T.R. 514-150 "Narbolia" [scala 1:10.000]
- Sezione" della C.T.R. 514-160 "San Vero Milis" [scala 1:10.000]
- Sezione" della C.T.R. 528-040 "Zeddiani" [scala 1:10.000]

COMMITTENTE Sorgenja Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenja.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 4 di 21

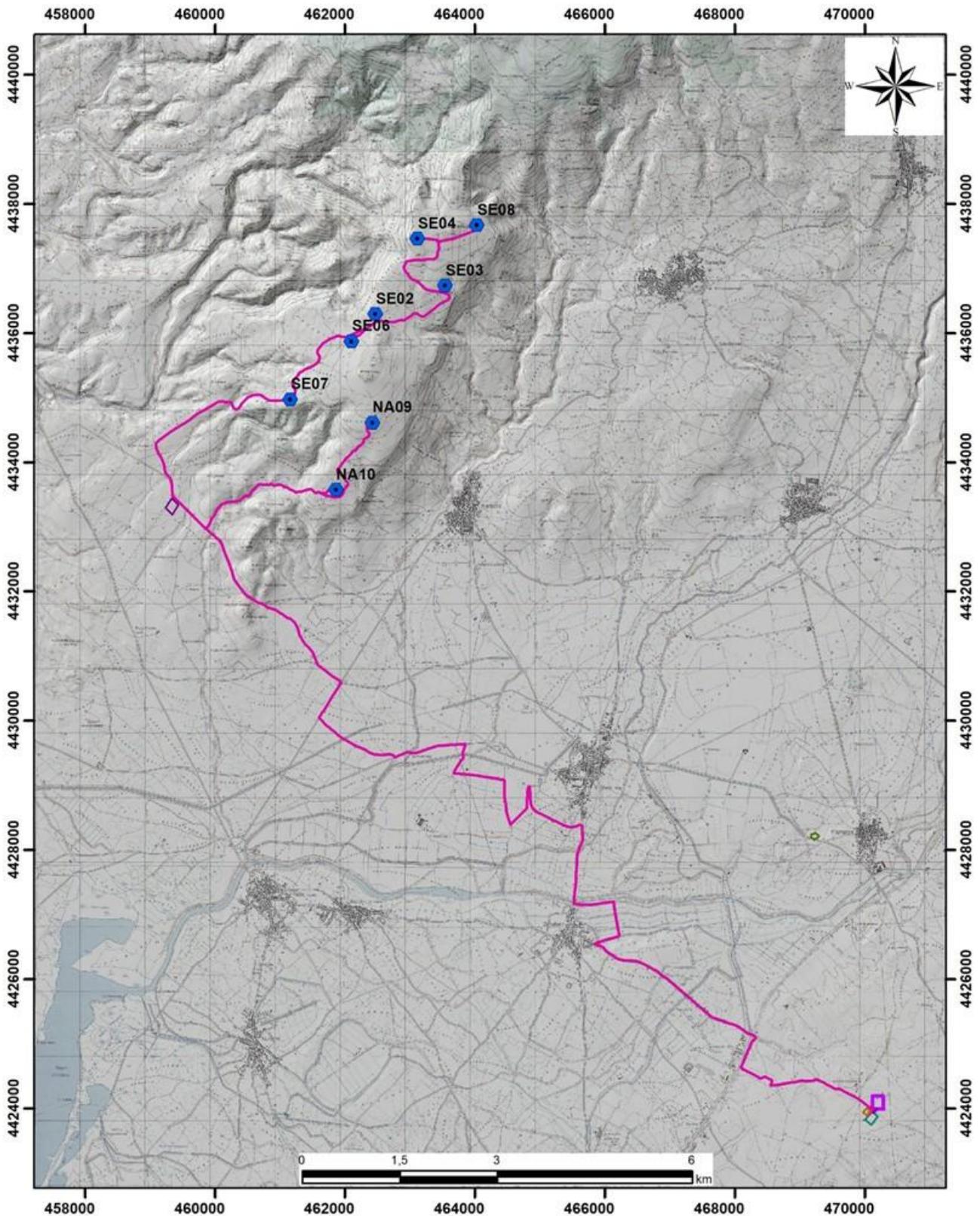


FIGURA 1.2 – Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio cartografia IGMI (scala 1:25.000), fuori scala.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 5 di 21

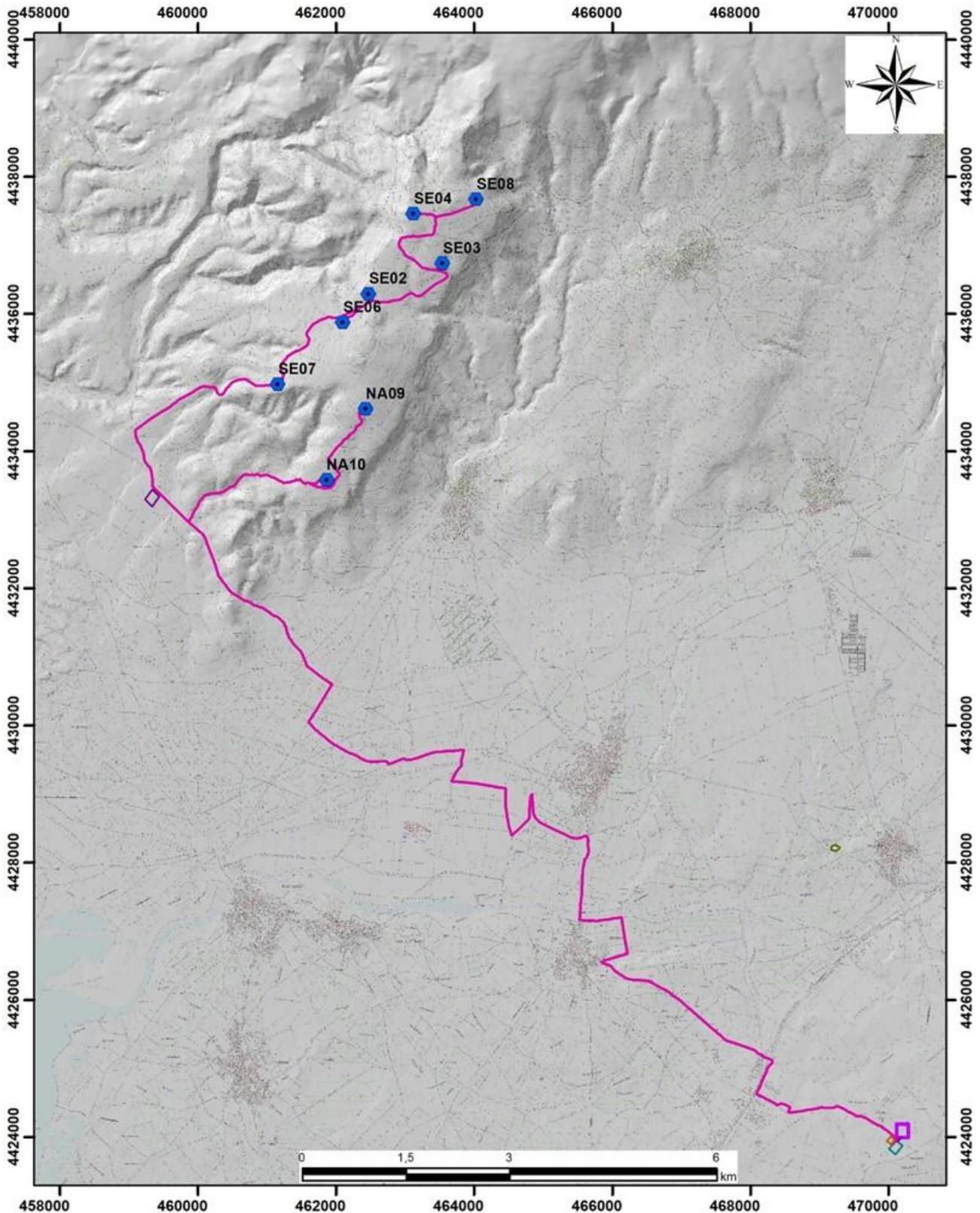


FIGURA 1.3 – Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio cartografia CTR (scala 1:10.000), fuori scala.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 6 di 21

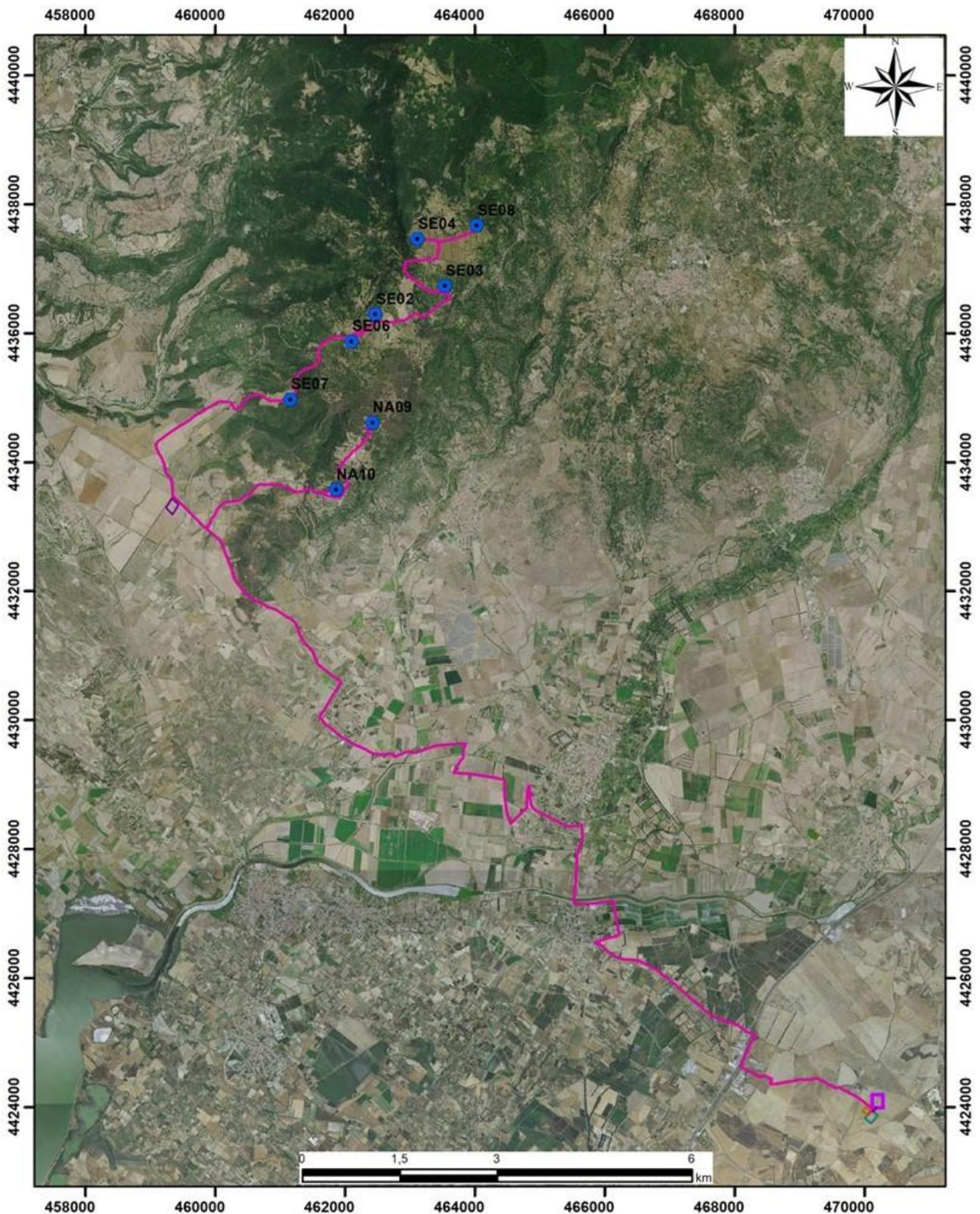


FIGURA 1.4 – Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio ortofotogrammetrico.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 7 di 21

1.4 Descrizione sommaria del progetto

L'impianto in progetto, con integrato un sistema di accumulo da 22,2 MW, erogherà una potenza nominale di 75 MW, in accordo con la soluzione di connessione indicata da Terna, e sarà costituito da n. 8 aerogeneratori da 6,6 MW distribuiti lungo due assi orientati circa NE-SO che complessivamente, si estendono in linea d'aria per circa 4 km.

Il primo asse, che si sviluppa interamente nel territorio di Seneghe, comprende n. 6 aerogeneratori, mentre altri due aerogeneratori sono ubicati in territorio di Narbolia, immediatamente a sud del primo asse e parallelo ad esso, secondo la seguente dicitura.

Ciascun aerogeneratore sarà costituito da n. 3 pale, con diametro massimo delle turbine di 170 m, altezza massima della torre di 125 m e altezza complessiva di 210 m.

Stante il fatto che la viabilità locale è interamente e agevolmente camionabile anche per il trasporto di aerogeneratori di grande taglia (multimegawatt) e delle relative parti complementari (conci di torre e pale), si prevede sin d'ora l'adeguamento temporaneo di alcune tratte.

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

L'elettrodotto interrato di Media Tensione (MT), previsto sotto le piste di accesso al parco eolico e la viabilità pubblica dell'area, interconetterà gli aerogeneratori e realizzerà il collegamento con la cabina di sezionamento, prevista in prossimità dell'area di impianto in loc. *Sa Prunishedda* (Comune di Narbolia), dalla quale partiranno n. 3 terne di connessione alla Sottostazione Elettrica (SSE) Utente a 30/220 kV che si prevede di realizzare nelle immediate vicinanze della nuova Futura SE RTN a 220 kV in loc. *Matza Serra* (Comune di Solarussa).

La suddetta raccoglierà le linee in cavo interrato MT provenienti dal parco eolico che saranno attestate ad un quadro elettrico in MT, installato all'interno di un locale dedicato all'interno della menzionata SSE.

L'elettrodotto interrato in AT sarà composto da una terna di conduttori unipolari realizzati in alluminio, schermati e tensione massima pari a 220 kV. I cavi saranno direttamente interrati in una trincea di sezione 60 cm, ad una profondità di scavo di 1,60 m, protetti inferiormente e superiormente con un letto di sabbia vagliata e compattati.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

Per le finalità del presente elaborato, gli aerogeneratori (NAn e SEn) sono suddivisi in due distinti gruppi ("Gruppo") per semplicità di descrizione, a partire da quello in posizione più meridionale:

- Gruppo Sud – Narbolia NA09, NA10;
- Gruppo Nord – Seneghe SE02, SE03, SE04, SE06, SE07, SE08.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 8 di 21

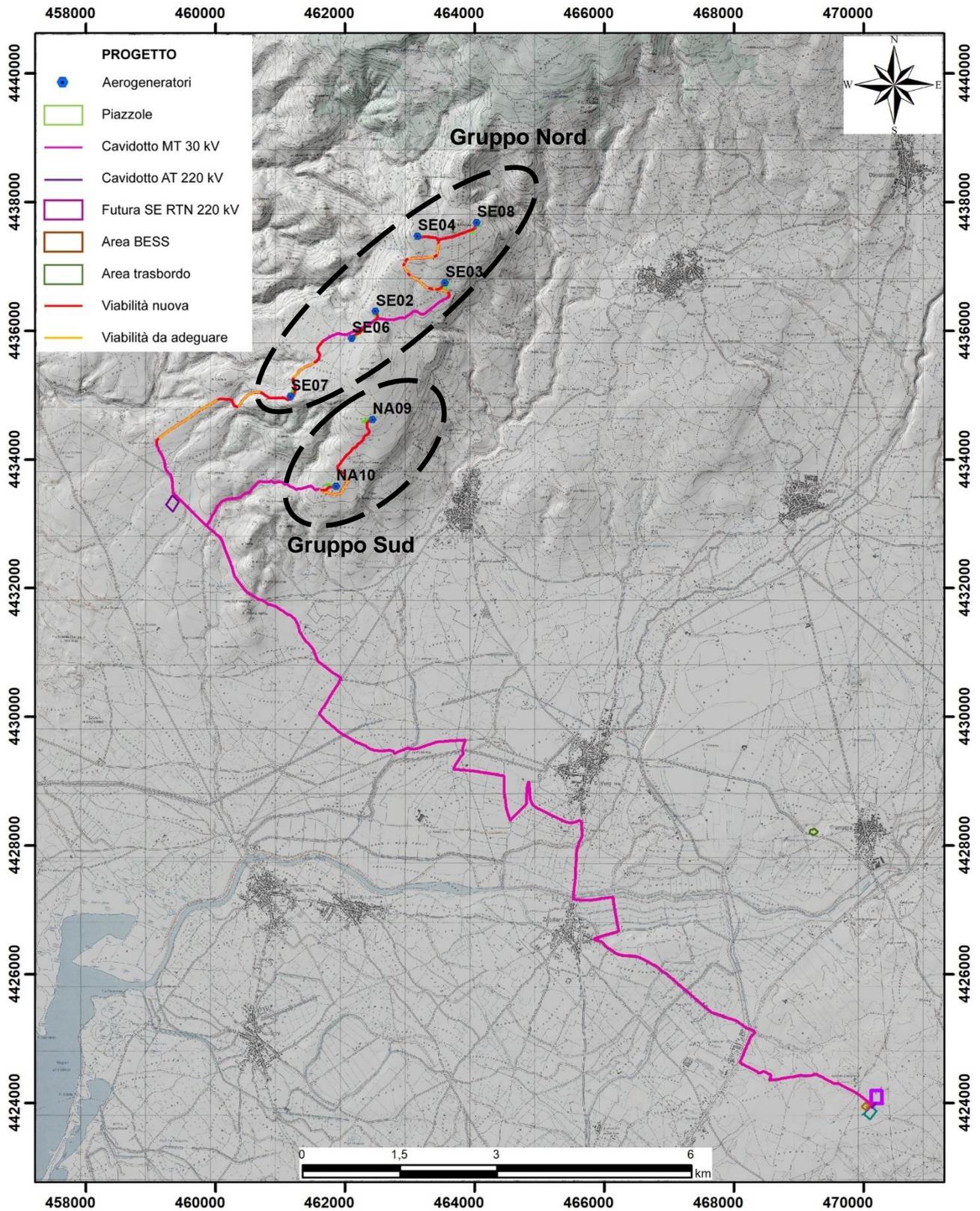


FIGURA 1.5 – Schema planimetrico del progetto su stralcio IGMI.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 9 di 21

2 CARATTERISTICHE SISMICHE

2.1 Premessa

Le caratteristiche di sismicità del Blocco Sardo-Corso, che rappresenta un segmento della Catena Ercinica Sud-Europea formatosi a partire dal Paleozoico e separatosi dalla stessa durante il Miocene inferiore, sono da porre in relazione con l'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale e delle catene montuose che lo circondano. Nel Miocene superiore, la strutturazione dell'attuale margine orientale dell'Isola si protrae fino a parte del Quaternario: in questo periodo, i principali eventi che hanno condizionato la tettonica distensiva della Sardegna sono rappresentati dalla migrazione dell'Arco Appenninico settentrionale sull'avanfossa del margine adriatico e, soprattutto, l'apertura del Bacino Tirrenico meridionale.

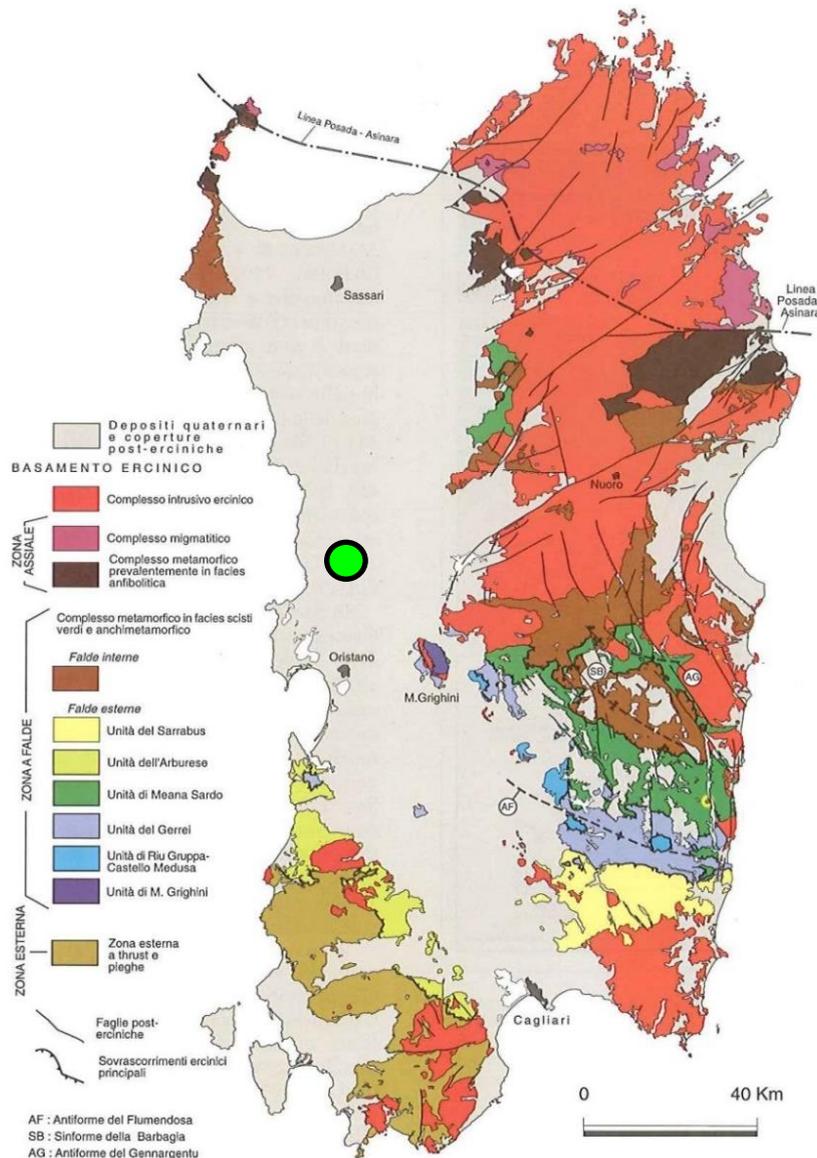


FIGURA 2.1 – Schema dei principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (da Carmignani et al. 2001).

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 10 di 21

2.2 Sismicità storica

Nonostante sia acclarata la bassa sismicità della Sardegna conseguente alla generale stabilità geologica del blocco sardo-corso (gli ultimi episodi vulcanici dell'Isola vengono fatti risalire a circa 90.000 anni fa, nel Pleistocene superiore, con l'emissione di lave e formazione di coni di scorie nel settore dell'*Anglona*), si ha conoscenza di indizi di eventi sismici risalenti a 3.000-4.000 anni fa, testimoniati da importanti danneggiamenti in alcuni edifici nuragici.

Negli ultimi secoli non pochi sono stati i terremoti di energia non trascurabile localizzati in Sardegna o nelle sue immediate vicinanze. In un recente lavoro, Meletti et al. (2020) hanno revisionato tutte le informazioni disponibili relative ai terremoti fatti registrare in Sardegna dal 1616, data del primo terremoto di cui si abbia notizia, al 2019.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15, consultabili dal sito web "DBMI15", per l'Isola non sono registrati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius. Tra i terremoti storici si annoverano quello del 17.08.1771 con magnitudo 4,43 ed area epicentrale nella Sardegna meridionale ed ancora quelli registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli, il 15.05.1897 con epicentro nel Tirreno meridionale con magnitudo 4,52.

Eventi più recenti sono quelli del 1948 (VI grado) con epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, e del 1960 (V grado) con epicentro i dintorni di Tempio Pausania. Quello risalente al 13.11.1948 fu avvertito in tutta la Sardegna settentrionale e in Corsica, fu sensibile a Sassari ove furono osservate leggere lesioni ad alcuni edifici, compreso il palazzo provinciale, e produsse panico e qualche danno a Tempio Pausania. Degno di attenzione quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino e più recentemente il sisma del 03.03.2001 di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) registrato nella costa di San Teodoro ed uno di analoga magnitudo il 09.11.2010 nella costa NW dell'Isola. Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco ad ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità.

Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel Medio Campidano seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro Capoterra; il 23.05.2007 magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra Pabillonis e Guspini). Significativo è stato l'evento con magnitudo 4,77 del 26.04.2000 con epicentro nel Tirreno centrale (40.955 N – 10.097 E, profondità circa 1 km) ed avvertito in tutta l'Isola.

L'archivio DBMI15 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) non indica alcun evento con epicentro nei Comuni di Narbolia e Seneghe piuttosto che in quelli adiacenti. Quello del 20.04.2000 con epicentro nel Tirreno centrale è stato avvertito nel Comune di Seneghe ed in quelli limitrofi (FIGURA 2.4) seppur con intensità inferiore a 1 tale da non determinare alcun danno ai manufatti.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 11 di 21

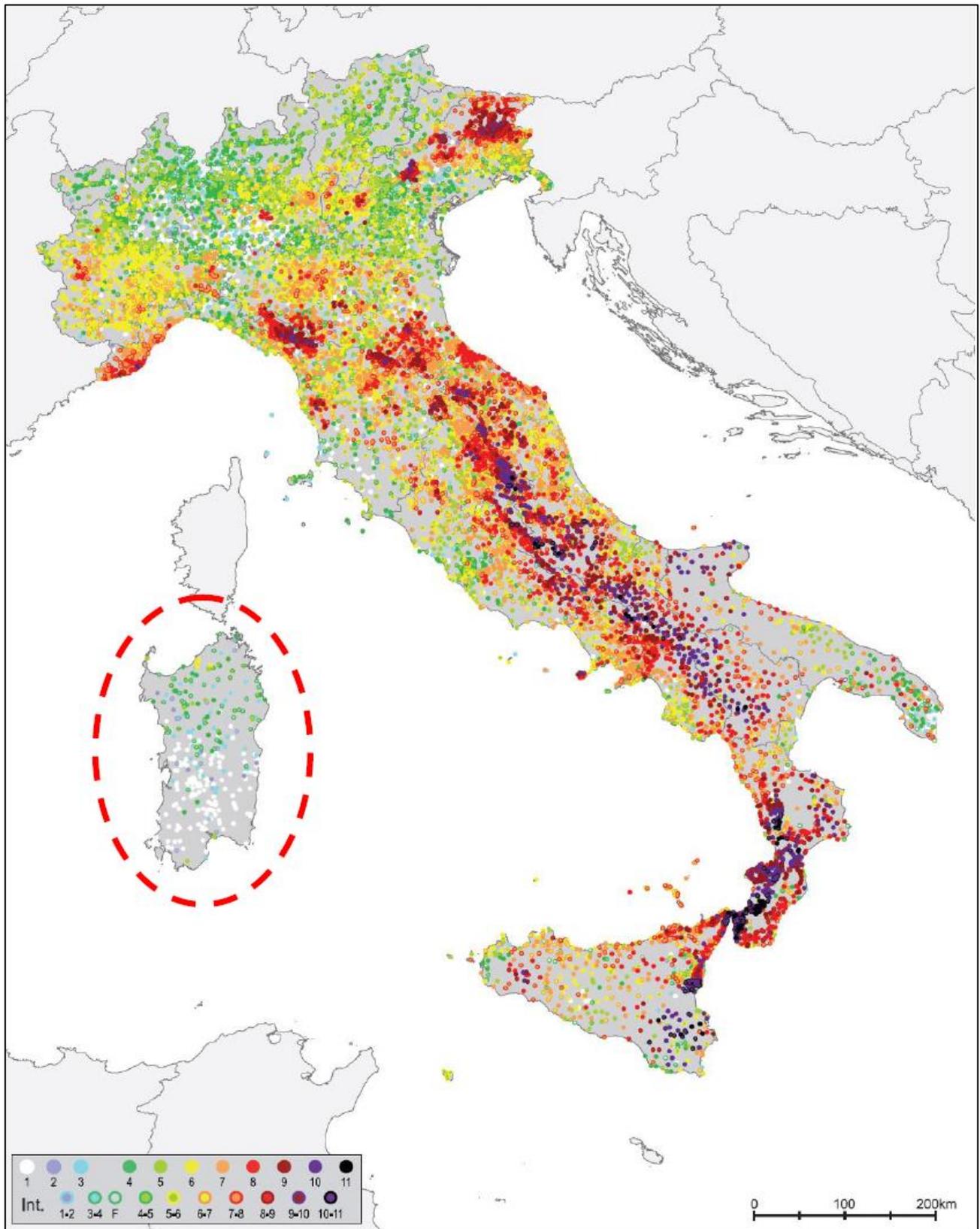


FIGURA 2.2 – Localizzazione degli epicentri dei terremoti storici italiani riportati nel database DBMI15 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 12 di 21

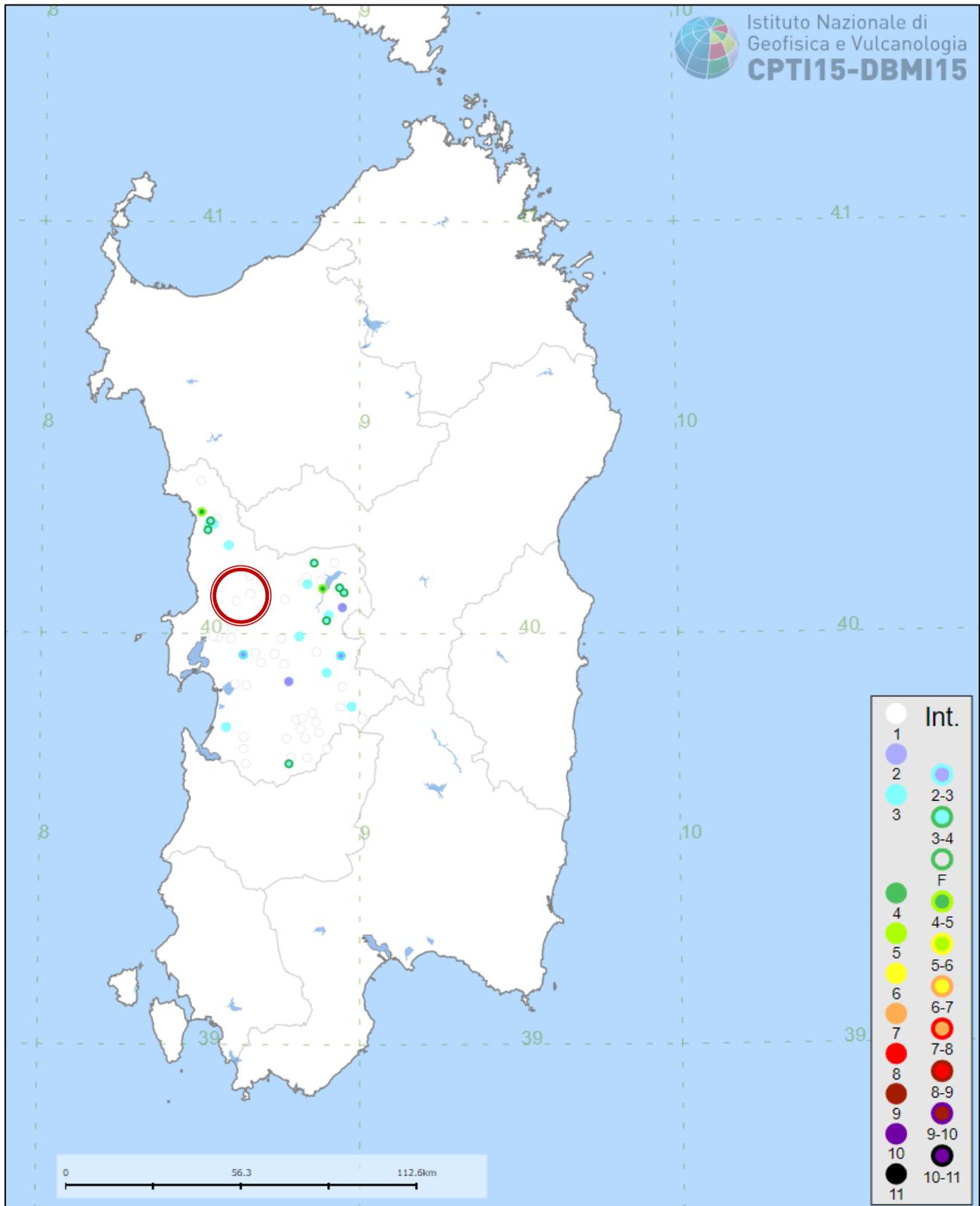


FIGURA 2.3 – Stralcio della carta delle intensità relative al terremoto del 26/04/2000 relativo all'area della Provincia di Oristano, estratto dal CPTI15-DBMI15.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 13 di 21

Seneghe

PlaceID IT_68967
 Coordinate (lat, lon) 40.080, 8.613
 Comune (ISTAT 2015) Seneghe
 Provincia Oristano
 Regione Sardegna
 Numero di eventi riportati 1



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

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Bonarcado	1	4
Santu Lussurgiu	1	8
San Vero Milis	1	8

FIGURA 2.4 – Intensità degli eventi registrati a Seneghe e paesi limitrofi.

Si può pertanto asserire che l'areale di intervento è caratterizzato da un livello di sismicità molto basso, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 14 di 21

2.3 Caratterizzazione sismogenetica

Dalla consultazione della “Zonazione Sismogenetica ZS9” a cura dell’INGV tutta la regione Sardegna è scevra da sorgenti sismogenetiche con magnitudo > 5,5 (FIGURA 2.5), compreso il sito di intervento⁽³⁾. Studi più recenti per la valutazione della pericolosità sismica nazionale⁽⁴⁾ hanno prodotto risultati in accordo a quelli evidenziati dalla ZS9 in merito alla difficoltà di individuare per il territorio sardo una mappa delle sorgenti sismogenetiche a causa della bassa sismicità che caratterizza la regione.

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

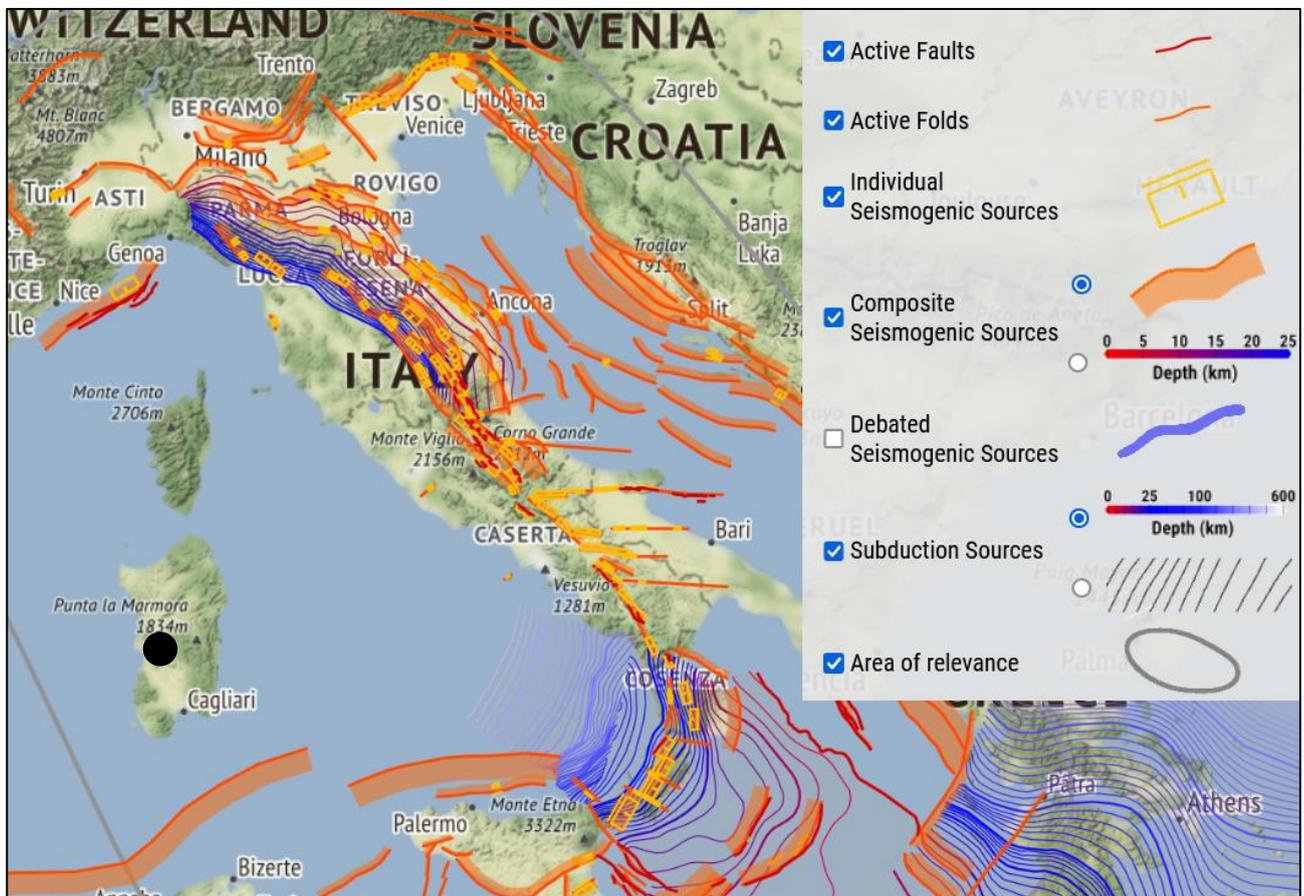
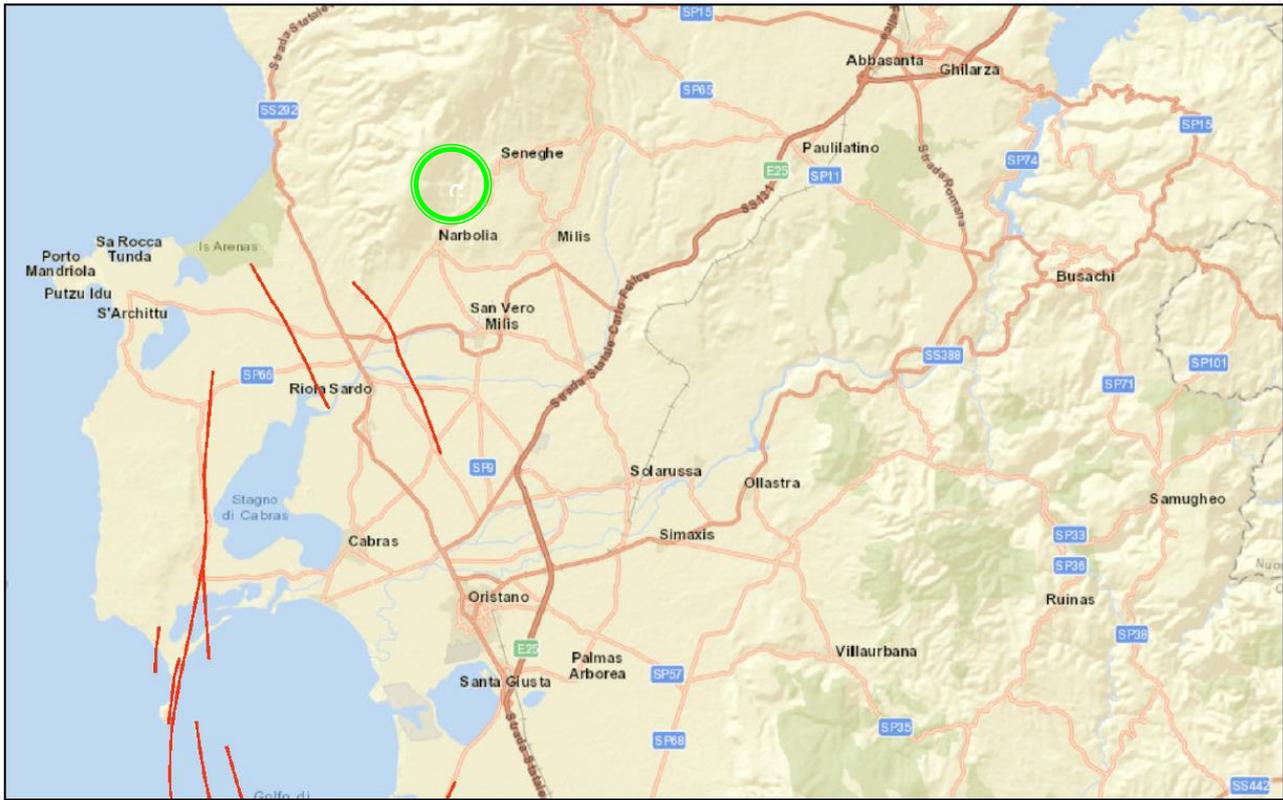


FIGURA 2.5 – Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5,5$ rispetto all’area di intervento (estratto da DISS Working group 2021, Database of Individual Seismogenic Sources ver. 3.3.0., <https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html>).

⁽³⁾ Meletti C. e Valensise G., 2004.

⁽⁴⁾ Stucchi et al., 2007.

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 15 di 21



June 22, 2023

Kinematics

—	Normal Fault	- - -	Reverse Fault
---	Unknown	· · ·	Oblique Fault
		- - -	Strike Slip

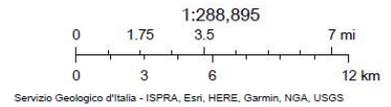


FIGURA 2.6 – Andamento delle faglie “capaci” rilevate dal progetto ITHACA.

COMMITTENTE Sorgenja Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgenjarenewables@sorgenja.it 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 16 di 21

3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

3.1 Classificazione sismica

In relazione alla pericolosità sismica – espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi – il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo (ag_{475}), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s. L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di ag_{475} con una tolleranza 0,025g: a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag), che deve essere considerato in sede di progettazione.

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

3.2 Categoria di sottosuolo

In ottemperanza alle N.T.C. 2018, per la misura delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. A tal fine si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il “bedrock” attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio (V_s).

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

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

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 17 di 21

- D]** depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;
- E]** terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Seppur senza il conforto di riscontri sperimentali diretti se non riferibili a contesti geologici analoghi, la presenza del substrato roccioso subaffiorante o sotto una copertura detritica di spessore al momento non definito, impone di adottare cautelativamente una **categoria di sottosuolo "B"**.

3.3 Azione sismica

Le Norme Tecniche sulle Costruzioni definiscono l'azione sismica considerando un periodo di ritorno (**Tr**) che è funzione della probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale (**Pvr**) nel periodo di riferimento dell'opera (**Vr**). Questo si ottiene dal prodotto tra la Vita Nominale (**Vn**), intesa come il numero di anni nel quale l'opera è utilizzata allo scopo a cui è stata destinata ed il Coefficiente d'uso (**Cu**), funzione della Classe d'uso della costruzione.

Coerentemente con le indicazioni del progettista, si è assunto:

- Tipo di costruzione 2 ("opere ordinarie")
- Vita Nominale (**Vn**) 50 anni
- Classe d'uso II

da cui si ottiene un periodo di riferimento per l'opera $V_r = 50$ anni.

Le probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale (**Pvr**) nel periodo di riferimento dell'opera (**Vr**) sono funzione dell'importanza dell'opera e dello stato limite considerato (cfr. § 7.1 delle NTC, Tabella 3.2.1) e valgono:

- per lo Stato Limite di Danno [SLD] 63%
- per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita [SLV] 10%

Sono poi calcolati i valori dei periodi di ritorno (**Tr**) che sono risultati:

- per lo Stato Limite di Danno [SLD] 50 anni
- per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita [SLV] 475 anni

Calcolati i periodi di ritorno per i due stati limite sono definiti, in accordo alle NTC 2018, i valori di accelerazione orizzontale massima (**ag**) attesi al bedrock con superficie topografica orizzontale validi sito specifici. Essendo la sismicità della Sardegna molto bassa, i dati storici e quelli strumentali non evidenziano criticità nella pericolosità sismica di base, motivo per cui (cfr. Allegato B, Tabella 2 delle NTC) i rispettivi valori sono uniformi per tutta la Sardegna:

- per $TR = 50$ anni $ag = 0,235$
- per $TR = 475$ anni $ag = 0,500$

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 18 di 21

Tipo costruzione (Art. 2.4.1) Classe d'uso (Art. 2.4.2) Cu:

Vita Nominale di progetto Vn (anni):
 Periodo di rif. calcolato: $VR = \max(Vn \cdot Cu, VrMin) = \max(50.00, 50.00) = 50.00$ anni Vr:

Livello di sicurezza %:

Parametri di pericolosità sismica (Art. 3.2.1)

	SLD	SLV	SLC
Pvr %	81.00	10.00	5.00
Periodo di ritorno Tr (anni)	30	475	975

Posizione del sito
 Comune:
 Longitudine:
 Latitudine:

 Isola:

Nodi intorno al sito

ID	Longitudine	Latitudine	Dist. sito (Km)

Parametri di pericolosità sismica

	ag (g/10)	F0 (adim)	TC*(sec)
SLD	0.18600000	2.61000000	0.27300000
SLV	0.50000000	2.88000000	0.34000000
SLC	0.60300000	2.98000000	0.37200000

N.B. Dal valore tabellato, per ottenere ag in (g), dividerlo per 10; per ottenerlo in m/sec², moltiplicarlo per 0.9806

Categoria di sottosuolo (Art. 3.2.2) Categoria topografica (Art. 3.2.2)
 Rapporto h/H altezza pendio: Coeff. amplif. topografica St:
 Coeff. smorzamento (%) **X:** => **h=**

Parametri spettri orizzontali e Fv

	S	TB	TC	TD	Fv	Cc	Ss
SLD	1.200	0.130	0.389	1.674	0.481	1.426	1.200
SLV	1.200	0.155	0.464	1.800	0.869	1.365	1.200
SLC	1.200	0.166	0.499	1.841	0.988	1.341	1.200

Parametri spettri verticali

Ss	TB	TC	TD
1.000	0.050	0.150	1.000

Non dissipativo Dissipativo
 Alta (CD'A') Media (CD'B')

Fattori di comportamento q (par. 7.3 NTC)

	SLD	SLV	SLC
Direz. X1	1.000	1.500	1.500
Direz. Y1	1.000	1.500	2.500
Direz. Z	1.000	1.500	1.500

Regolarità edificio
 In pianta In altezza

FIGURA 3.1 – Calcolo dei parametri sismici (immagine catturata da software SpettriWin).

COMMITTENTE Sorgenia Renewables S.r.l. Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI) sorgeniarenewables@sorgenia.it	OGGETTO IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI SENEGHE E NARBOLIA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 75 MW COMPRESIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,60 MW	COD. ELABORATO SR-NS-RC11-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE SISMICA	PAGINA 19 di 21

3.4 Risposta sismica locale

Identificati i valori delle accelerazioni massime attese al suolo rigido (“bedrock”), le Norme Tecniche sulle costruzioni impongono di valutare la loro variazione (“amplificazione”) negli strati più superficiali (“risposta sismica locale”) attraverso i parametri categoria di sottosuolo e condizione topografica.

Assunti nel caso meno favorevole:

- Categoria di sottosuolo **B** (Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s)
- Condizione topografica **T1** (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°)

I coefficienti di amplificazione risultanti sono restituiti nell’immagine in FIGURA 3.2 estratta dal software SpettriWin.

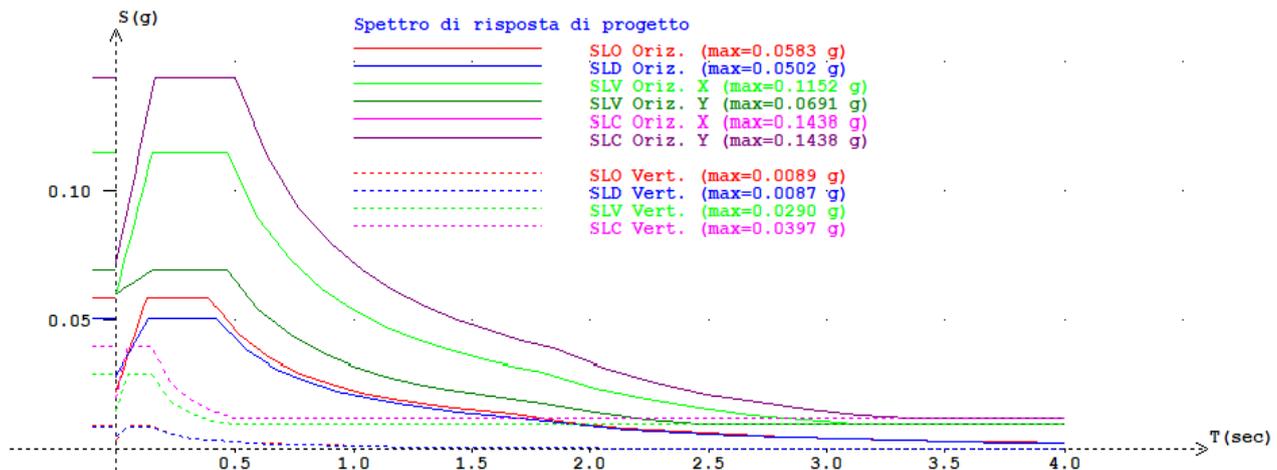


FIGURA 3.2 – Spettro di risposta di progetto (immagine catturata da software SpettriWin).