

- biogas ●
- biometano ●
- eolico ●
- fotovoltaico ●
- efficienza energetica ●
- waste to chemical ●

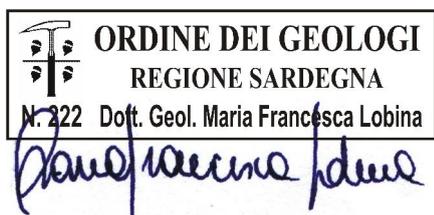
Relazione geologico - tecnica

Progetto Definitivo

Impianto eolico di "SERRAS"

Comuni di Sardara, Villanovaforru, Sanluri e Lunamatrona (SU)

Località "Serras"



N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
0	Emissione	I.A.T.	Asja Serra s.r.l.	G.F. IAT Srl	IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a 06/03/2023 Via Ivrea, 70 (To) Italia T +39 011.9579211 F +39 011.9579241 info@asja.energy

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 2 di 57

PROGETTAZIONE:

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

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore tecnico)

Gruppo di progettazione:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Pian. Terr. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Ing. Gianluca Melis

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Collaborazioni specialistiche:

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

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

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Caratterizzazione pedologica: Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

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

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti – Dott.ssa Alice Nozza

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 3 di 57

INDICE

1. ASPETTI INTRODUTTIVI	4
1.1. Premessa.....	4
1.2. Normativa di riferimento e relative prescrizioni.....	5
1.3. Descrizione sommaria degli interventi in progetto.....	5
1.4. Inquadramento topografico e territoriale	7
2. BASE GEOGNOSTICA INFORMATIVA.....	9
2.1. Quadro di indagini geognostiche di riferimento ai fini della ricostruzione del modello geologico e geotecnico.....	9
2.2.1. Principi teorici.....	11
2.2.2. Strumentazione utilizzata	12
2.2.3. Schema operativo acquisizioni MASW.....	13
2.2.4. Elaborazione dati	14
3. MODELLO GEOLOGICO	15
3.1. Contesto geologico dell'area vasta	15
3.2. Assetto litostratigrafico locale	19
3.3. Assetto stratigrafico ai fini della ricostruzione del modello geotecnico.....	23
3.4. Assetto morfologico ed idrografico.....	24
3.5. Assetto idrogeologico	27
3.6. Caratterizzazione pedologica.....	29
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	30
4.1. Sismicità locale.....	30
4.2. Classificazione sismica	32
4.3. Pericolosità sismica.....	33
4.4. Categoria di sottosuolo	34
4.5. Esito dell'indagine sismica	35
5. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	45
5.1. Pericolosità da frana.....	45
5.2. Pericolosità idraulica	46
5.3. Pericolosità sismica.....	46
5.4. Pericolosità idrogeologica	46
5.5. Subsidenza.....	46
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE	47
7. CONCLUSIONI	49
8. SCHEDE SITO	50

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 4 di 57

1. ASPETTI INTRODUTTIVI

1.1. Premessa

Nel programma di sviluppo di progetti da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) la Società Asja Serra s.r.l., con sede legale a Torino in Corso Vittorio Emanuele II n. 6, intende realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica composto da n. 9 aerogeneratori, con potenza unitaria di 6,2 MW per una potenza complessiva di 55,8 MW, ricadente nei territori comunali di Sardara, Sanluri e Villanovaforru (Provincia del Sud Sardegna), denominato impianto eolico "Serras", in località "Serras".

In tale ambito, gli scriventi geologi Dott.ssa Maria Francesca Lobina⁽¹⁾ e Dott. Mauro Pompei⁽²⁾ e sono stati incaricati per la stesura della presente "Relazione geologico – tecnica" quale corredo obbligatorio degli elaborati progettuali ai fini del conseguimento del titolo autorizzativo.

Gli argomenti sviluppati in questa sede si basano su rilievi diretti nel settore di intervento coadiuvati da dati in possesso degli scriventi, acquisiti in occasione di indagini geognostiche condotte nelle immediate vicinanze per varie iniziative edilizie e da altre informazioni ricavate dalla miscellanea e dalla cartografia geotematica regionale. Sono stati così analizzati, con il dettaglio consentito dalla fase progettuale in essere, gli aspetti geologico-litologici, morfologici ed idrogeologici interagenti con l'intervento in argomento, al fine di individuare eventuali condizioni di pericolosità geologica s.l. (da frana o idraulica) od altre criticità e predisporre il programma di indagini più consono a supportare la successiva progettazione esecutiva in relazione all'assetto geologico s.l. e geotecnico dei luoghi.

Con le analisi attuate in questa sede si ritiene di aver compiutamente analizzato i preliminari aspetti geologico-litologici, morfologici ed idrogeologici interagenti con l'opera in progetto, nonché di aver valutato, con il necessario dettaglio, le condizioni di pericolosità geologico-idraulica in atto e/o potenziali od altre criticità in grado di condizionare negativamente la fattibilità dell'intervento nel suo complesso.

Ciò al fine di poter predisporre il programma di indagini più consono ad approfondire e meglio specificare gli aspetti stratigrafici, geotecnici e sismici dei luoghi di intervento, necessari a supportare la successiva fase di progettazione in relazione alla natura dell'intervento.

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

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 5 di 57

1.2. Normativa di riferimento e relative prescrizioni

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

- **Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019** «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M.17.01.2018»;
- **D.M. 17.01.2018** «Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009** «Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008»;
- **D.M. 14.01.2008** «Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3316 del 02.10.2003** «Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri»;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003** «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica»;
- **D.M. LL.PP. 16.01.1996** «Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche»;
- **Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996** «Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica»;
- **D.M. LL.PP.11.03.1988** «Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione» e relativa **Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988**;
- **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;
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n.54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n.3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS n.8 dell'11.03.2005;
- **Norme di Attuazione del P.A.I.** (aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S. n. 14 del febbraio 2022).

1.3. Descrizione sommaria degli interventi in progetto

È prevista l'installazione di n.9 aerogeneratori di ultima generazione ad asse orizzontale (HAWTG, Horizontal axis wind turbine generators) di potenza pari a 6,2 MW ciascuno, con potenza nominale complessiva del parco eolico di 55.8 MW, denominati in ordine crescente da SR01 a SR09.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 6 di 57

Ogni elemento sarà montato su torre tubolari di acciaio che porterà il mozzo del rotore ad un'altezza da terra di 135 m; l'altezza massima dal suolo di ogni macchina sarà pertanto di 220 m.

Aerogeneratore	X (Gauss-Boaga – Roma Monte Mario)	Y (Gauss-Boaga – Roma Monte Mario)	Z [m]
SR01	1487793	4385328	324
SR02	1488259	4385581	331
SR03	1488354	4383870	256
SR04	1488569	4384333	269
SR05	1488902	4384728	308
SR06	1489656	4382737	228
SR07	1490034	4383251	286
SR08	1490254	4383726	272
SR09	1490879	4382993	292
Torre anemometrica	1490336	4384707	290

È inoltre prevista l'installazione di una torre anemometrica di misura che monitorerà le condizioni di vento e ambientali della zona di impianto per tutta la vita di quest'ultimo. L'energia prodotta sarà convogliata verso la futura SE RTN 380/150 kV, gestita dall'operatore Terna, tramite un cavidotto di interconnessione degli aerogeneratori e della Sottostazione Utente, a 30kV e, il cavidotto a 150 kV di connessione alla futura SSE RTN interamente interrato, che raggiungerà il punto di connessione alla RTN rappresentato dalla futura SE RTN 380/150kV da inserire in entra-esce alla linea 380kV "Ittiri-Selargius".

La viabilità di accesso al sito prevista è composta da strade statali, provinciali e comunali. Quella esistente è per lo più in condizioni idonee, e saranno necessari adeguamenti solo nell'ultimo tratto di accesso al sito di progetto, limitando gli interventi a modifiche temporanee del tracciato per permettere il transito in sicurezza delle componenti e dei mezzi. Rispetto a questi tracciati, ogni turbina avrà poi il proprio tratto di viabilità dedicato.

La viabilità dovrà sopportare un peso per asse pari a 24,5 tonnellate, una pressione massima di 2,45 kg/cm. Lo sbancamento stradale di percorrenza dovrà essere pari a 5 m, compresi 50 cm per lato di fascia di distanza. I gradienti longitudinali non dovranno superare il 20% sui rettilinei e il 15% in prossimità delle curve. Le curve stesse dovranno avere un raggio di curvatura interna non inferiore a 20 m.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 7 di 57

1.4. Inquadramento topografico e territoriale

L'area di studio ricade nella Sardegna centro-meridionale e precisamente nelle sub-regioni della *Marmilla* e del *Campidano*, nel territorio dei comuni di Sardara, Sanluri, e Villanovaforru (Provincia del Sud Sardegna).

Nello specifico, l'areale che ospiterà gli aerogeneratori occupa una fascia che si estende per circa 4 km in direzione NO-SE e per poco più di 1 km in larghezza, e comprende da SE verso NO le località *Bruncu Predi Ara*, *Sa Ruina*, *S. Antioco*, *Arabicci*, *Bagodina* e *Bruncu su Sensu*. Le principali strade sono rappresentate dalla S.P.48 che passa a circa 2 km a est dell'area del parco eolico in progetto e la strada denominata *Viale Sant'Antioco* che collega i centri abitati di Sanluri e Villanovaforru e scorre subito a est dell'area d'interesse.

Per tutte le opere, i riferimenti cartografici sono i seguenti:

- Foglio 539 "MOGORO" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Foglio 547 "VILLACIDRO" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sez. 539-II "VILLAMAR" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sez. 547-I "SANLURI" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sez. 539150 "LUNAMATRONA" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sez. 547030 "SANLURI" della C.T.R. [scala 1:10.000]

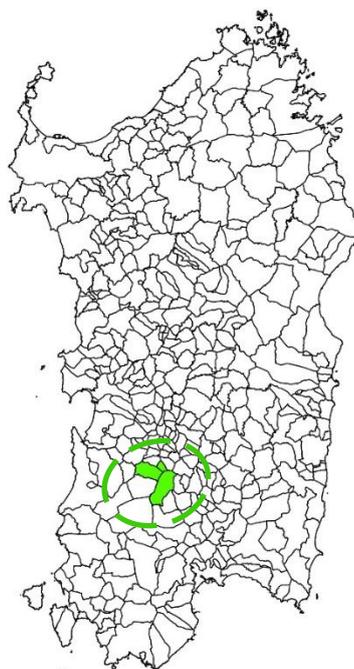


Figura 1.1 - Pertinenze amministrative dell'area del parco eolico.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 8 di 57



Figura 1.2 - Pertinenze amministrative dell'area del parco eolico su immagine satellitare (Google Earth)

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 9 di 57

2. BASE GEOGNOSTICA INFORMATIVA

2.1. Quadro di indagini geognostiche di riferimento ai fini della ricostruzione del modello geologico e geotecnico

Come accennato in premessa, per la stesura del presente elaborato ci si è avvalsi di una base informativa e cognitiva diretta, confortata da descrizioni diverse e da dati in possesso degli scriventi: seppur relativi a lavori di differente natura ed in assenza di test geognostici diretti, tali dati hanno consentito una modellazione geologica confacente alla fase progettuale in essere ed una caratterizzazione geotecnica di massima dei terreni interagenti con le opere in programma.

2.2. Prospezione sismica MASW

Per la classificazione dei terreni secondo la Nuova Normativa Antisismica (Ordinanza n. 3274) e l'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018), è stata eseguita una prospezione sismica mediante tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves): trattasi di una tecnica non invasiva che, attraverso la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , è in grado di ricostruire una sismostratigrafia atta alla definizione della categoria di suolo, mediante elaborazione delle V_{sh} , ai sensi del D.M. 17.01.2018.

Fermi restando gli obiettivi preposti, l'indagine si è articolata nelle seguenti fasi:

- valutazione della configurazione geometrica e della disposizione più consona dello stendimento,
- acquisizione dei dati in campo,
- elaborazione ed interpretazione dei dati.

Il principio teorico su cui si fondano le indagini sismiche "a rifrazione" è che consentono di ottenere informazioni di tipo geotecnico sul comportamento fisico-meccanico dei corpi geologici investigati, attraverso la determinazione dei relativi parametri, ed informazioni di tipo geologico sui caratteri strutturali e stratigrafici del volume indagato. Si tratta di uno dei metodi attualmente più utilizzati per l'esplorazione in profondità del sottosuolo e consiste nel creare delle onde artificiali nel terreno (energizzazione) battendo una piastra poggiata a terra con una mazza.

Sfruttano le proprietà dei terreni di farsi attraversare dalle onde sismiche a diversa velocità; questa dipende da molti fattori, quali la natura mineralogica della roccia, il grado di cementazione e di fatturazione, la porosità, il contenuto in acqua o in gas, etc.. Nel caso specifico sono stati realizzati n. 3 stendimenti di lunghezza 46 m ed allineamento di n. 24 geofoni con interdistanza geofonica 2,00 m, rispettivamente con baricentro nel punto con le seguenti coordinate:

1. 4 385 340 NORD	1. 478 803 EST	pressi SR1
2. 4 384 341 NORD	1. 488 557 EST	pressi SR4
3. 4 383 729 NORD	1. 490 234 EST	pressi SR6

L'ubicazione delle prospezioni è rappresentata nelle successive immagini fotografiche.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 10 di 57



Figura 2.1 – Stendimento MASW 01.



Figura 2.2 – Stendimento MASW 02.



Figura 2.3 – Stendimento MASW 03.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 11 di 57

2.2.1. Principi teorici

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P** Longitudinale onda profonda di compressione
- **S** Trasversaleonda profonda di taglio
- **L** Love onda di superficie, composta da onde P e S
- **R** Rayleigh onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (ACHENBACH J.D., 1999, AKI K. & RICHARDS P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo" (da *Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves – V. Roma 2006)*).

Heterogeneous medium

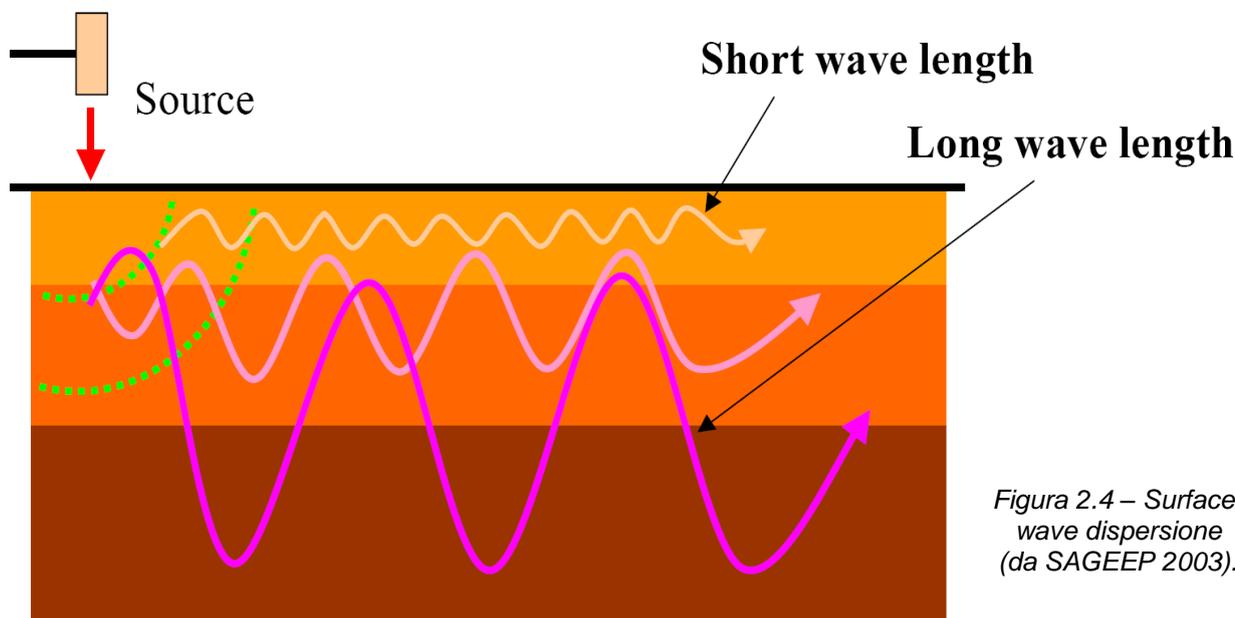


Figura 2.4 – Surface-wave dispersion (da SAGEEP 2003).

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 12 di 57

2.2.2. Strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione del cantiere in argomento, è stata impiegato un Sismografo DAQLink III (Seismic Source U.S.A.) con convertitore A/D a 24 bit, numero di canali da 3 a 24, ampio range dinamico 144db, output dei dati in SEG-Y, SEG-2 o ASCII, opzione per test dei geofoni ed accelerometri, lunghezza di registrazione fino a 4 mld di campioni, intervalli di campionamento: 0.0208, 0.0625, 0.125, 0.250, 0.500, 1.00, 2.00, 4.00, 8.00, 16.00 ms.

L'intero sistema di acquisizione è conforme alle specifiche ASTM D5777-00 (2006) (Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation); l'energizzazione del terreno è stata effettuata mediante l'utilizzo di una massa battente (mazza di 10 kg con starter su piattello di battuta). Per la ricezione delle onde longitudinali (P), durante l'indagine sismica, sono stati usati geofoni verticali a lungo periodo (4.5 Hz).



Figura 2.5 – Sismografo DaqLinkIII.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 14 di 57

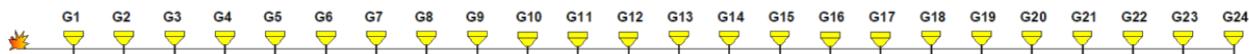


FIGURA 2.7 – Schema stendimento sismico utilizzato, in questo caso con energizzazione a 4 m dal G1

I dati acquisiti in campagna sono stati, quindi, elaborati ed è stato possibile ricostruire un modello attendibile Vs/profondità. Il metodo di investigazione MASW è detto “attivo” in quanto la generazione di onde sismiche si effettua artificialmente a mezzo di idonea massa battente, fucile sismico o altro. Il punto di energizzazione è posto lungo l’allineamento dei geofoni ad una certa distanza da un geofono esterno. Con questa procedura si ricostruisce l’assetto sismo-stratigrafico del sottosuolo che si basa sull’analisi delle onde di Rayleigh che si propagano entro un semispazio stratificato.

Il metodo prevede l’utilizzo di strumentazione classica per sismica a rifrazione ad elevata dinamica (24 bits di conversione A/D), con geofoni a bassa frequenza. Una volta acquisiti i dati son stati riversati direttamente su p.c. per la successiva elaborazione.

2.2.4. Elaborazione dati

L’elaborazione dei dati è stata fatta una volta definita la curva di dispersione. I dati sono stati processati attraverso il codice SeisImager (Pickwin v. 3.14 WaveEq v. 2.07).

La procedura di elaborazione consiste nell’intervenire e modificare il profilo delle velocità Vs fino al raggiungimento di un buon accordo fra la curva di dispersione rilevata in sito e la curva simulata numericamente.

L’analisi dei dati acquisiti dalla metodologia avviene attraverso le seguenti fasi:

- ⇒ acquisizione dei sismogrammi,
- ⇒ esportazione del file in formato SEG-2 idoneo all’elaborazione finale,
- ⇒ calcolo dello spettro di velocità,
- ⇒ individuazione del modo fondamentale e degli eventuali superiori,
- ⇒ calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. in alternativa picking della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato modo,
- ⇒ inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs.

Gli spettri di velocità risultano dominati dal modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

I valori di dispersione appartenenti a disturbi a bassa frequenza e ai modi superiori sono stati esclusi dall’interpretazione del profilo di velocità

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 15 di 57

3. MODELLO GEOLOGICO

3.1. Contesto geologico dell'area vasta

L'area in esame ricade nella Sardegna centro-meridionale e precisamente nelle sub-regioni della *Marmilla* e del *Campidano*, un basso morfologico che si estende per circa 100 km con direzione NO-SE dal Golfo di Oristano al Golfo di Cagliari. Nella sua parte meridionale tale piana, di origine tettonica, si sovrappone alla più vasta fossa di età oligo-miocenica, denominata nella letteratura meno recente Rift Sardo (Cherchi & Montedart, 1982), che attraversa la Sardegna in senso meridiano unendo il Golfo dell'Asinara con quello di Cagliari.

La formazione del suddetto rift si deve a un'intensa tettonica transtensiva sviluppatasi durante il Terziario che ne ha provocato lo sprofondamento mediante un complesso sistema di faglie dirette e trascorrenti impostate probabilmente su linee di debolezza erciniche, che localmente ha dato origine a rigetti dell'ordine anche dei 2.000 m. Allo stato attuale delle conoscenze, la strutturazione di questa fascia è di fatto il risultato di tre fasi deformative distinte che si esplicano in tre cicli sedimentari separati da discordanze stratigrafiche. In questo contesto le rocce sedimentarie di età miocenica affioranti nella *Marmilla* sono espressione principalmente del primo e del secondo ciclo sedimentario.

Le faglie più importanti, per continuità e per l'entità del movimento crostale verticale, sono quelle che delimitano ad est e ad ovest, i bordi dell'attuale piana campidanese. A tale attività tettonica ha conseguito un intenso vulcanismo, sia effusivo che esplosivo, a prevalente affinità calcocalina (e localmente peralcalina nelle fasi finali) che ha interessato tutta la Sardegna centro-occidentale.

La colmata della depressione oligo-miocenica si esplica con la messa in posto di un insieme eterogeneo di rocce sedimentarie (continentali e marine), rocce vulcaniche di età miocenica e rocce sedimentarie continentali di età quaternaria che, in corrispondenza del *Campidano* (dove i movimenti tettonici sono proseguiti nel Plio-Quaternario), raggiunge lo spessore di qualche migliaio di metri.

Parallelamente alle faglie che delimitano questa estesa pianura, un fitto sistema di faglie dirette orientate N-S e NNO-SSE interessa il *Trexenta*, la *Marmilla* e il *Sarcidano*, che rappresentano le aree marginali orientali del rift, e che, a causa della loro morfologia, presentano spessori più limitati e poco estesi di coperture quaternarie, principalmente confinate alle valli fluviali.

Coerentemente con questo contesto tettonico-strutturale, l'area oggetto di studio mostra l'affioramento di una successione marnoso-arenacea e conglomeratica di età miocenica riconducibile alla Formazione della *Marmilla* [RML], espressione del primo ciclo sedimentario. Si tratta di una formazione marnosa tipica di un ambiente marino a bassa energia che presenta al suo interno un importante contributo di materiale vulcanico, dislocata da un sistema di faglie dirette a rigetto limitato che corrono approssimativamente parallele al graben del *Campidano*. In corrispondenza delle lineazioni tettoniche che delimitano il *Campidano* orientale si concentrano manifestazioni vulcaniche di età oligo-miocenica e pliocenica.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 16 di 57

Le prime sono rappresentate dal complesso di Furtei, posto a SE dall'area in studio, un sistema di domi lavici prevalentemente rio-dacitici e di depositi legati al loro collasso gravitativo, le seconde sono rappresentate dal *Monte Arci*, a NO del parco in progetto, un massiccio vulcanico che si estende per circa 20 km costituito da duomi, colate e piroclastiti caratterizzate da una estrema eterogeneità composizionale (da basalti a rioliti).

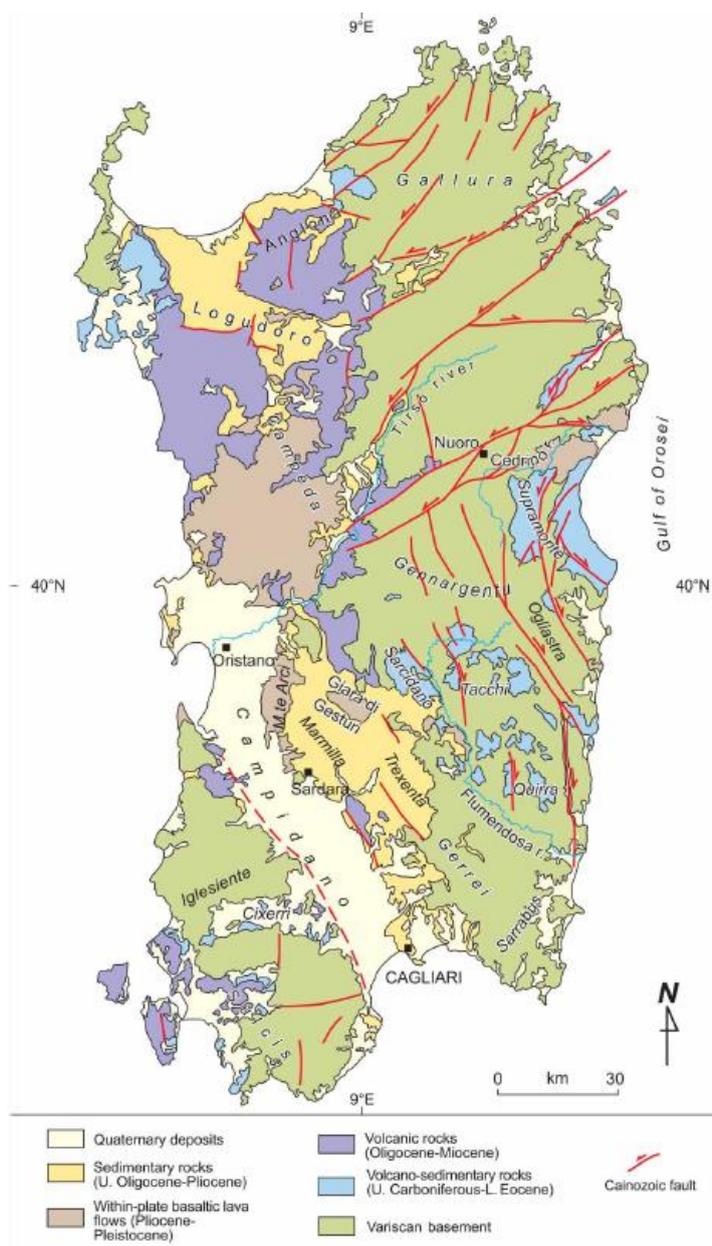
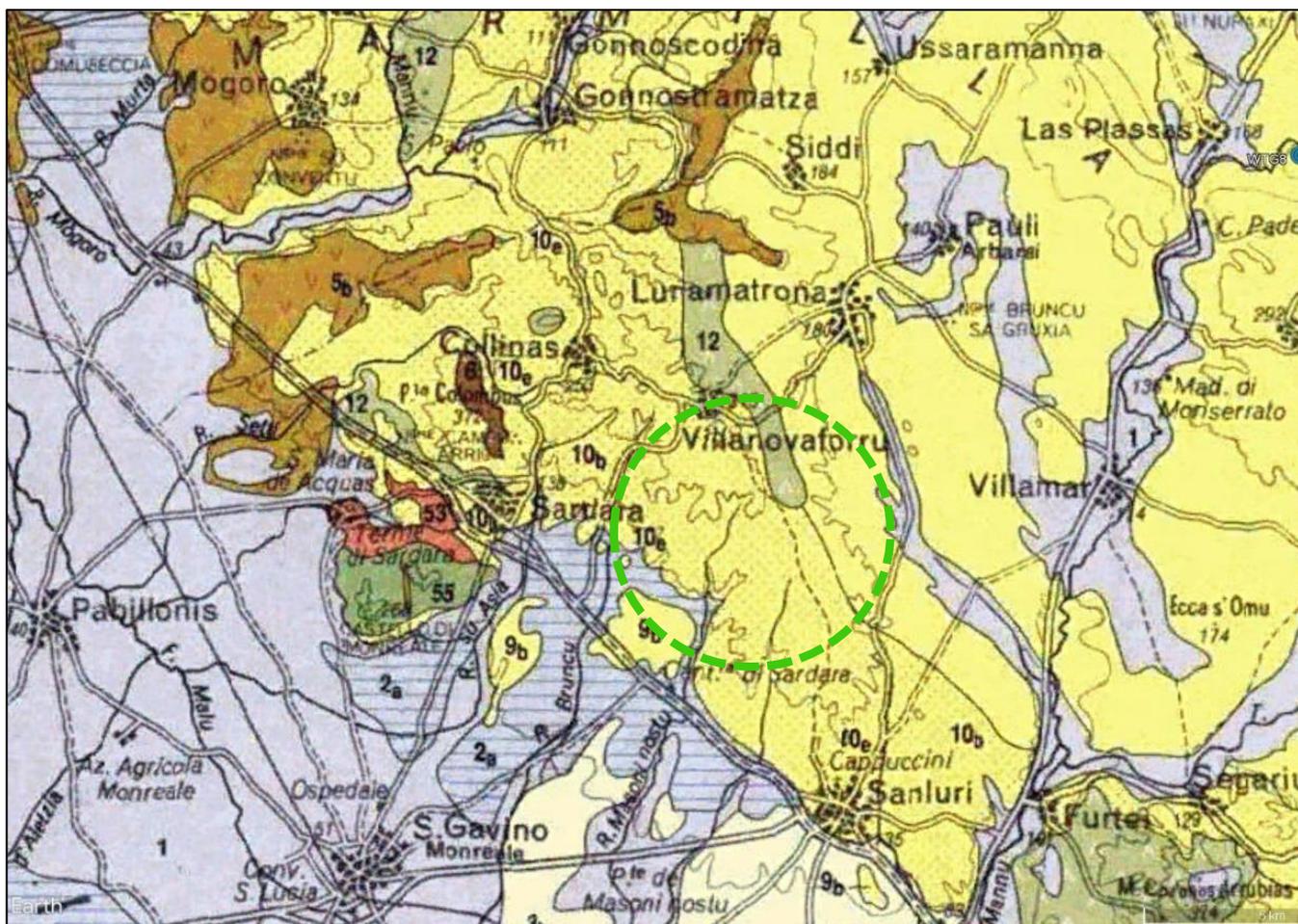


Figura 3.1 - Schema geologico della Sardegna con evidenziate le strutture di età cenozoica (Carmignani et al., 2015).

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 17 di 57



- 1** Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).
- 2°** Conglomerati, sabbie, limi ed argille in terrazzi e conoidi alluvionali (Pliocene-Pleistocene).
- 3a** Conglomerati, sabbie, limi ed argille di sistema alluvionale (Pliocene-Pleistocene).
- 5b** Basalti pliocenici – Colate basaltiche e depositi di scorie (Pliocene).
- 6** Rioliti e riodaciti in domi, colate e depositi piroclastici (Pliocene).
- 9b** Marne arenacee e siltose, arenarie, conglomerati, calcareniti e sabbie silicee sublitorali-epibatiali, con foraminiferi planctonici e molluschi pelagici (Burdigaliano superiore – Langhiano medio)
- 10b** Conglomerati poligenici e arenarie continentali (Oligocene superiore - Aquitaniano).
- 10e** Arenarie, conglomerati, marne, tufiti e calcari (Oligocene superiore - Aquitaniano).
- 12** Andesiti e daciti in domi e colate laviche (Oligocene superiore – Miocene inferiore).
- 53, 55** Basamento Paleozoico.

Figura 3.2 - Ubicazione degli interventi rispetto alla geologia di contesto. La cartografia è tratta da "Carta Geologica della Sardegna" in scala 1:200.000, curata da: Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna, modificata (fuori scala).

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 18 di 57

Nei rilievi collinari miocenici si rinvergono sovente le coltri detritiche di versante e colluviali [b2] riferibili perlopiù all'Olocene e provenienti dal disfacimento dei suddetti rilievi marnoso-arenacei.

Le valli fluviali sono invece interessate da successioni alluvionali prevalentemente sabbiose (bnb) ed in subordine ghiaioso-sabbiose [bna], di età più antica ("Alluvioni Terrazzate") o recente-attuale [ba e bb] ("Alluvioni Attuali").

Chiudono la successione stratigrafica i depositi antropici [h1], rappresentati dai rilevati stradali, argini fluviali e discariche per inerti.

L'attività tettonica attuale nel settore considerato, come per tutta l'Isola, viene considerata molto bassa o quiescente e generalmente non si rilevano deformazioni significative nel corso del tardo Quaternario (Pleistocene superiore e Olocene). Non si esclude, stante la scarsa documentazione relativa a terremoti avvenuti in Sardegna in epoca storica e recente, che eventi sismici di eccezionale intensità localizzati in vari settori dell'area tirrenica, possano indurre in alcuni areali dell'Isola vibrazioni i cui effetti sulle strutture in progetto possono comunque considerarsi ininfluenti.

Anche la subsidenza, se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, è un fattore assolutamente irrilevante tra i processi morfodinamici dell'isola.

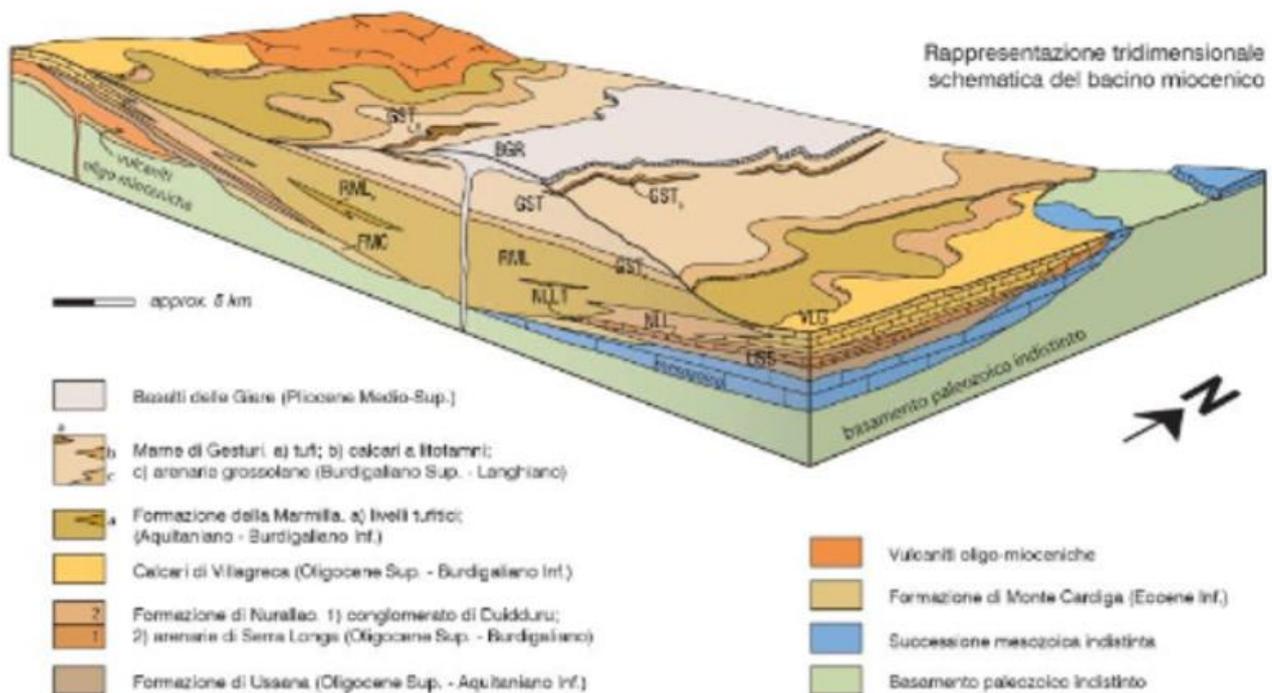


Figura 3.3 - Rappresentazione schematica del bacino miocenico nella Sardegna centro meridionale.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 19 di 57

3.2. Assetto litostratigrafico locale

L'areale designato per ospitare il parco in oggetto è contraddistinto dal diffuso affioramento della successione sedimentaria miocenica riconducibile alla Formazione della *Marmilla* [RML - Aquitaniano-Burdigaliano inferiore] costituita principalmente da marne siltose alternate a livelli arenacei. Le sue caratteristiche sono tipiche di un ambiente marino di bassa energia e la sua sedimentazione può essere in parte legata allo smantellamento delle vulcaniti mioceniche.

La suddetta formazione presenta generalmente giacitura a basso angolo, con immersione di 10-20° in direzione NE, ed è dislocata da un sistema di faglie dirette a rigetto limitato che corrono principalmente in direzione meridiana e localmente in direzione NO-SE. I bassi topografici tra le colline sono interessati dall'affioramento di depositi olocenici prevalentemente di origine fluviale.

Di seguito viene descritta sinteticamente la stratigrafia dell'ambito di intervento e di un suo congruo intorno, che comprende il parco eolico ed il cavidotto sino alla sottostazione elettrica, a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia geologica editata dall'APAT e integrata da ulteriori informazioni provenienti dai rilievi in situ.

A partire dalle più recenti, nell'area vasta sono state distinte le seguenti unità:

h1	Depositi antropici	[Attuale]
b₂	Coltri eluvio-colluviali [Olocene]	
b	Depositi alluvionali indistinti	[Olocene]
b_n	Depositi alluvionali terrazzati indistinti	[Olocene]
b_{na}	Alluvioni terrazzate costituite da prevalenti ghiaie	[Olocene]
b_{nb}	Alluvioni terrazzate costituite da prevalenti sabbie	[Olocene]
PVM2a	Subsistema di Portoscuso	[Pleistocene superiore]
RML	Formazione della Marmilla	[Aquitaniano – Burdigaliano inferiore]
NLL	Formazione di Nurallao	[Aquitaniano – Burdigaliano inferiore]
BNS	Unità di Bruncu Mois	[Aquitaniano – Burdigaliano inferiore]
VLG	Calcari di Villagrecia	[Aquitaniano inferiore]
USS	Formazione di Ussana	[Oligocene superiore – Aquitaniano]

h1 – Depositi antropici

Appartengono a questa unità tutti i depositi detritici riconducibili all'attività antropica. Sono costituiti da accumuli di modesta estensione legati ad azioni di rimodellamento della superficie topografica, o a scariche di inerti o rifiuti solidi urbani.

Non è prevista alcuna interferenza con le opere in progetto.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 20 di 57

b₂ – Coltri eluvio-colluviali

Sono costituite da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, che hanno subito trasporto per gravità nullo o limitato.

Lo spessore varia da decimetrico a metrico.

Si rinvengono perlopiù in corrispondenza di paleo-depressioni e nei fondovalle attuali e sono rappresentati da terre a granulometria prevalentemente limo-argillosa o argillosa con moderata frazione sabbiosa, come prodotto di alterazione dei terreni marnosi in situ e/o accumulo di questi ultimi in ambiente continentale/acquitrinoso. Possono essere costituiti da frazioni più grossolane (sabbie con sporadici clasti o blocchi) derivanti dal rimaneggiamento dei termini arenacei miocenici.

Costituiscono la copertura superficiale (non cartografata) delle colline ove sono previste le torri eoliche da cui la necessità di valutare puntualmente lo spessore e le relative caratteristiche geotecniche.

b – Alluvioni attuali e recenti

Sono rappresentate da alluvioni conglomeratiche e sabbio-limose, in genere con un'importante componente argillosa infra-matrice, legata all'evoluzione olocenica del locale reticolo idrografico a carattere stagionale che drena le acque dei rilievi basso-collinari impostati sulle litologie mioceniche.

Si distinguono depositi grossolani, formati da ghiaie ± ciottolose poligeniche con abbondante matrice sabbio-limosa [**ba**] e depositi alluvionali in prevalenza sabbiosi [**bb**] ma con intercalazioni sia di ghiaie poligeniche sia di limi e argille. Gli spessori variano in genere da decimetrici a metrici e interessano gli attuali fondovalle formati a seguito dei più recenti episodi di terrazzamento.

Poiché esterne all'area designata ad ospitare il parco eolico, non rivestono alcuna significatività.

bn – Alluvioni terrazzate

Questi depositi alluvionali mostrano caratteristiche generali analoghe a quelle descritte in precedenza poiché le modalità di sedimentazione sono analoghe così come le aree di drenaggio dei paleocorsi d'acqua che le hanno prodotte.

Trattasi di sedimenti perlopiù ghiaiosi [**b_{na}**] e sabbiosi [**b_{nb}**] generalmente costituiti da ciottoli ben elaborati di rocce prevalentemente marnose derivanti dallo smantellamento dei rilievi, di dimensioni variabili da pluricentriche a decimetriche immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa e limoso-argillosa, localmente intercalati da lenti e/o livelli di limi argillosi [**b_{nc}**], a composizione variabile e con differente forma.

Si rinvengono a latere dei letti fluviali attuali o costituiscono tratti di alveo regimati ed in genere non interessati dalle dinamiche in atto, se non in occasione di eventi idrometeorici eccezionali. Lo spessore di questi sedimenti è, nella maggior parte dei casi, difficilmente valutabile ma, lungo scarpate di erosione fluviale associate alle dinamiche attuali, sono di ordine metrico.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 21 di 57

Locali eteropie verticali e laterali conseguenti alle variazioni del regime idrico dei corsi d'acqua, originano lenti e lingue di materiali a granulometria più fine (limi e argille) o sacche conglomeratiche ± estese.

Poiché esterne all'area designata ad ospitare il parco eolico, non rivestono alcuna significatività.

PVM2a – Subsistema di Portoscuso

Ghiaie eterometriche, costituite da elementi delle successioni più antiche, principalmente mioceniche. In genere il grado di arrotondamento dei clasti è modesto.

La presenza di matrice testimonia che il meccanismo principale di deposizione è da attribuire a fenomeni di trasporto in massa, in particolare colate di detrito. Gli spessori sono sempre inferiori ai 5 m. Essi generano sempre terrazzi fluviali posti a quote di alcuni metri sul fondo valle attuale.

Poiché esterne all'area designata ad ospitare il parco eolico, non rivestono alcuna significatività.

RML – Formazione della Marmilla

Marne siltose, alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini talvolta con componente vulcanoclastica rimaneggiata. Di colore giallognolo, presenta intercalazioni di tufi biancastri e livelli arenacei con forte componente vulcanoclastica. Gli spessori possono raggiungere i 200 m, come direttamente rilevato in sondaggi per ricerche idriche in territorio di Selegas.

La giacitura è perlopiù suborizzontale o leggermente inclinata, mediamente dell'ordine di 10÷20°.

La formazione si presenta molto alterata e detensionata per effetto dell'esposizione agli agenti atmosferici e mostra una evidente fissilità nei termini siltitici e fratturazione pseudoconcoide ("marne a saponetta") nei termini a maggiore composizione argillosa.

Costituiscono il terreno di fondazione di una parte significativa delle opere in progetto, da cui l'esigenza di valutare puntualmente lo stato di alterazione e le relative caratteristiche geotecniche.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 22 di 57



Figura 3.4 - Marne della Formazione della Marmilla in giacitura orizzontale nel settore centrale del parco eolico.



Figura 3.5 - Arenarie grossolane con importante componente vulcanoclastica appartenenti alla Formazione della Marmilla nel settore settentrionale del parco eolico.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 23 di 57

NLL – Formazione di Nurallao

Arenarie da grossolane a micro-conglomeratiche, con intercalazioni di arenarie siltose.

Poiché esterne all'area designata ad ospitare il parco eolico, non rivestono alcuna significatività.

BNS – Unità di Bruncu Mois

Basalti, andesiti basaltiche ed andesiti da subafiriche a fortemente porfiriche per fenocristalli di plagioclasio, clinopirosseno, ortopirosseno e olivina, in colate e cupole di ristagno principalmente di ambiente subacqueo.

Poiché esterne all'area designata ad ospitare il parco eolico, non rivestono alcuna significatività.

VLG – Calcari di Villagreca

Calcari bioclastici e biocostruiti, bioherme a coralli e briozoi, Lithothamnium e molluschi.

Poiché esterne all'area designata ad ospitare il parco eolico, non rivestono alcuna significatività.

USS – Formazione di Ussana

Conglomerati clasto-sostenuti, fortemente eterometrici e poligenici, arenarie poco classate con un'organizzazione in bancate grossolane, sporadici livelli argillosi, con intercalazione di livelli discontinui di piroclastiti.

Poiché esterne all'area designata ad ospitare il parco eolico, non rivestono alcuna significatività.

3.3. Assetto stratigrafico ai fini della ricostruzione del modello geotecnico

Sulla base di quanto emerso dai rilievi di superficie, il sottosuolo dei siti designati per l'installazione degli aerogeneratori è in gran parte omogeneo, in quanto contraddistinto da un sottile spessore di detriti eluvio-colluviali in parte pedogenizzati e arati, in quanto sede di attività agricola, che copre una potente sequenza marnosa-arenacea [RML] che costituisce l'ossatura delle colline caratterizzanti il paesaggio.

Solo in corrispondenza delle strette fasce fluviali che separano le colline sono presenti depositi alluvionali e colluviali la cui età è ascrivibile ad un intervallo di tempo compreso tra il Pliocene e l'attuale [bn e b] ed il cui spessore, sebbene non stimabile con precisione, può verosimilmente raggiungere alcuni metri. Tali depositi alluvionali si presentano prevalentemente in facies sabbiosa tuttavia locali eteropie laterali e verticali, conseguenti alle variazioni di regime idrico dei corsi d'acqua, caratterizzano il materasso alluvionale dando luogo a lenti e lingue più fini (limi e argille) o a sacche di ciottolame.

Al fine di fornire una descrizione di dettaglio, l'area interessata dal progetto è stata suddivisa in due settori come rappresentato in Figura 3.6.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 24 di 57

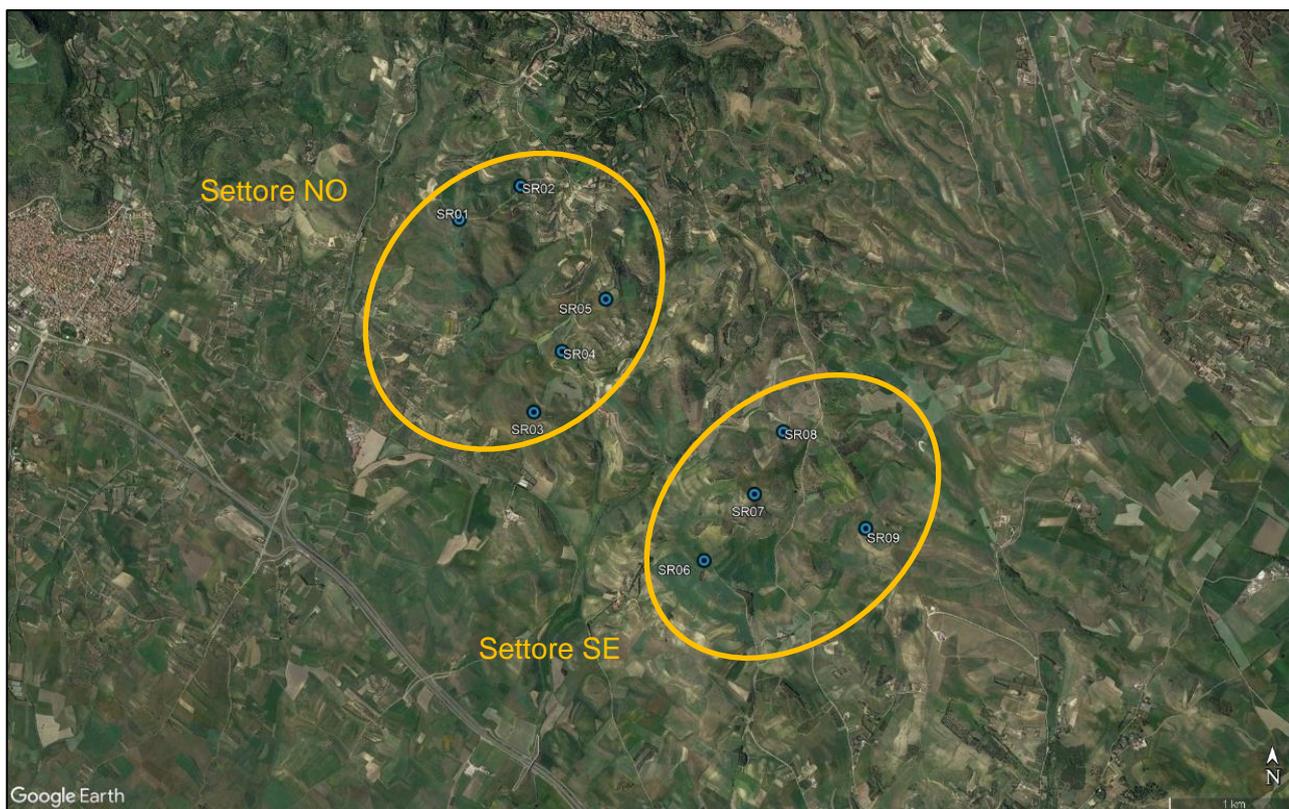


Figura 3.6 - Schema planimetrico del progetto e suddivisione in settori a fini descrittivi.

3.4. Assetto morfologico ed idrografico

Il settore in studio ricade in un ambito debolmente collinare ad est della vasta piana campidanese e racchiuso tra gli isolati rilievi vulcanici di Furtei a SE, del *Monte Arci* a NO, e le colline del *Sarcidano* ad est. La morfologia di contesto è ondulata con quote medie di 250 m s.l.m. che decrescono gradualmente da est verso ovest e da nord verso sud. I rilievi più alti fanno registrare quote di circa 350 m s.l.m. come nel caso di *Bruncu S'Ollastu* (377 m s.l.m.) e *Sedda Sa Battalla* (336 m s.l.m.).

Le forme originate dai sedimenti miocenici sono condizionate in gran parte dalla giacitura quasi sempre debolmente inclinata della stratificazione.

Il corso d'acqua principale della *Marmilla* è rappresentato da *Flumini Mannu*, che passa a est dell'area in esame sebbene la fascia collinare sede del parco eolico in progetto è intersecata da un fitto sistema di rii minori che scorrono approssimativamente da NNE verso SSO per confluire in canali artificiali che solcano il *Campidano*.

I terreni che costituiscono il substrato geologico locali sono rappresentati essenzialmente da marne stratificate mediamente coerenti coperte parzialmente da spessori decimetrici o metrici di detriti fini eluvio-colluviali provenienti dal disfacimento delle formazioni marnose mioceniche.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 25 di 57



Figura 3.7 - Immagine rappresentativa del contesto morfologico collinare del parco. Vista del settore settentrionale del parco da est verso ovest, sullo sfondo la piana del Campidano.

Lungo il letto dei rii minori affiorano depositi alluvionali terrazzati costituiti principalmente da arenarie poco coerenti il cui spessore è valutabile nell'ordine di alcuni metri.

Il ridotto gradiente altimetrico favorisce l'abbattimento dell'energia di deflusso delle acque meteoriche, limitando gli effetti morfodinamici sulla topografia ad un debole ruscellamento areale e all'azione dei rii minori sopracitati.

La viabilità interna del parco eolico è garantita da una rete di stradelli che consentono il transito tra i diversi settori. Nel complesso, la morfologia caratterizzata da deboli pendenze, l'assenza di sistemi fluviali fortemente incisi o ad alveo largo consentono l'adattamento della viabilità esistente al passaggio di mezzi pesanti.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 26 di 57



Figura 3.8 - Immagine panoramica dell'area del parco, vista da nord.



Figura 3.9 - Immagine panoramica dell'area del parco, vista da nord, sullo sfondo i rilievi vulcanici di Furtei.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 27 di 57



Figura 3.10 - Contesto morfologico da immagine satellitare del rilievo con esagerazione verticale 3x.

3.5. Assetto idrogeologico

L'assetto idrogeologico locale è condizionato dalla presenza del basamento marnoso siltoso-argilloso pressoché impermeabile a grande scala a meno di particolari condizioni locali legate a elevata fratturazione o a variazioni stratigrafiche con presenza di intercalazione arenaceo-sabbiose e/o di bancate detritico-carbonatiche, entro le quali potrebbe instaurarsi una modesta circolazione idrica profonda.

Le coperture superficiali, di natura colluviale-alluvionale, seppur contraddistinte da porosità e permeabilità medio-alta, per i ridotti spessori risultano poco favorevoli a consentire un'infiltrazione efficace degna di nota e, pertanto, la formazione di una falda freatica superficiale significativa. Questa constatazione, insieme alla presenza di un sistema di irrigazione, è la ragione per cui nell'area in studio e nei comuni adiacenti i pozzi sono rari, peraltro profondi diverse decine di metri oltre il centinaio di metri.

Alle unità litologiche distinte possono essere attribuite le seguenti classi di permeabilità.

AP – Alta per porosità

Vi rientrano le alluvioni attuali e recenti, perlopiù sciolte ed incoerenti, costituiti principalmente da ghiaie e sabbie [**b_a** e **b_b**] oltre che le alluvioni terrazzate ghiaiose [**b_{na}**] e sabbiose [**b_{nb}**].

Interessano le strette fasce fluviali minori del settore.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 28 di 57

La permeabilità può decrescere notevolmente fino a medio-bassa nelle facies limoso-argillose suscettibili di fenomeni di ristagno.

La capacità di ospitare acquiferi significativi è legata allo spessore dei depositi.

MAP – Medio-alta per porosità

Vi rientrano i depositi eluvio-colluviali attuali e recenti [**b₂**], spesso sciolti ed incoerenti, che rappresentano la copertura delle formazioni marnose.

Affiorano diffusamente nell'area che ospiterà le opere in progetto. In relazione al loro ridotto spessore, questi depositi non sono capaci di ospitare acquiferi volumetricamente significativi.

Ricadono in questa categoria anche i conglomerati del Subsistema di Portovesme [**PVM2a**] esterni all'area di intervento.

MP – Media per porosità

Sono ascrivibili a questa classe di permeabilità i conglomerati e le arenarie afferenti alla Formazione di Ussana che affiorano al di fuori dell'area del parco.

BP – Bassa per porosità

Comprendono le successioni marnose della *Marmilla* [**RML**] caratterizzate nell'insieme da una permeabilità molto bassa o nulla, localmente medio-alta per fessurazione in corrispondenza dei livelli arenacei fratturati i quali però, a causa della ridotta potenza (circa 1÷5 m) e della mancanza di apporti idrici dai livelli più impermeabili che li racchiudono, non costituiscono un acquifero molto produttivo.

Queste litologie affiorano significativamente nell'area che ospiterà il parco.

MBF – Medio bassa per fratturazione

Vi ricade le vulcaniti dell'Unità di *Brunco Mois* [**BNS**] definita in grande da una permeabilità bassa ma localmente medio-alta per fratturazione.

Non si prevedono interferenze con le opere in programma.

MF – Media per fratturazione

Vi rientra il complesso sabbioso conglomeratico afferente alla Formazione di Nurallao [**NLL**], costituito a sabbie da fini a molto fini debolmente cementate e conglomerati in matrice arenacea con cementazione da debole a elevata.

La permeabilità, media per porosità interstiziale, nelle facies conglomeratiche può ridursi fino a scarsa per l'aumento del grado di cementazione.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 29 di 57

MACF – Medio-alta per carsismo e fratturazione

Rientra in questa classe di permeabilità un piccolo affioramento di litologie carbonatiche afferenti alla Formazione dei Calcari di Villagrecia [VLG] esterna all'area di intervento.

Al quadro generale esposte si evince quindi che la circolazione idrica sotterranea è strettamente vincolata dalla presenza di un substrato poco o nulla permeabile costituito da marne argillose della F.ne della *Marmilla*: queste non consentono l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo se non in corrispondenza di variazioni stratigrafiche con presenza di intercalazioni sabbioso-arenacee o fratture e giunti all'interno delle facies litoidi.

La copertura argilloso-limosa non costituisce un acquifero degno di nota seppur al contatto con il sottostante basamento impermeabile può risultare interessata da una debole umidità. In concomitanza delle precipitazioni potrebbero instaurarsi condizioni di locale saturazione dei terreni sommitali e formazione ristagni idrici.

3.6. Caratterizzazione pedologica

I suoli dell'area oggetto di studio sono quelli tipici dei substrati marnosi e dei relativi depositi colluviali, nello specifico riconducibili a due principali tipologie:

- 1) *lithic xerorthents* con sviluppo verticale limitato, minore di 50 cm, elevato contenuto in clasti del substrato locale; si sviluppano principalmente sulla sommità di morfologie collinari e sono comunemente adibiti al pascolo;
- 2) *typic vertic xerochrepts* con sviluppo verticale di 50-100 cm, matrice da sabbiosa ad argillosa; si sviluppano principalmente su aree a morfologia pianeggiante o debolmente ondulata e sono generalmente adibiti a colture erbacee ed arboree.

Il contesto è perlopiù adibito alla coltivazione e nello specifico seminativi non irrigui. Limitate aree sono destinate a prati artificiali, uliveti e vigne.



Figura 3.11 - Stralcio della carta dei suoli della Sardegna, da Aru et al., 1990.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 30 di 57

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

4.1. Sismicità locale

Le caratteristiche di sismicità del blocco sardo-corso sono da porre in relazione, sostanzialmente, con l'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale e delle catene montuose che lo circondano, Appennini in primo luogo.

Durante il Miocene superiore, il principale evento geodinamico dell'area è rappresentato dalla strutturazione dell'attuale margine orientale dell'Isola, che si protrae fino a parte del Quaternario. 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, dall'apertura del Bacino Tirrenico meridionale.

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 scorie basaltiche nel settore dell'*Anglona*), si ha conoscenza di indizi di eventi sismici risalenti a 3.000 - 4.000 anni fa, testimoniati da importanti danneggiamenti rilevati in alcuni edifici nuragici. Negli ultimi decenni non pochi sono stati i terremoti di energia non trascurabile localizzati in Sardegna o nelle sue immediate vicinanze.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e da altri enti, utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04, consultabili dal sito web "DBMI04", 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.

Alcuni terremoti segnalati (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di Tempio Pausania). Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino Quirino mentre, più recentemente (03.03.2001), è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala Mercalli) nella costa di San Teodoro ed un sisma di analoga magnitudo il 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola.

Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco a ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e 40 km di profondità.

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

Per quanto attiene il sito specifico, la sismicità storica è stata ricostruita previa consultazione dei

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 31 di 57

seguenti database resi fruibili online dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV):

- CPTI15 – Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani 2015
 Contiene i dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o con magnitudo (M_w) ≥ 4 relativi a tutto il territorio italiano.
- DBMI15 – Database macrosismico dei terremoti italiani 2015
 Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nel periodo 1000-2014.

L'unico evento di rilievo avvertito nei comuni interessati dal parco eolico si riferisce al terremoto del 26.04.2000 con epicentro nel Tirreno centrale e che ha fatto registrare un'intensità pari a 4 a Sanluri e intensità minori nella maggior parte dei comuni della Sardegna centro-meridionale.

L'archivio non indica alcun evento con epicentro nel comune interessati dal parco eolico.

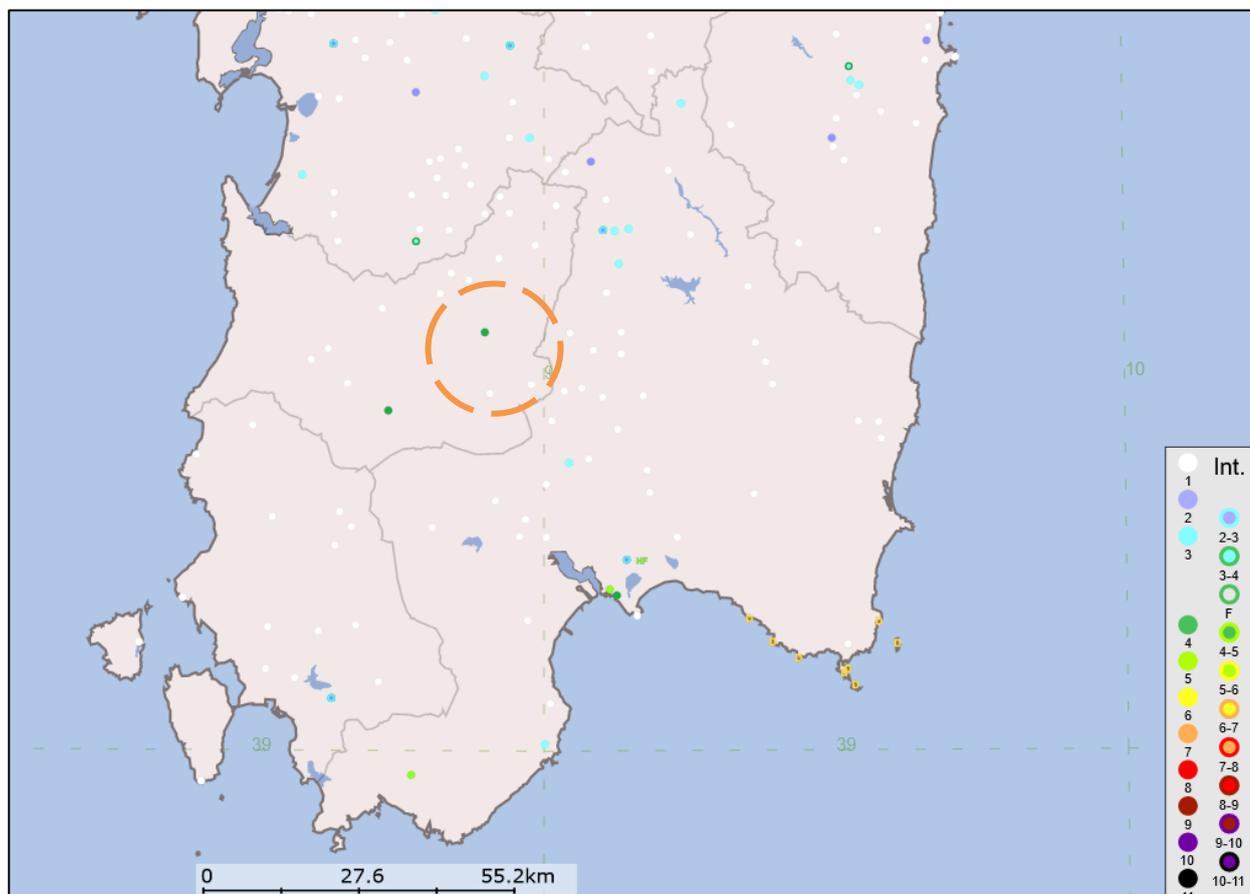


Figura 4.1 - Intensità macrosismica rilevata nella Sardegna centrale e meridionale dei terremoti avvenuti dal 1616 al 2019.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 32 di 57

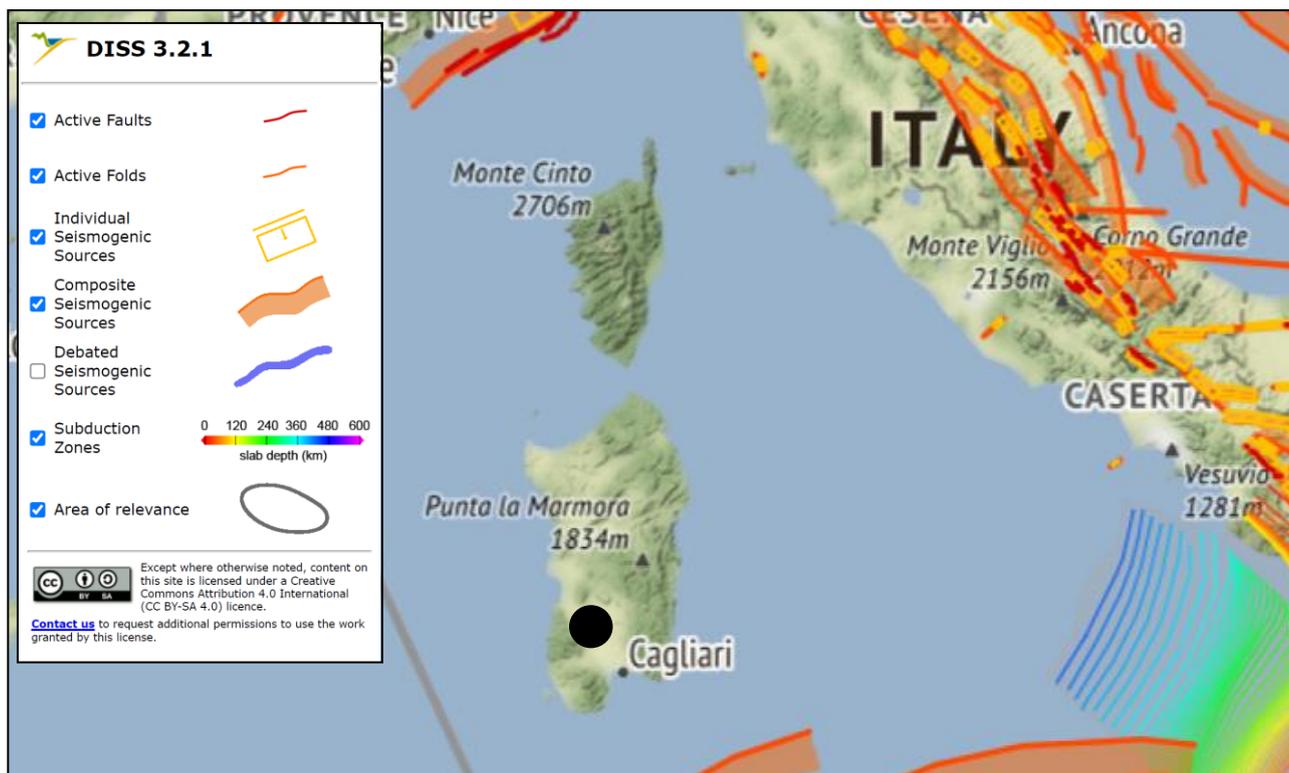


Figura 4.2 - Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con $M > 5,5$ rispetto all'area di intervento (estratto da DISS Working group 2018, Database of Individual Seismogenic Sources ver. 3.2.1., <http://diss.rm.inqv.it/dissmap/dissmap.phtml>).

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

4.2. Classificazione sismica

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

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 33 di 57

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 e del progresso scientifico, attraverso l'applicazione WebGIS, è possibile consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica. Il sito di specifico intervento edilizio, così come tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro **ag** è assegnato un valore di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) compreso tra **0,025÷0,05 g** da adottare nella progettazione. Tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

4.3. Pericolosità sismica

L'entrata in vigore delle NTC 2008 ha reso obbligatoria, anche per le zone a bassa sismicità come la Sardegna, la stima della pericolosità sismica basata su una griglia, estesa su tutto il territorio nazionale, di 10.751 punti, in cui vengono forniti per ogni nodo situato ai vertici di ogni maglia elementare, i valori di:

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

Solo per alcune aree insulari con bassa sismicità (tra cui la Sardegna), tali valori sono unici e sono quelli indicati nella Tabella 2 dell'Allegato B alle N.T.C. 2008, ancora valide per le N.T.C. successive. Per un periodo di ritorno $T_r = 475$ anni, detti parametri valgono:

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

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica I_{max} (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente) si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.). Per i comuni della Sardegna, così come per quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità (**I_{max}/pon**), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 34 di 57

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

Il database del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from CApable faults*) ha consentito di escludere la presenza di "faglie capaci", ovvero di lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche. Occorre segnalare comunque che lo stesso progetto ITHACA evidenzia la presenza di faglie capaci sia sul margine occidentale che su quello orientale del *Campidano* ().

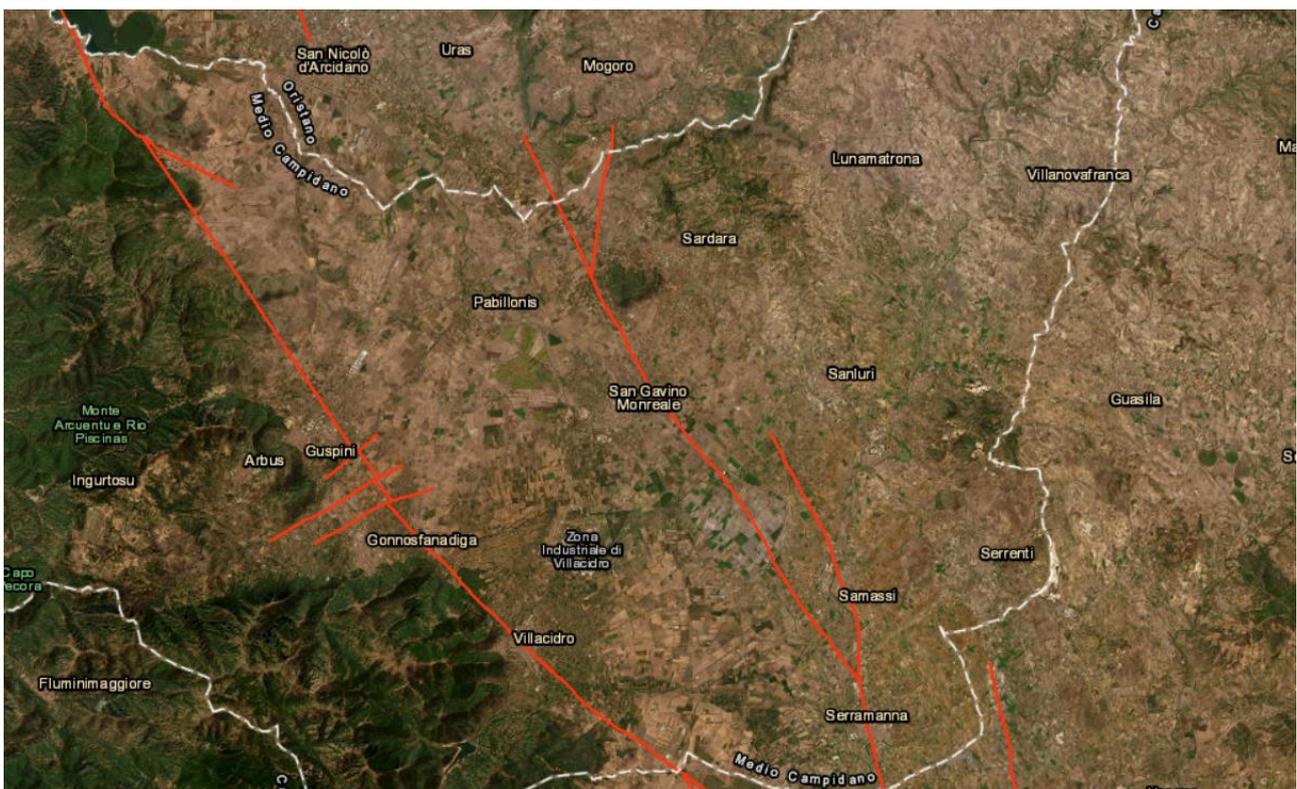


Figura 4.3 - Andamento delle faglie capaci rilevate dal progetto ITHACA.

4.4. Categoria di sottosuolo

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

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

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 35 di 57

essendo: h_i = spessore dello stato i -esimo,
 $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato,
 N = numero di strati,
 H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali. Per depositi con profondità del substrato > 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro V_{S30} ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Alla luce di quanto esposto, 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_{Seq} con l'appartenenza alle differenti categorie sismiche:

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

4.5. Esito dell'indagine sismica

Per ricostruire la sequenza stratigrafica sulla base delle caratteristiche legate alla velocità delle onde di taglio e quindi addivenire alla classificazione secondo le categorie di suolo previste dalle NTC 2018 e ss.ii., sono stati realizzati n. 3 stendimenti di sismica a rifrazione con metodo MASW in prossimità dei siti di imposta di aereogeneratori e nello specifico SR1, SR4, SR6 o SR8.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 36 di 57

L'analisi è stata condotta utilizzando un modello composto da 9 sismostrati, di seguito rappresentati in tabella con delle indicazioni di massima della stratigrafia riscontrata.

MASW 01 (SR1)								
Strati	Profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione	Vs (m/s)	γ^3 (kN/m ³)	R (kPa)	F (Hz)	T (s)
1	1,7	1,7	Basamento lapideo alterato	535	20,7	11.064	227	0,013
2	3,7	2,1		495	20,3	10.040	260	0,017
3	6,3	2,5	Basamento lapideo	648	21,7	14.058	405	0,015
4	9,2	2,9	Basamento lapideo massivo	825	23,0	19.012	598	0,014
5	12,5	3,3		769	22,6	17.413	634	0,017
6	16,2	3,7		865	23,3	20.172	800	0,017
7	20,4	4,2		875	23,4	20.463	919	0,019
8	25	4,6		962	23,9	23.038	1.106	0,019
9	-	-		919	23,7	21.758	-	-

MASW 02 (SR2)								
Strati	Profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione	Vs (m/s)	γ (kN/m ³)	R (kPa)	F (Hz)	T (s)
1	1,7	1,7	Copertura terrigena	328	18,3	6.002	139	0,021
2	3,7	2,1	Basamento lapideo alterato	429	19,6	8.395	225	0,020
3	6,3	2,5		488	20,2	9.863	305	0,020
4	9,2	2,9		564	21,0	11.819	409	0,021
5	12,5	3,3	Basamento lapideo	574	21,0	12.081	474	0,023
6	16,2	3,7		690	22,0	15.207	638	0,021
7	20,4	4,2		785	22,8	17.867	824	0,021
8	25	4,6		776	22,7	17.611	892	0,024
9	-	-		Basamento lapideo massivo	919	23,7	21.758	-

MASW 03 (SR6)								
Strati	Profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione	Vs (m/s)	γ (kN/m ³)	R (kPa)	F (Hz)	T (s)
1	1,7	1,7	Basamento lapideo massivo	1.579	27,1	42.800	671	0,004
2	3,7	2,1		1.890	28,4	53.585	992	0,004
3	6,3	2,5		1.866	28,3	52.736	1.166	0,005
4	9,2	2,9		1.880	28,3	53.231	1.363	0,006
5	12,5	3,3		1.906	28,4	54.153	1.572	0,007
6	16,2	3,7		1.719	27,7	47.595	1.590	0,009
7	20,4	4,2		1.645	27,4	45.048	1.727	0,010
8	25	4,6		1.543	27,0	41.584	1.774	0,012
9	-	-		1.558	27,0	42.090	-	-

³ Keceli (2012) $\gamma = 4,3 \cdot Vs^{0,25}$

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 37 di 57

Negli stendimenti MASW 01 e MASW 02 entro i primi 30 m di profondità non è stato individuato il substrato rigido con $V_s > 800$ m/s per cui, in questo caso, la velocità della V_s equivalente è stata calcolata utilizzando le V_s misurate fino alla profondità di 30 m, coerentemente alle prescrizioni delle NTC 2018. Di contro, la MASW 03 ha riscontrato del substrato caratterizzato V_s sempre maggiore di 800 m/s.

DENOMINAZIONE	CORRISPONDENZA	V_s EQUIVALENTE	CATEGORIA SUOLO
MASW 01	SR1	559 m/s	B
MASW 02	SR2	585 m/s	B
MASW 03	SR4 – SR6	> 800 m/s	A

Tabella 4.1 - V_s equivalente ricavate dagli stendimenti MASW.

Resta sempre in capo al progettista l'utilizzo della categoria di sottosuolo di riferimento da utilizzare in funzione delle scelte progettuali.

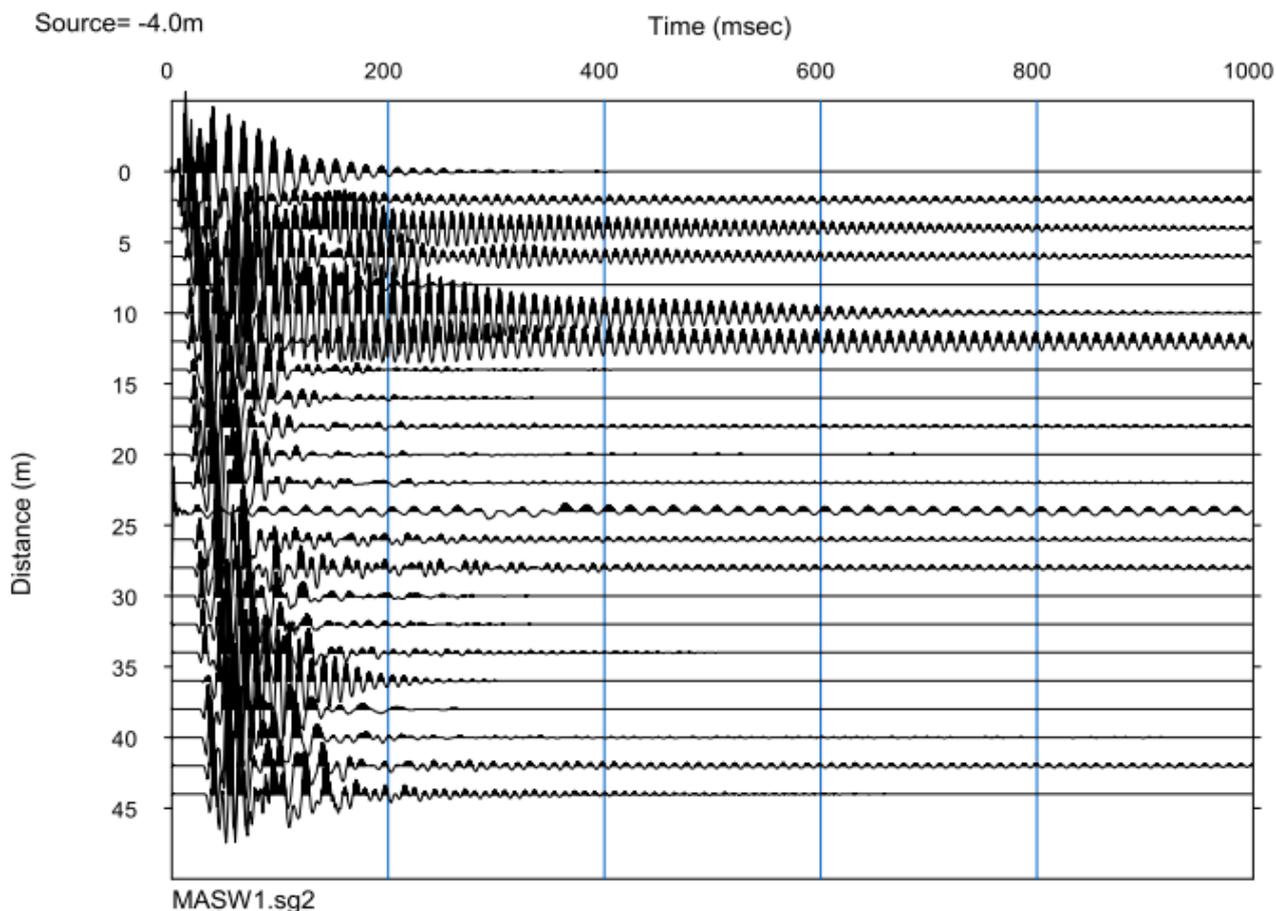


Figura 4.4 – Sismogramma MASW 01.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 38 di 57

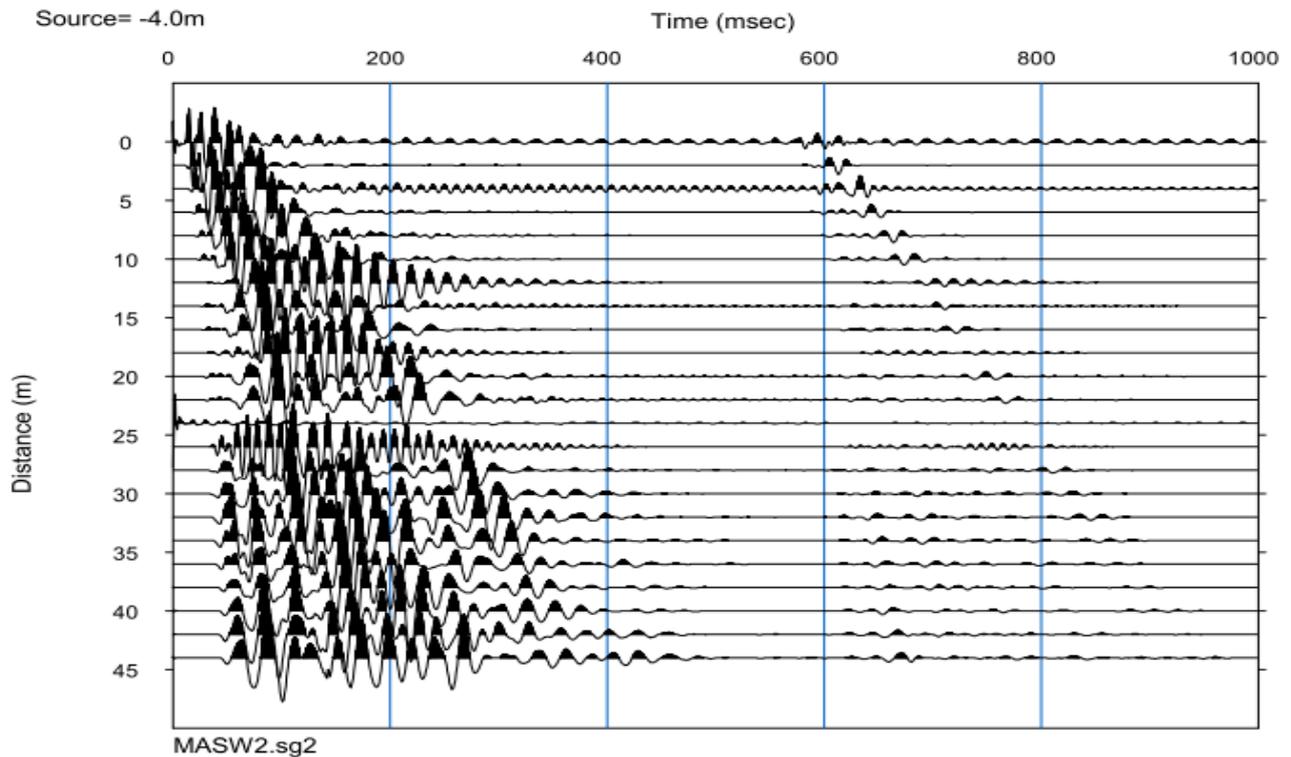


Figura 4.5 – Sismogramma MASW 02.

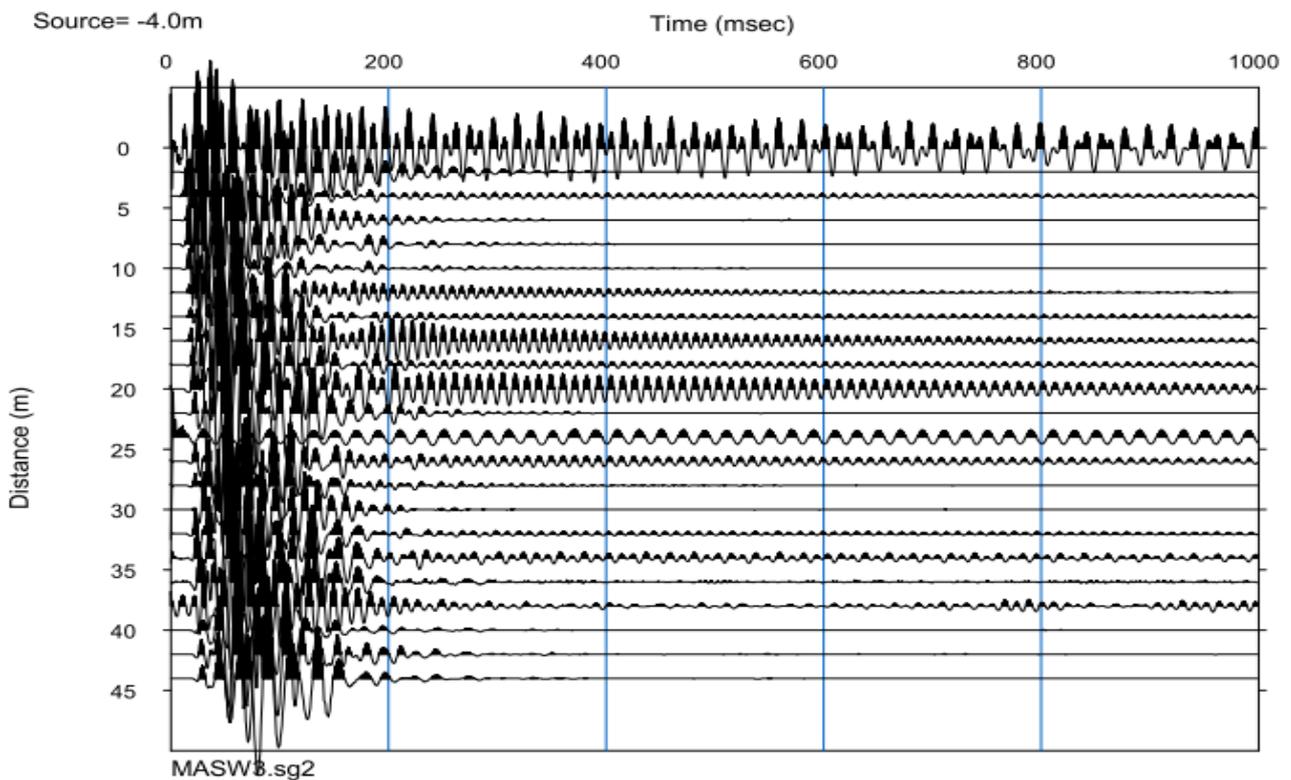


Figura 4.6 – Sismogramma MASW 03.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 39 di 57

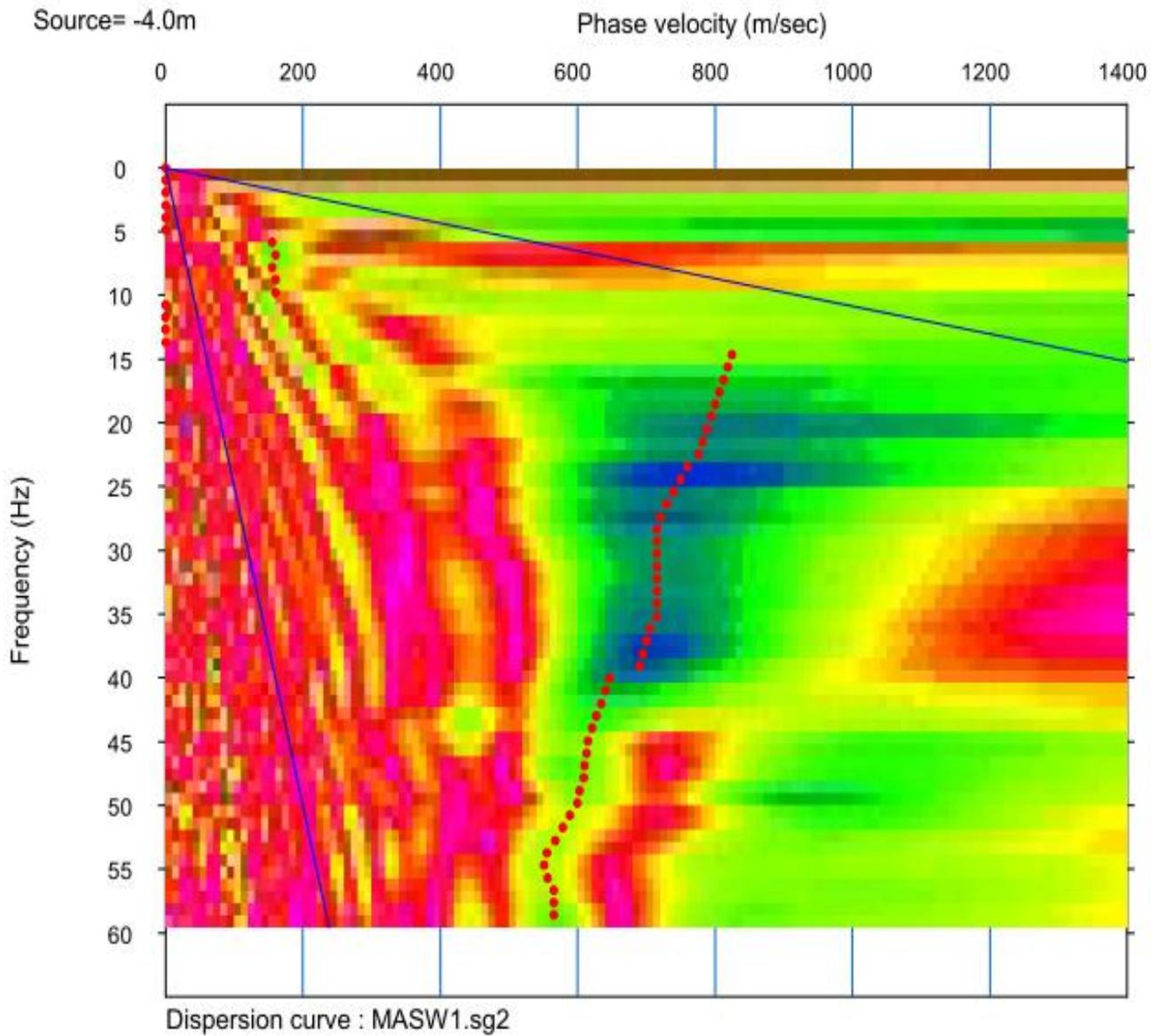


Figura 4.7 – Spettro di dispersione per la MASW 01.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 40 di 57

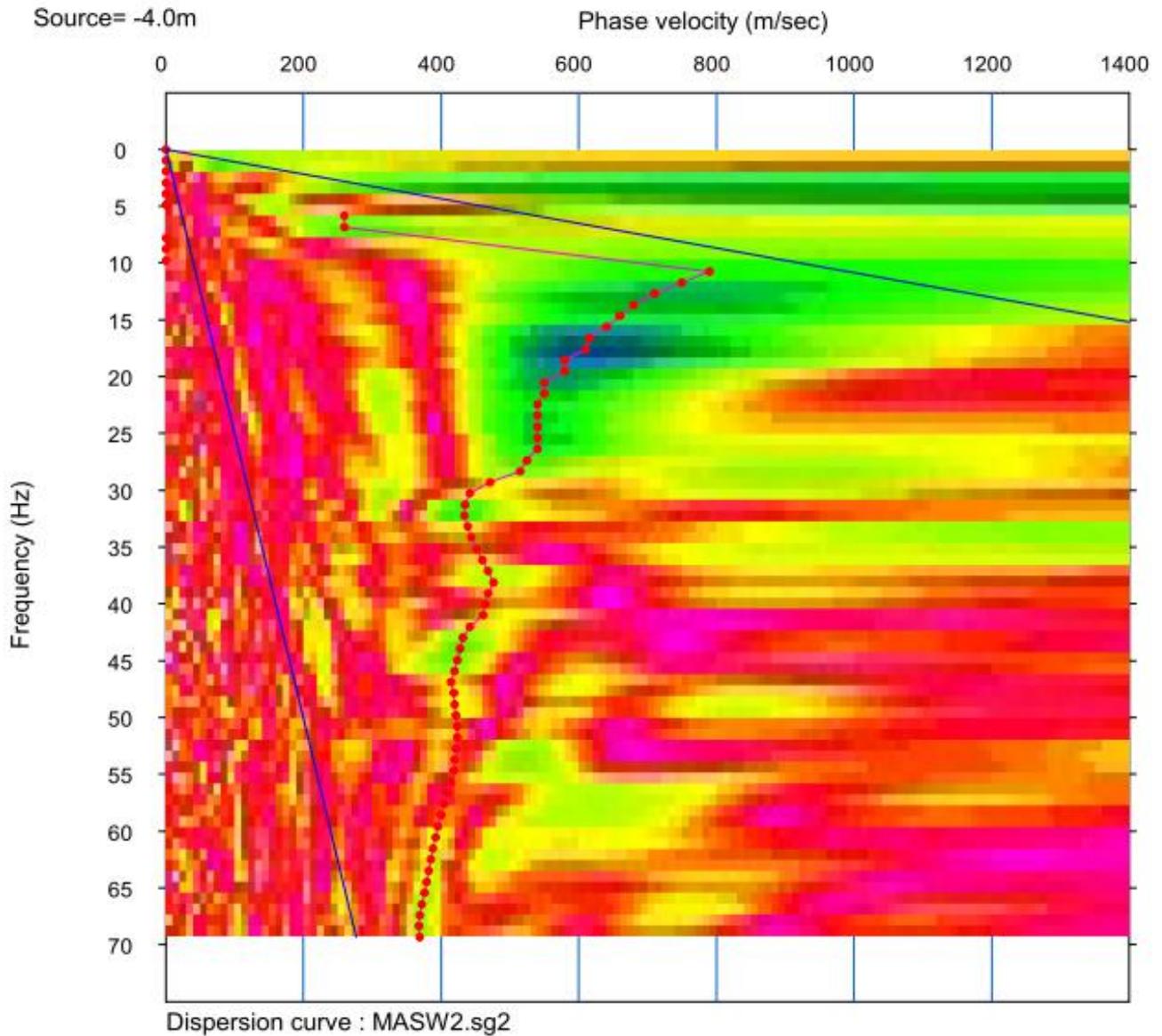


Figura 4.8 – Spettro di dispersione per la MASW 02.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 41 di 57

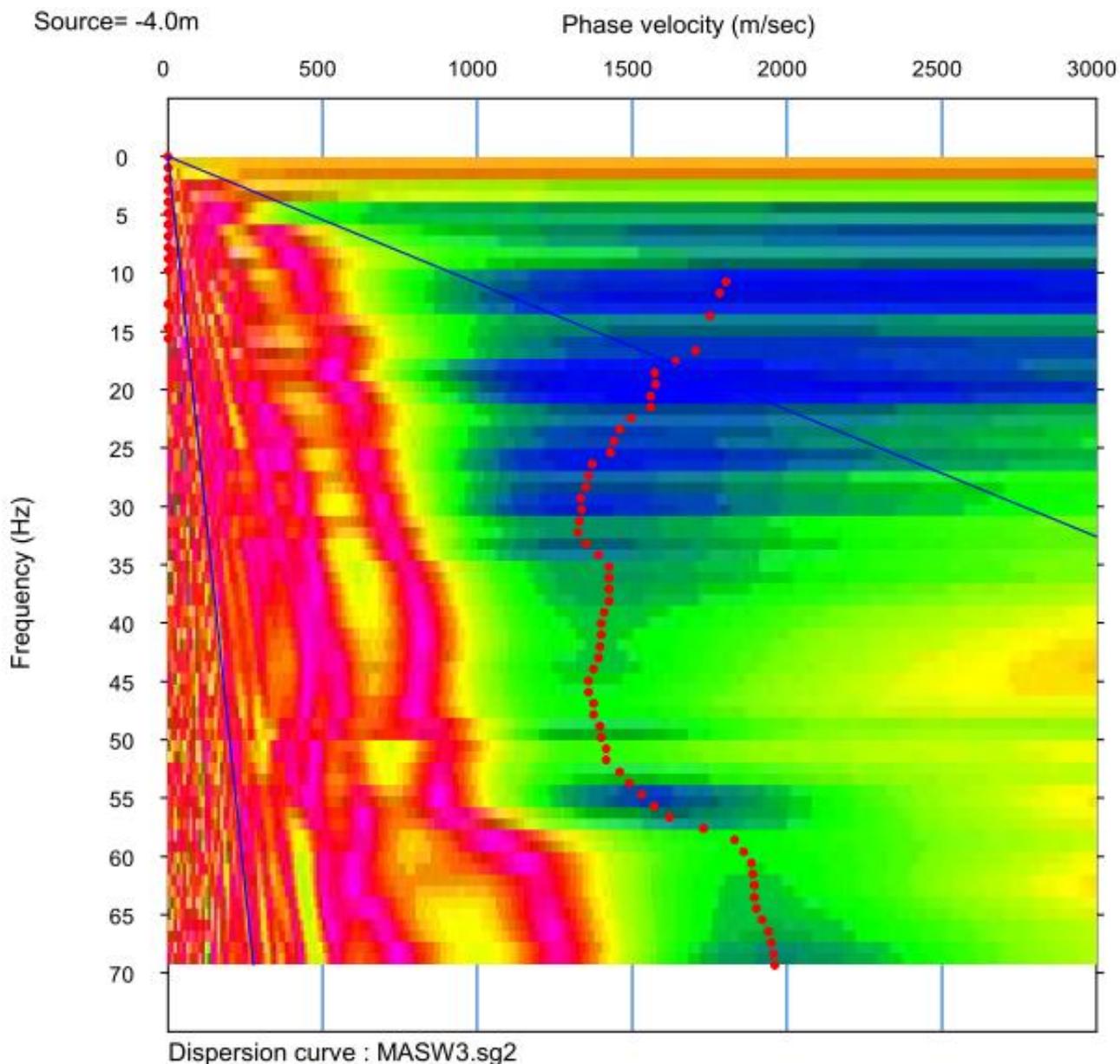


Figura 4.9 – Spettro di dispersione per la MASW 03.

Nei successivi profili MASW viene rappresentata la variazione della velocità delle Vs alle diverse profondità d'indagine.

La successione di pallini verdi indica la velocità delle Vs nella distribuzione spettrale, nonché l'effettiva profondità di investigazione raggiunta.

Il tratto continuo azzurro indica la profondità indicativa della falda acquifera.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 42 di 57

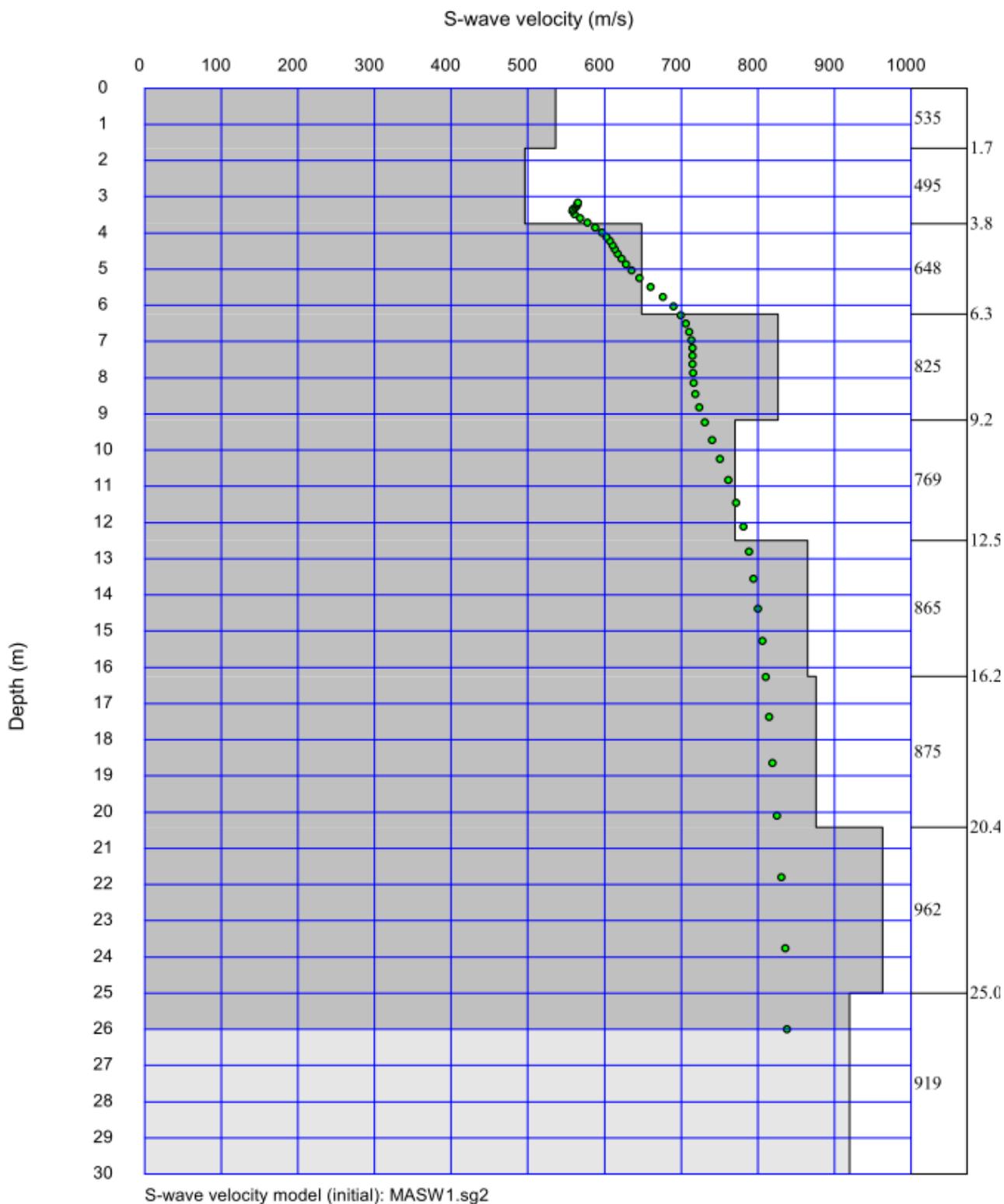


Figura 4.10 – Profilo MASW 01.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 43 di 57

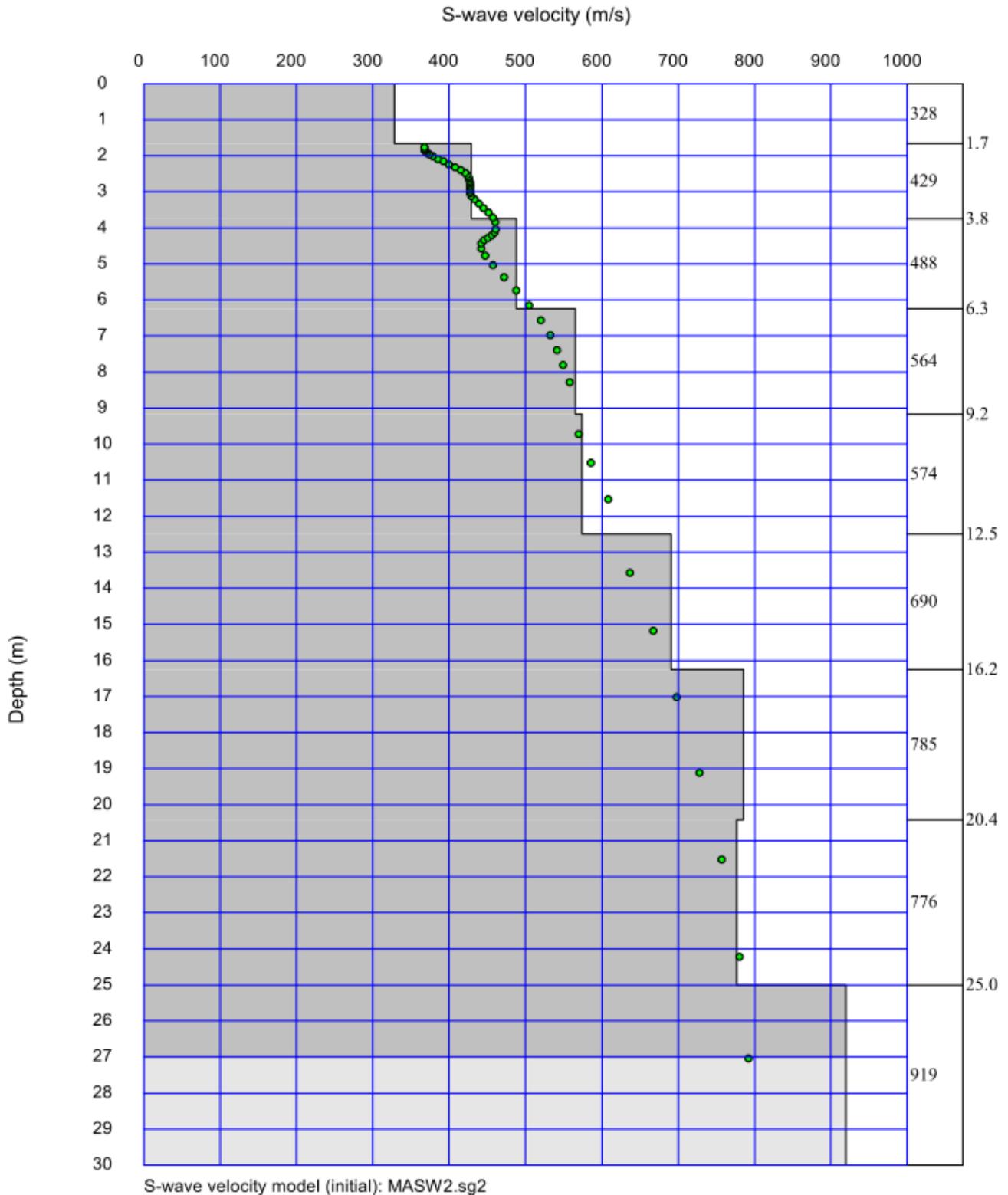


Figura 4.11 – Profilo MASW 02.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 44 di 57

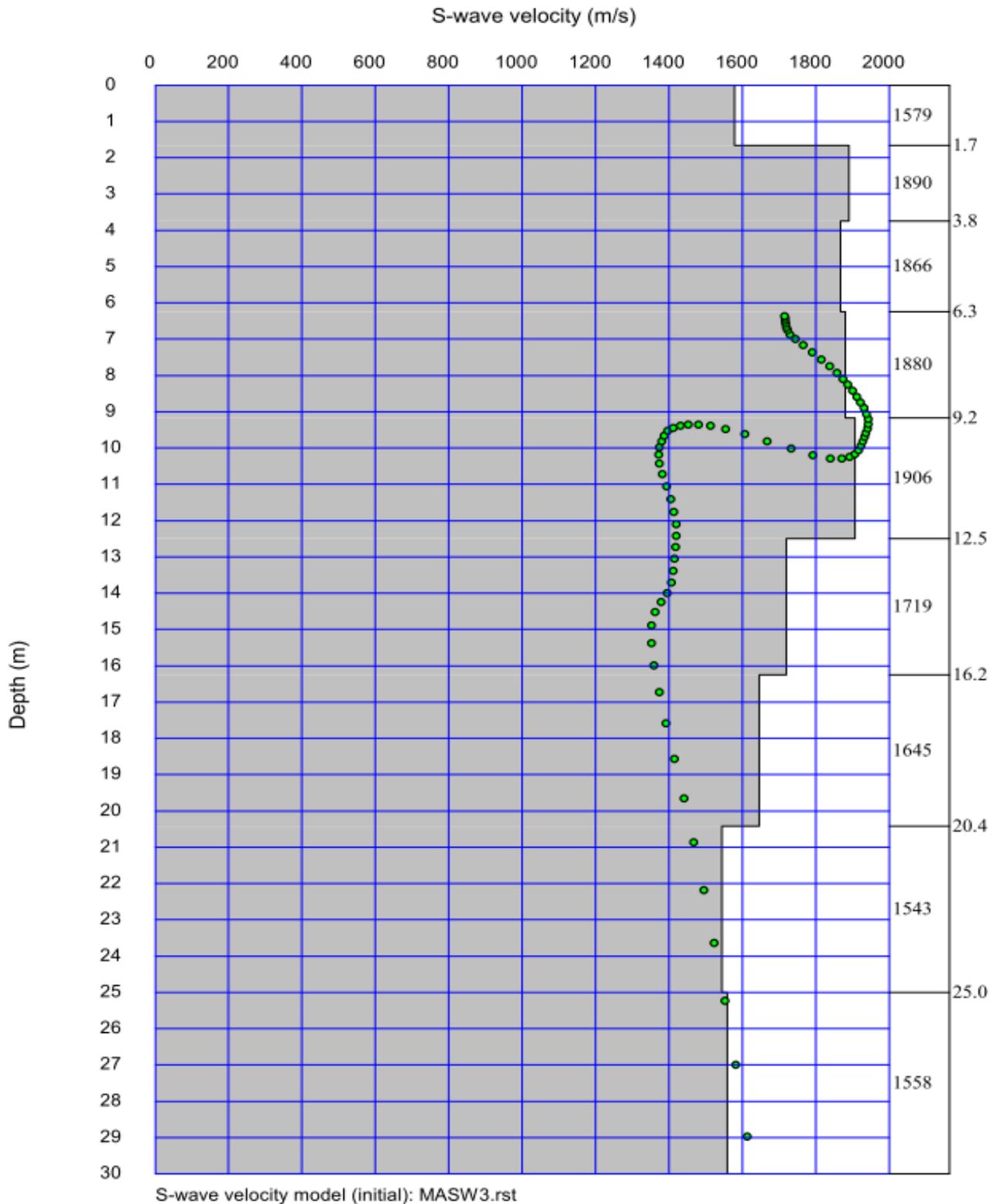


Figura 4.12 – Profilo MASW 03.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 45 di 57

5. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

5.1. Pericolosità da frana

Tutti gli interventi in parola ricadono nel Sub-Bacino 7 "Flumendosa – Campidano - Cixerri".

Dalla consultazione della relativa cartografia (di cui uno stralcio è allegato in Figura 5.1 si evince una diffusa presenza di condizioni di pericolosità moderata (Hg1) nel settore nord-occidentale del parco.

Ricadono in aree Hg1 gli aerogeneratori SR01, SR02 e SR05.

I versanti più ripidi delle colline sono gravati generalmente da pericolosità media (Hg2) e talvolta elevata o molto elevata in prossimità dei corsi d'acqua, ma sempre a distanza di sicurezza dai siti designati per le torri eoliche.

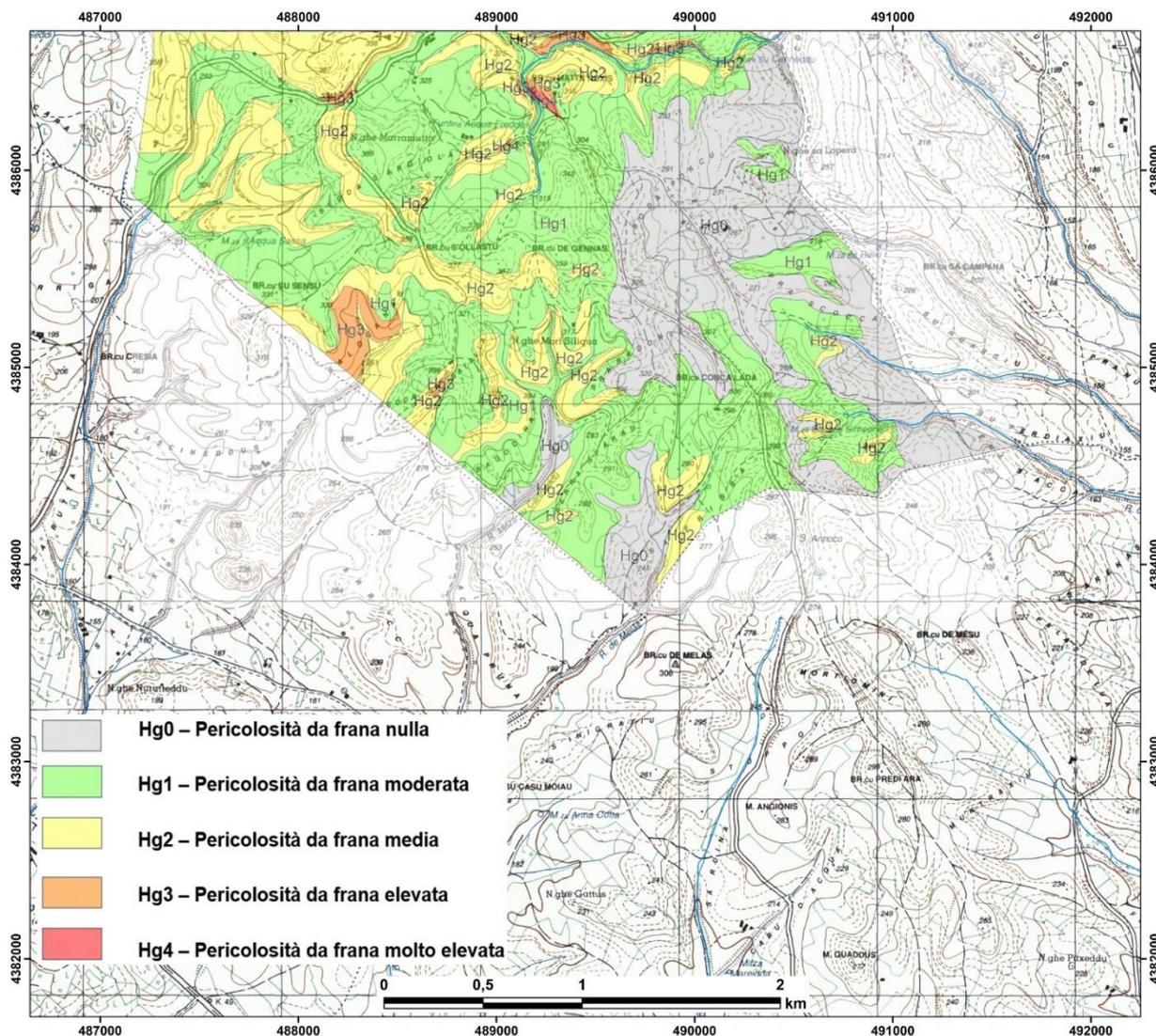


Figura 5.1 - Carta della pericolosità da frana allegata al PAI.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 46 di 57

Si attenziona sul fatto che la cartografia tematica in materia di frane è largamente incompleta sul territorio regionale e di conseguenza le considerazioni esposte per il settore NO (pericolosità moderata diffusa) del parco possono essere ritenute valide anche per quello SE per similarità morfologica e geologica.

In ogni caso **i rilievi all'uopo condotti non hanno fatto ravvisare condizioni di criticità ante e post operam essendo le opere in oggetto ubicate sulle sommità di ampie colline caratterizzate da deboli pendenze.**

5.2. Pericolosità idraulica

Le cartografie ufficiali di cui al Piano di Assetto Idrogeologico (rev.59. 2020), il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali e il Piano Gestione e Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) indicano che l'area che ospiterà il parco eolico è esente da pericolo idraulico.

L'assetto morfologico generale e l'ubicazione delle torri eoliche in progetto sulle sommità di ampie colline a quote di diverse decine di metri maggiori rispetto al fondovalle suggeriscono chiaramente che non sussiste nessun pericolo di inondazione in corrispondenza dei punti designati per le opere. Dalla medesima fonte cartografica ufficiale, risulta che né gli areali di intervento né quelle limitrofi siano stati allagati in concomitanza del "ciclone Cleopatra".

5.3. Pericolosità sismica

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

5.4. Pericolosità idrogeologica

L'assetto idrogeologico del settore è contraddistinto da un basamento marnoso-arenaceo ove i flussi idrici si instaurano a profondità pluridecametriche/ettometriche ed una coltre detritica poco recettiva ad ospitare una falda freatica.

Alla luce di quanto, per le previste quote di progetto, non sussistono i presupposti affinché le opere possano influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

5.5. Subsidenza

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

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 47 di 57

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

Il sottosuolo che ospiterà l'impianto eolico vede la presenza di un substrato marnoso-arenaceo litoide raramente affiorante sormontato da una coltre detritica di spessore da pluridecimetrico a metrico.

Schematicamente ed ai fini applicati che interessano, vengono forniti i dati geotecnici relativi alle litologie interessate dalle opere di fondazione delle torri eoliche:

- | | | |
|----------|---|---------------------------------|
| A | 0,00 m ÷ -0,50 m, variabile 0,80 m | coltre detritica, suolo |
| B | -0,50 m, variabile 0,80 m ÷ -1,50 m, variabile 2,00 m | colluvio limo-argilloso |
| C | -1,50 m, variabile 2,00 m ÷ oltre -30,00 m | basamento marnoso-calcarenitico |

di seguito descritte per quanto attiene la parametrizzazione geotecnica di riferimento da utilizzare in sede di verifiche geotecniche, basata sui dati in possesso della scrivente, provenienti da prove eseguite su terreni simili per altre iniziative edilizie.

Strato A

Terre più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, o dai processi pedogenetici, di colore bruno.

Trattasi di materiali perlopiù sabbioso-limosi e localmente argillosi, inglobanti elementi della roccia madre, originatisi per alterazione spinta del substrato lapideo, poco o moderatamente consistenti, a componente organica nei primi centimetri più superficiali.

Parametri geotecnici indicativi:

- | | |
|---|--|
| – Peso di volume naturale | $\gamma_{nat} = 17,00 \div 18,50 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio efficace | $\varphi' = 20 \div 22^\circ$ |
| – Coesione efficace | $c' = 0,00 \div 0,05 \text{ daN/cm}^2$ |
| – Modulo di comprimibilità | $E_{el} = 60 \div 80 \text{ daN/cm}^2$ |

Strato B

Colluvio limo-argilloso, arenaceo, con noduli carbonatici, asciutto, consistente per effetto della temporanea essiccazione.

L'elevato tenore argilloso rende detto terreno "inaffidabile" dal punto di vista geotecnico in quanto suscettibile a variazioni di volume sia negative che positive a seconda del variare del contenuto d'acqua.

Parametri geotecnici indicativi:

- | | |
|---|--|
| – Peso di volume naturale | $\gamma_{nat} = 19,00 \div 20,00 \text{ kN/m}^3$ |
| – Angolo di resistenza al taglio efficace | $\varphi' = 20 \div 22^\circ$ |
| – Coesione efficace | $c' = 0,30 \div 0,40 \text{ daN/cm}^2$ |
| – Modulo elastico | $E_{el} = 60 \div 80 \text{ daN/cm}^2$ |

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 48 di 57

Unità C

Marne siltose ed arenacee di colore beige-giallognolo, alternate a livelli calcarenitici, da molto alterate a litoidi.

In genere si presentano alterate fino circa 3 m di profondità, localmente ridotte alla stregua di un'argilla a scaglie consistenti con patine di ossidazione nella porzione sommitale.

Dal momento che le caratteristiche meccaniche di questo strato sono legate allo stato di alterazione, in sede di parametrizzazione geotecnica è stato fatto il seguente distinguo.

C1 – Fascia di alterazione del substrato marnoso con caratteristiche meccaniche simili alla coltre colluviale limo-argillosa soprastante, per la quale si ritengono validi i seguenti parametri geotecnici:

- Peso di volume naturale $\gamma_{nat} = 18,00 \div 20,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 20 \div 22^\circ$
- Coesione non drenata $c_u = 0,10 \div 0,20 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo edometrico $E_{ed} = 50 \div 60 \text{ daN/cm}^2$

C2 – Substrato marnoso litoide più o meno fratturato

- Peso di volume naturale $\gamma_{nat} = 19,00 \div 21,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi = 20 \div 24^\circ$
- Coesione $c = 0,20 \div 1,00 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo di comprimibilità $E \leq 1.000 \text{ daN/cm}^2$

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 49 di 57

7. CONCLUSIONI

Dagli elementi esaminati, l'assetto geologico del settore ove si prevede la realizzazione del parco eolico in progetto si caratterizza per la presenza di un basamento litificato che soggiace a profondità presumibilmente variabili tra meno di 1,00 m e 3,00 m rispetto al piano di campagna, sormontato da una coltre decimetrica o metrica eluvio-colluviale di colore bruno rimaneggiata dalle pratiche agricole nella porzione sommitale.

Allo stato attuale non sono state ravvisate condizioni di instabilità morfologica potenzialmente predisponenti all'instaurarsi di fenomeni franosi di qualsiasi tipologia o a potenziali fenomeni di alluvionamento.

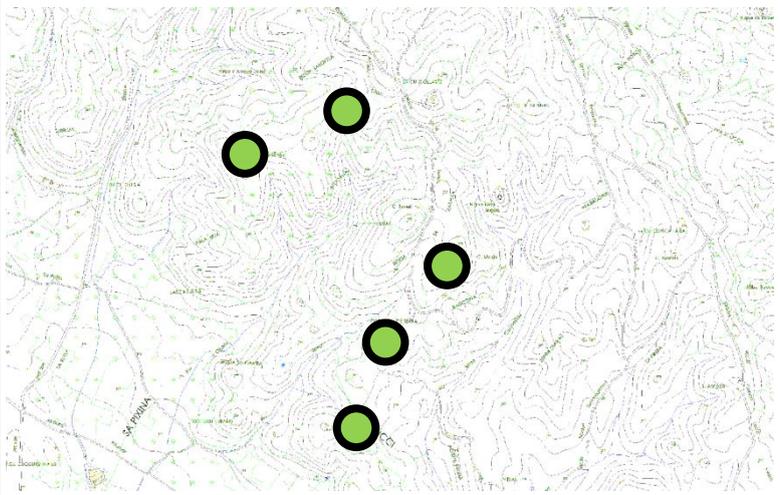
Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, la profondità stimata per la falda (indicativamente pluridecimetrica) consente di escludere la sussistenza di interazioni permanenti tra le opere in progetto e le acque sotterranee.

Sotto il profilo geotecnico, i terreni che caratterizzano il sedime di intervento sono contraddistinti da proprietà geomeccaniche discrete in relazione alla tipologia di opere in progetto ed i previsti carichi di esercizio, **fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso una campagna di indagini geognostiche eseguita all'uopo, che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase di progettazione esecutiva.**

Tali indagini dovranno chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e dissipare le incertezze sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo, ovvero affinare il modello geologico e idrogeologico per orientare al meglio le scelte progettuali in ordine alla tipologia fondale.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 50 di 57

8. SCHEDE SITO

AEROGENERATORI SR01, SR02, SR03, SR04 E SR05	
PROGETTO UBICAZIONE GEOLOGIA E GEOTECNICA	Impianto eolico "Serras" Comuni di Villanovaforru e Sardara – Provincia Sud Sardegna Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina
ACCESSIBILITÀ	Presenza di stradelli in terra battuta, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dalla S.P.52 e che consentono l'avvicinamento fino a un massimo di 400 m dai siti designati. I punti si trovano in mezzo a campi coltivati su cui sarà necessario creare una viabilità che consenta il raggiungimento dagli stradelli.
	
 <p data-bbox="351 1736 606 1758" style="text-align: center;">Vista panoramica SR02</p>	 <p data-bbox="957 1736 1308 1758" style="text-align: center;">Stradello di avvicinamento SR02</p>

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 51 di 57



Vista panoramica SR01



Stradello di avvicinamento alla SR01



Blocchi di marna in corrispondenza della piazzola SR01



Vista panoramica da nord SR05, SR04 e SR03



Vista panoramica SR05



Arenaria vulcanoclastica in prossimità della SR04

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 52 di 57



Vista panoramica SR04



Stradello di avvicinamento a SR04 e SR03



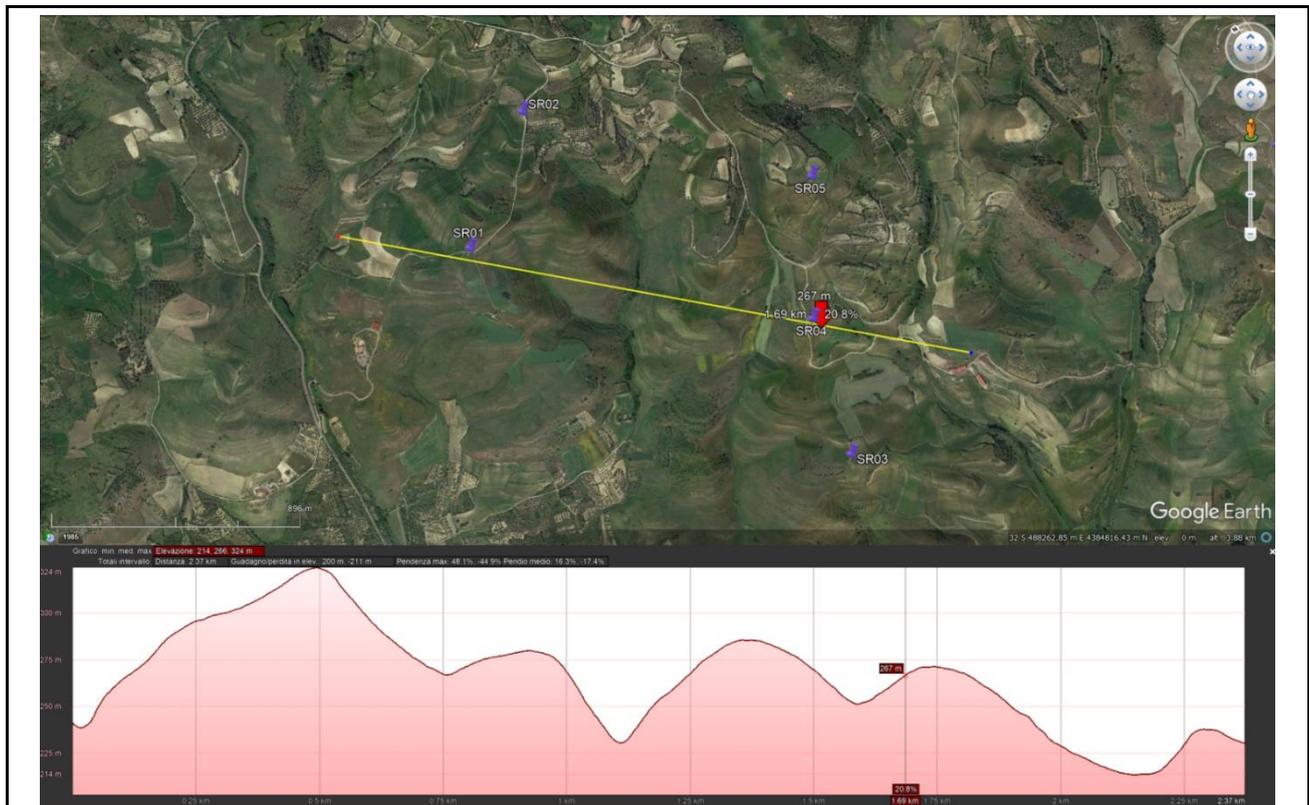
Vista panoramica da est (SR03)



Vista panoramica da nord (SR03)

NATURA DEL SUBSTRATO	<p>Copertura costituita da un livello pedogenizzato di spessore decimetrico con sparsi blocchi decimetrici di marna e arenaria.</p> <p>Il substrato lapideo, non affiorante, è verosimilmente rappresentato, in accordo con la carta geologica allegata al PPR, da marne appartenenti alla Formazione della Marmilla.</p> <p>La giacitura è sub-orizzontale.</p>
ASSETTO MORFOLOGICO	<p>I siti sono ubicati perlopiù nella sommità sub-orizzontale di alti collinari delimitati da versanti con inclinazioni massime di circa il 35%.</p> <p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata da una morfologia abbastanza dolce. Talvolta in corrispondenza di bancate di substrato roccioso più competente, si delinea una morfologia a gradoni.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
ASSETTO IDROGEOLOGICO	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei è relegata a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Nell'immediato intorno non si rilevano sorgenti e/o opere di captazione di acque sotterranee (pozzi né a largo né a piccolo diametro).</p>

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 53 di 57

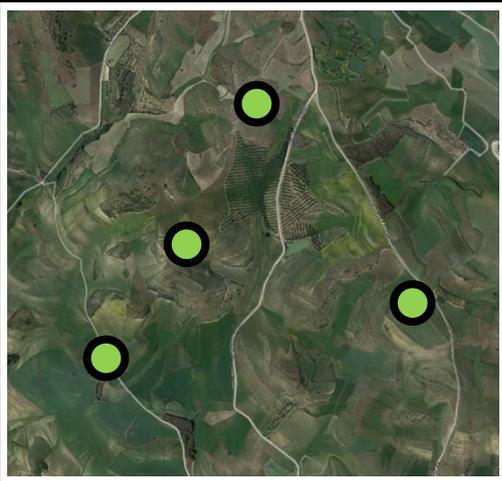
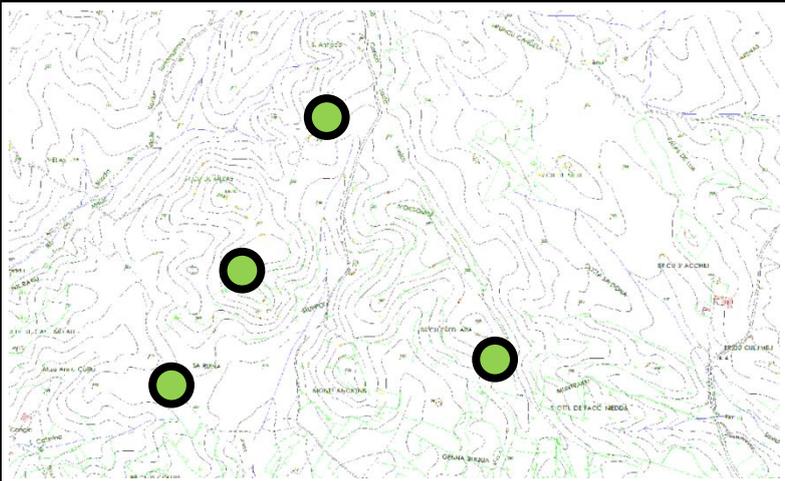


CRITICITÀ GEOLOGICHE	<p>I siti specifici sono esenti da fattori predisponenti a pericolo di frana.</p> <p>La parte bassa dei versanti che ospiteranno le torri eoliche talora rientra nella perimetrazione di pericolosità media o elevata per frana, Hg2 e Hg3 senza però interferire direttamente con le opere previste.</p> <p>L'assenza di elementi idrografici e la posizione dei siti, posti sulla sommità di piccoli rilievi collinari non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.</p>
ALTRE CRITICITÀ	<p>Da una prima analisi non si rilevano criticità rilevanti.</p> <p>I siti sono raggiungibili soltanto da stradelli in terra battuta a tratti molto accidentati e non sempre percorribili da mezzi pesanti.</p> <p>Tali stradelli distano comunque poche centinaia di metri dai siti specifici, per cui la viabilità necessita di un adattamento.</p>
SCAVABILITÀ	<p>Escavatore e impiego di mezzi demolitori di elevata potenza ("martello demolitore").</p>
NECESSITÀ DI APPROFONDIMENTI GEOGNOSTICI	<p>Allo stato attuale delle conoscenze non si dispone di dati sito-specifici per definire lo spessore della coltre terrigena di copertura, né delle caratteristiche geotecniche del substrato lapideo.</p> <p>Le osservazioni qualitative svolte in situ suggeriscono uno spessore della coltre terrigena trascurabile e buone caratteristiche geotecniche del substrato.</p> <p>Può essere escluso il ricorso a fondazioni di tipo profondo.</p> <p>Si rimanda all'esito della campagna geognostica per il dimensionamento della fondazione.</p> <p>Proposta di indagini geognostiche e geotecniche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sondaggio a carotaggio continuo, - prove geotecniche di laboratorio
STRADE E CAVIDOTTO	<p>Il cavidotto sfrutterà le strade preesistenti per poi proseguire su tracciato di nuova realizzazione.</p>

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 54 di 57

AEROGENERATORI SR06, SR07, SR08 E SR09

PROGETTO	Impianto eolico "Serras"
UBICAZIONE	Comune di Sanluri – Provincia Sud Sardegna
GEOLOGIA E GEOTECNICA	Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina
ACCESSIBILITÀ	<p>Presenza di stradelli in terra battuta, da adattare allo scorrimento di mezzi pesanti, a cui si accede dall'abitato di Sanluri, che consentono l'avvicinamento fino a circa 200÷300 m dai siti designati.</p> <p>I punti si trovano in mezzo a campi coltivati su cui sarà necessario creare una viabilità che consenta il raggiungimento dagli stradelli posti a valle.</p>



Vista panoramica SR06



Dettaglio suolo SR06

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 55 di 57



Stradello di avvicinamento a SR06



Vista panoramica SR07 da sud



Vista panoramica SR07 da est



Vista panoramica SR08 da est



Substrato marnoso affiorante in prossimità di SR08

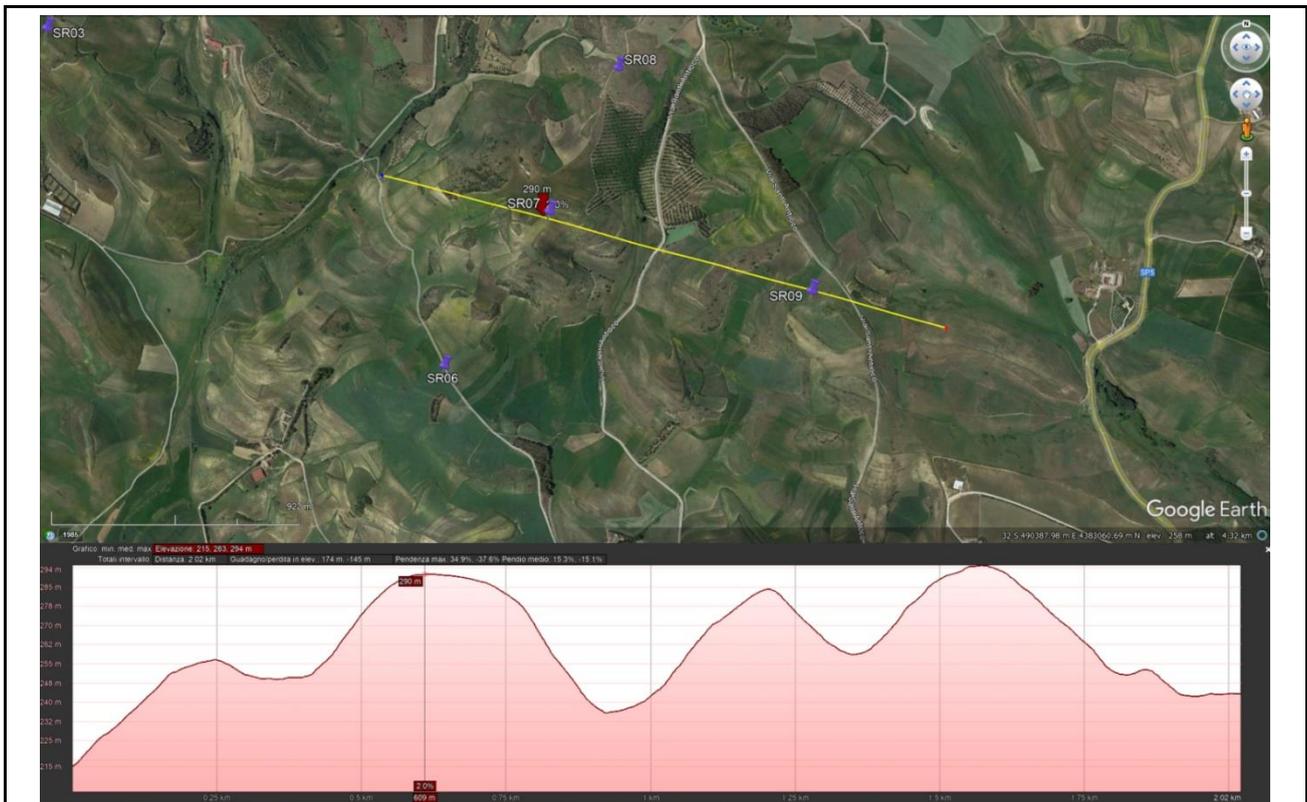


Stradello di avvicinamento a SR09

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 56 di 57

	
<p>Foto di contesto in prossimità di SR09</p>	<p>Campi arati con blocchi di marna in prossimità di SR09</p>
NATURA DEL SUBSTRATO	<p>Copertura costituita da un livello pedogenizzato di spessore decimetrico con sparsi blocchi decimetrici di marna e subordinate arenarie talvolta vulcanoclastiche.</p> <p>Il substrato lapideo, parzialmente affiorante, è rappresentato, in accordo con la carta geologica allegata al PPR, da marna appartenenti alla Formazione della Marmilla.</p> <p>La giacitura è sub-orizzontale.</p>
ASSETTO MORFOLOGICO	<p>I siti sono ubicati perlopiù nella sommità sub-orizzontale di alti collinari delimitati da versanti con inclinazioni massime di circa il 35%.</p> <p>Nel complesso il settore si configura come una zona collinare caratterizzata da una morfologia abbastanza dolce. Talvolta in corrispondenza di bancate di substrato roccioso più competente, si delinea una morfologia a gradoni.</p> <p>Non si rilevano frane in atto o quiescenti o altri processi morfogenici che condizionino la stabilità dei siti specifici.</p>
ASSETTO IDROGEOLOGICO	<p>La bassa permeabilità per fratturazione del substrato, fa sì che la presenza di flussi idrici sotterranei è relegata a profondità decametriche.</p> <p>La presenza delle acque di ruscellamento è legata a temporanee circolazioni corticali correlate con i perdurevoli eventi piovosi.</p> <p>Nell'immediato intorno non si rilevano sorgenti e/o opere di captazione di acque sotterranee (pozzi né a largo né a piccolo diametro).</p>

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO EOLICO "SERRAS" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/EOL/E-SERRA/PDF/A/RS/024-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	PAGINA 57 di 57



CRITICITÀ GEOLOGICHE	<p>I siti specifici, così come un suo congruo intorno, sono esenti da fattori predisponenti a pericolo di frana.</p> <p>L'assenza di elementi idrografici e la posizione dei siti, posti sulla sommità di piccoli rilievi collinari non presuppone condizioni di pericolo per inondazione.</p>
ALTRE CRITICITÀ	<p>Da una prima analisi non si rilevano criticità rilevanti.</p> <p>I siti sono raggiungibili soltanto da stradelli in terra battuta a tratti molto accidentati e non sempre percorribili.</p> <p>Tali stradelli distano comunque poche centinaia di metri dai siti specifici per cui la viabilità necessita di un adattamento.</p>
SCAVABILITÀ	<p>Escavatore e impiego di mezzi demolitori di elevata potenza ("martello demolitore").</p>
NECESSITÀ DI APPROFONDIMENTI GEOGNOSTICI	<p>Allo stato attuale delle conoscenze non si dispone di dati sito-specifici per definire lo spessore della coltre terrigena di copertura, né delle caratteristiche geotecniche del substrato lapideo.</p> <p>Le osservazioni qualitative svolte in situ suggeriscono uno spessore della coltre terrigena trascurabile e buone caratteristiche geotecniche del substrato.</p> <p>Può essere escluso il ricorso a fondazioni di tipo profondo.</p> <p>Si rimanda all'esito della campagna geognostica per il dimensionamento della fondazione.</p> <p>Proposta di indagini geognostiche e geotecniche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sondaggio a carotaggio continuo, - prove geotecniche di laboratorio