

PROGETTO DELLA CENTRALE SOLARE
"ENERGIA OLEARIA SANTU PERDU"
 da 64,36 MWp a Villasor (SU)



GR03 RELAZIONE IDROLOGICA
 PROGETTO DEFINITIVO



Proponente
Peridot Solar Opal S.r.l.
 Società Benefit
 Via Alberico Albricci, 7 - 20122 Milano (MI)



Investitore agricolo superintensivo
OXY CAPITAL ADVISOR S.R.L.
 Via A. Bertani, 6 - 20154 (MI)



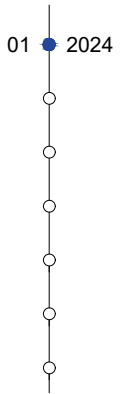
Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione
Progettista: Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi, Arch. Alessandro Visalli
Coordinamento: Arch. Riccardo Festa
Collaboratori: Urb. Daniela Martone, Arch. Anna Manzo, Arch. Paola Ferraioli,
 Arch. Ilana Garzillo, Agr. Giuseppe Maria Massa, Agr. Francesco Palombo



Progettazione elettrica e civile
Progettista: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto
Collaboratori: Ing. Marco Balzano, Ing. Simone Bonacini



Progettazione oliveto superintensivo
Progettista: Agr. Giuseppe Rutigliano
Consulenza geologia / **Consulenza archeologia**
 Geol. Gaetano Ciccarelli / GEA Archeologia



rev	descrizione	formato	elaborazione	controllo	approvazione
00	Prima consegna	A4	Carmine Perna	Gaetano Ciccarelli	Fabrizio Cembalo Sambiasi
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E NORME DI RIFERIMENTO	3
2.1	Coerenza dello studio con le norme vigenti	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
4	NORAMATIVA RIFERIMENTO	6
5	ASSETTO FISICO E GEOLOGICO	7
6	MODELLO GEOLITOLOGICO	10
7	ASSETTO GEOMORFOLOGICO	11
8	CIRCOLAZIONE IDRICA	12
9	PERICOLOSITÀ SISMICA.....	13
9.1	Sismicità storica ed hazard sismico	13
9.1.1	Hazard Sismico.....	15
9.2	Classificazione Sismica	16
9.3	Magnitudo di riferimento.....	17
9.4	VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....	18
10	ANALISI DEI VINCOLI IDROGEOLOGICI.....	18
10.1	p.a.i. - pericolosità idraulica e geomorfologica	18
11	CONCLUSIONI	20
12	BIBLIOGRAFIA	22
13	LIMITAZIONI	24

INDICE DELLE TABELLE

Tabella n. 3-1	Documenti di riferimento	6
Tabella n. 9-1	Elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area in studio (Comune di Villasor). Is - intensità al sito (MCS); AE - Denominazione dell'area dei maggiori effetti; Io - Intensità epicentrale (MCS); Mw - magnitudo momento.	14
Tabella n. 9-2	Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno.....	17

INDICE DELLE FIGURE

Figura n. 2-1.	Inquadramento geografico generale dell'area in esame, Google Earth	4
Figura n. 2-2	Google – Vista stato di fatto del sito.....	4
Figura n. 2-3	Google – Vista del sito con l'ipotesi di progetto	5
Figura n. 5-1.	Schema stratigrafico-strutturale della Sardegna. Il rettangolo indica l'ubicazione del Foglio 547 “Villacidro” ed il cerchio in rosso l'area di studio. Da PROGEMISA S.P.A., 2009	9
Figura n. 7-1	Stralcio della cartografia IFFI, in rosso l'area di studio	11
Figura n. 8-1	Stralcio della Carta della Permeabilità (2019) Regione Sardegna. Il poligono in rosso indica l'area di studio	12
Figura n. 8-2	Reticolo idrografico su ortofoto con evidenza dell'area di progetto	13
Figura n. 9-1	Stralcio DBMI15 Massime intensità macrosismiche osservate (2015)	14

Figura n. 9-2 DISS 3.2.1 Sorgenti sismogenetiche.....	15
Figura n. 9-3 Mappa interattiva della pericolosità sismica di Villasor (http://esse1-gis.mi.ingv.it).....	17
Figura n. 10-1 Stralcio PAI Pericolosità Idraulica e Pericolosità da Frana su ortofoto – Servizio WMS	20

1 PREMESSA

La presente relazione espone le risultanze degli studi idrologici, geologici, geologico-tecnici, geosismici a supporto del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico "Energia Olearia Santu Perdu Villasor" nel tenimento comunale di Villasor (SU).

Lo studio, in ossequio alle vigenti norme, definisce le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e del rischio sismico locale della zona interessata dai lavori, compreso gli scenari di rischio in base ai vigenti piani di assetto idrogeologico.

I temi affrontati dallo studio alla scala locale sono stati inquadrati nel contesto generale del territorio prendendo come riferimento la bibliografia relativa alle note illustrative della Carta Geologica d'Italia 1:100.000, ovvero, del foglio n. 224-225 Guspini.

In conformità con la norma NF P94-500 (versione novembre 2013) e la DFG-189.12.21-SON-075 B del 01/12/2021, la sezione geologico-tecnica del presente studio determina la natura e le proprietà geotecniche dei terreni per identificare eventuali rischi del sedime delle fondazioni dei pannelli solari.

Lo studio è stato sviluppato secondo il seguente programma:

- Indagine bibliografica e documentaristica per l'inquadramento geografico e territoriale dell'area in esame;
- Studio ed analisi della cartografia e bibliografia geologica, nel dettaglio il Foglio 244-255 della Carta Geologica d'Italia per la definizione delle caratteristiche geologiche tecniche e stratigrafiche;
- Analisi geomorfologia condotta su supporti cartografici disponibili;
- Analisi del "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della competente Autorità di Bacino";
- Analisi delle carte dei vincoli e delle aree protette;
- Studio della circolazione idrica superficiale e del sottosuolo;
- Analisi delle carte inventario dei fenomeni franosi e della sismicità storica;
- Analisi dei dati delle indagini di riferimento e modellazione geotecnica del sottosuolo;
- Modellazione geotecnica e sismica del sito.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E NORME DI RIFERIMENTO

L'area in esame è ubicata ad ovest del centro abitato del Comune di Villasor della provincia del Sud Sardegna con coordinate:

- 39°21'49.16"N
- 8°53'58.21"E

Il sito di studio è inserito in un contesto agricolo; in particolare, è situato ad ovest del centro abitato di Villasor e a nord rispetto al centro abitato di Vallermosa. Dal punto di vista geografico il territorio comunale di Villasor è posizionato in una vasta area sub-pianeggiante, nell'ambito della depressione campidanese, alla base dei rilievi collinari che costituiscono le propaggini del Monte Linas (1236 m s.l.m.).

Si sottolinea la presenza di altri impianti fotovoltaici immediatamente ad est del Fiume Fiumini Mannu e ad una distanza di circa due chilometri da quelli oggetti di studio.

Nel dettaglio l'area di studio, osservabile in Figura n. 2-1, presenta quote di circa 65 metri s.l.m.

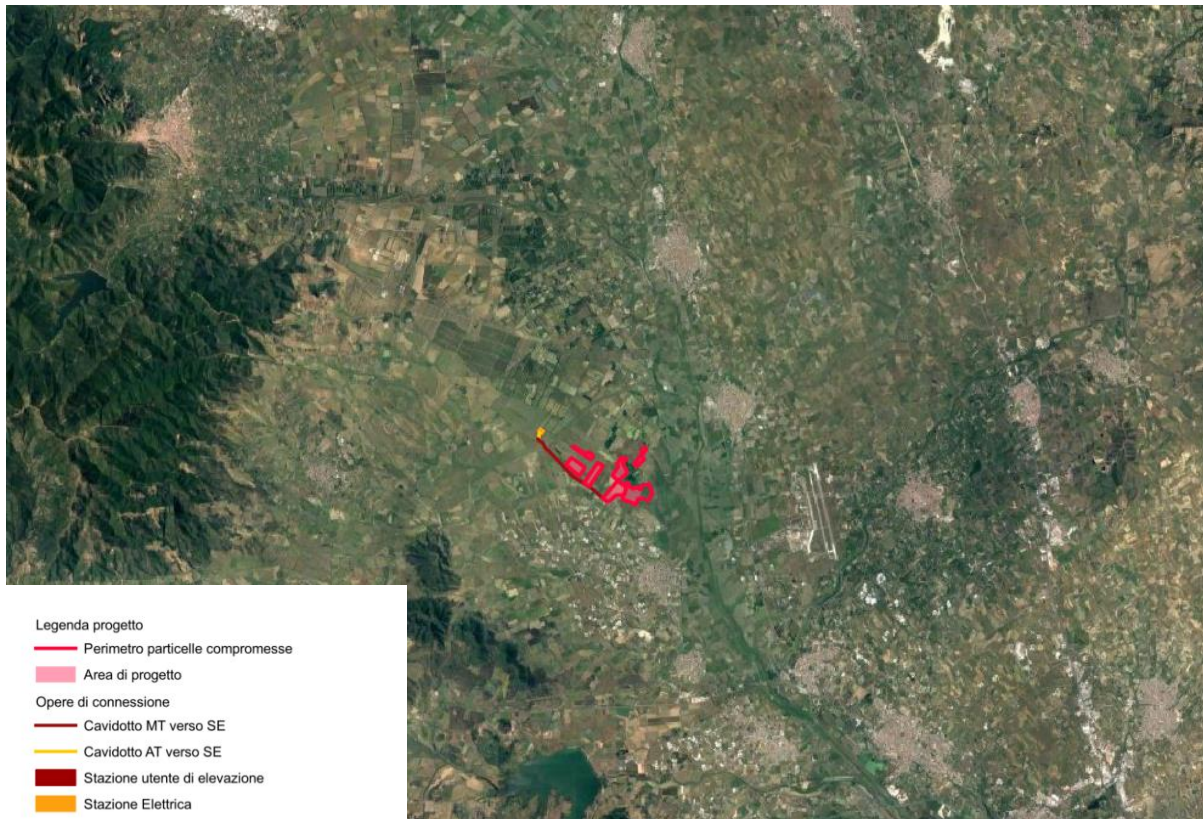


Figura n. 2-1. Inquadramento geografico generale dell'area in esame, Google Earth



Figura n. 2-2 Google – Vista stato di fatto del sito



Figura n. 2-3 Google – Vista del sito con l'ipotesi di progetto

2.1 COERENZA DELLO STUDIO CON LE NORME VIGENTI

Gli studi sono stati condotti nel rispetto delle indicazioni contenute nell'art. 41 del D.P.R. 328/01, nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" NTC 2018 approvate con il decreto MIT del 17.01.2018, pubblicate sulla Serie Generale n. 42 del 20.02.2018 in vigore dal 22.03.2018,

Con riferimento al § C 10.1 della Circ. Min. Infr. 7 del 21.01.2019 (S.O. n. 5 G.U. n. 35 dell'11.02.2019) recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M. 17 gennaio 2018", la presente contiene la "relazione geologica sulle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito" (§ 6.2.1 delle NTC e § C 6.2.1 della Circolare) e la "relazione sulla modellazione sismica concernente la pericolosità sismica di base del sito di costruzione" (§ 3.2 delle NTC e § C 3.2 della Circolare) e si pone a compendio della documentazione per l'ottenimento dell'autorizzazione sismica in conformità a quanto previsto dagli articoli 93 e 94 del D.P.R. 380/2001.

In base alla classificazione sismica del comune di Villasor (zona 4 Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sardegna n. 15/31 del 30.03.2004) e alla tipologia di progetto, la Classe d'Uso è pari a IV ai sensi del § 2.4.2 delle NTC2018, sì che si definisce l'opera come rilevante (art. 4 c.2, lett. b, Tab. A, e art. 7, RR2020) e rischio molto basso.

Per quanto disposto dalle norme regionali ed in relazione al richiesto Piano delle Indagini di cui all'Allegato "C" del citato RR2020 ed in relazione alla Classe d'Uso IV, trattandosi comunque di opere che prevedono fondazioni formate da piccole piastre di modesta ampiezza a cui affidare carichi ridotti e in assenza di scavi ed opere di contenimento importanti, le indagini programmate ed eseguite sono state ridotte, così come esplicitate nel successivo § 9 della presente relazione; anche in considerazione dell'ampio novero di prove sperimentali già eseguite in sede di PFTE.

Si ritiene, pertanto, adeguato la tipologia ed il numero di indagini di riferimento e quindi anche lo studio geologico del sito e la modellazione sismica, in relazione alla stessa complessità geologica, alle finalità progettuali e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale. Giudichi il progettista delle strutture, responsabile secondo la vigente normativa in merito, se il suddetto programma di indagini risulta essere adeguato e sufficiente anche per le modellazioni geotecniche, in relazione alle caratteristiche dell'opera in progetto e alle caratteristiche del sottosuolo indagate in questa relazione. Lo scrivente sarà prontamente disponibile a curare eventuali integrazioni della campagna di indagini geotecniche, qualora il progettista lo ritenesse opportuno.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per lo studio geologico-tecnico sono stati utilizzati i dati contenuti nei documenti di seguito elencati.

In ottemperanza alle NTC2018 e per la tipologia di opere da realizzare, le indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche sono riportate nei documenti sottoelencati.

Nr. Rif.	Titolo documento	Autore	Anno
1	<i>Studio geologico per il progetto di fattibilità</i>	<i>CG Associati</i>	2020
2	<i>PAI Autorità di Bacino Regione Sardegna</i>	<i>Autorità di Bacino Regione Sardegna</i>	
3	<i>Carta geologica in scala 1:100.000 – Foglio n.224-225</i>	<i>Carta Geologica d'Italia</i>	

Tabella n. 3-1 Documenti di riferimento

I documenti prodotti nell'ambito del presente lavoro sono:

Sigla .	Titolo documento	Autore	Anno
GEO_01	Stralcio della Carta geologica in scala 1:100.000 – Foglio n.224-225 riportata in Figura 5.1	Servizio Geologico d'Italia	-

Figura n. 3-2 Elaborati prodotti

4 NORAMATIVA RIFERIMENTO

Il quadro normativo di riferimento a cui risponde lo studio eseguito è così costituito:

- 81-2012-IEEE (Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System).
- EN 1997 - Eurocode 7: Geotechnical design. Part 1: General rules.
- EN 1997 - Eurocode 7: Geotechnical design. Part 2: Ground investigation and testing.
- EN 1997 - Eurocode 7: Part 3: Design assisted by field testing.
- Legge 02 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 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. Coordinato con la Circolare del Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483 - Istruzioni per l'applicazione.

- Ord.P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. e documenti correlati.
- D.M. 14 gennaio 2008 Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Norme Tecniche per le Costruzioni
- DPR 6 giugno 2001, n.380. Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Circolare 11 dicembre 2009. Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative
- "Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)" aggiornate ai sensi del DPCM del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti DEL 17 gennaio 2018 e successive modifiche;

5 ASSETTO FISICO E GEOLOGICO

In Sardegna sono presenti tre grandi complessi geologici: il basamento metamorfico paleozoico, il complesso intrusivo tardo-paleozoico, le coperture sedimentarie e vulcaniche tardo-paleozoiche, mesozoiche e cenozoiche.

L'area generale in cui è situato il sito in esame è costituita prevalentemente da sedimenti e subordinate vulcaniti di età cenozoica; solo nella parte SW affiorano originarie rocce sedimentarie paleozoiche deformate e variamente metamorfosate durante l'Orogenesi ercinica, intruse da rocce granitoidi appartenenti all'esteso plutone tardo-paleozoico dell'Arburese.

Basamento Metamorfico Paleozoico

Il basamento paleozoico sardo rappresenta un segmento della Catena ercinica sud-europea che in origine era verosimilmente in continuità col Massiccio Centrale Francese, i Mauri e la Montagna Nera (ARTHAUD & MATTE, 1977), prima del distacco e della deriva del Blocco sardo-corso nel Miocene Inferiore. In accordo con la maggior parte degli autori, la Catena ercinica si sarebbe evoluta mediante subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione a partire dal Siluriano e collisione continentale, con importante ispessimento crostale, metamorfismo e magmatismo, durante il Devoniano e il Carbonifero (MATTE, 1986a; 1986b; CARMIGNANI et alii, 1994b cum bibl.).

Nel segmento ercinico sardo la geometria collisionale della catena risulta ancora ben riconoscibile. Secondo CARMIGNANI et alii (1992c; 1994b; 2001c), il "Complesso metamorfico di alto grado" che affiora nella Sardegna settentrionale rappresenta il margine armoricano sovrascorso, mentre il "Complesso metamorfico di basso e medio grado", a sua volta suddiviso in Falde interne e Falde esterne ed affiorante nella Sardegna centrale, sud-orientale e, in parte, sud-occidentale, rappresenta il margine di Gondwana subdotto. I due complessi metamorfici sono separati dalla Linea di sutura Posada-Asinara, lungo la quale affiorano relitti di crosta oceanica (CAPPELLI, 1991). La fase collisionale è associata ad un metamorfismo progrado di pressione intermedia e grado variabile da S verso N dalla facies degli scisti verdi a quella anfibolitica, quest'ultima sviluppata solo in prossimità della Linea Posada-Asinara; metamorfismo e deformazione aumentano poi di intensità passando dalle unità tettoniche geometricamente superiori a quelle inferiori.

Il basamento paleozoico del Foglio Villacidro fa parte delle Falde esterne. Esse affiorano tra la Barbagia e il Sulcis-Iglesiente e sono costituite da originarie successioni sedimentarie e vulcaniche di età compresa tra il Cambriano e il Carbonifero Inferiore. Queste falde si sono messe in posto con traslazione da NE verso SW nell'avanzata della catena durante il Dinantiano. Il metamorfismo sin-cinematico delle Falde esterne varia dall'anchizona alla facies degli scisti verdi. Nelle Falde esterne, rocce metamorfiche in facies anfibolitica

affiorano solo al M. Grighini (Oristanese), in corrispondenza della culminazione assiale di una pronunciata antiforame di falde (Antiforme del Flumendosa) diretta NW-SE, che si può riconoscere per una lunghezza di circa 100 km dal M. Grighini alla foce del fiume Flumendosa (Sarrabus).

La sezione più completa nelle Falde esterne è descritta nella bassa valle del Flumendosa (CARMIGNANI & PERTUSATI, 1977; CARMIGNANI et alii, 1978), dove affiora l'unità tettonica più profonda, l'Unità di Riu Grappa, sottostante all'Unità del Gerrei, che a sua volta è sormontata, sul fianco settentrionale dell'antiforme, dall'Unità di Meana Sardo e, su quello meridionale, dall'Unità del Sarrabus. Queste unità tettoniche sono state impilate e deformate in un cuneo di accrezione radicato sotto le Falde interne, durante le fasi collisionali e di ispessimento crostale dell'Orogenesi ercinica.

Successivamente, durante il Carbonifero Superiore e il Permiano, un'importante tettonica distensiva post-collisionale si sovrappone alle strutture collisionali, portando all'esumazione delle metamorfite ed alla messa in posto del "Complesso intrusivo tardo-paleozoico". Il basamento ercinico affiorante è rappresentato da rocce metamorfiche di anchizona-epizona appartenenti prevalentemente all'Unità tettonica dell'Arburese, alla Zona esterna dell'Iglesiente-Sulcis e all'Unità tettonica del Gerrei, che costituiscono tre domini con caratteristiche litostratigrafiche, strutturali e metamorfiche differenti. In questo Foglio è visibile l'accavallamento tettonico della Zona a falde (Unità dell'Arburese) sulla Zona esterna (Iglesiente-Sulcis) della Catena.

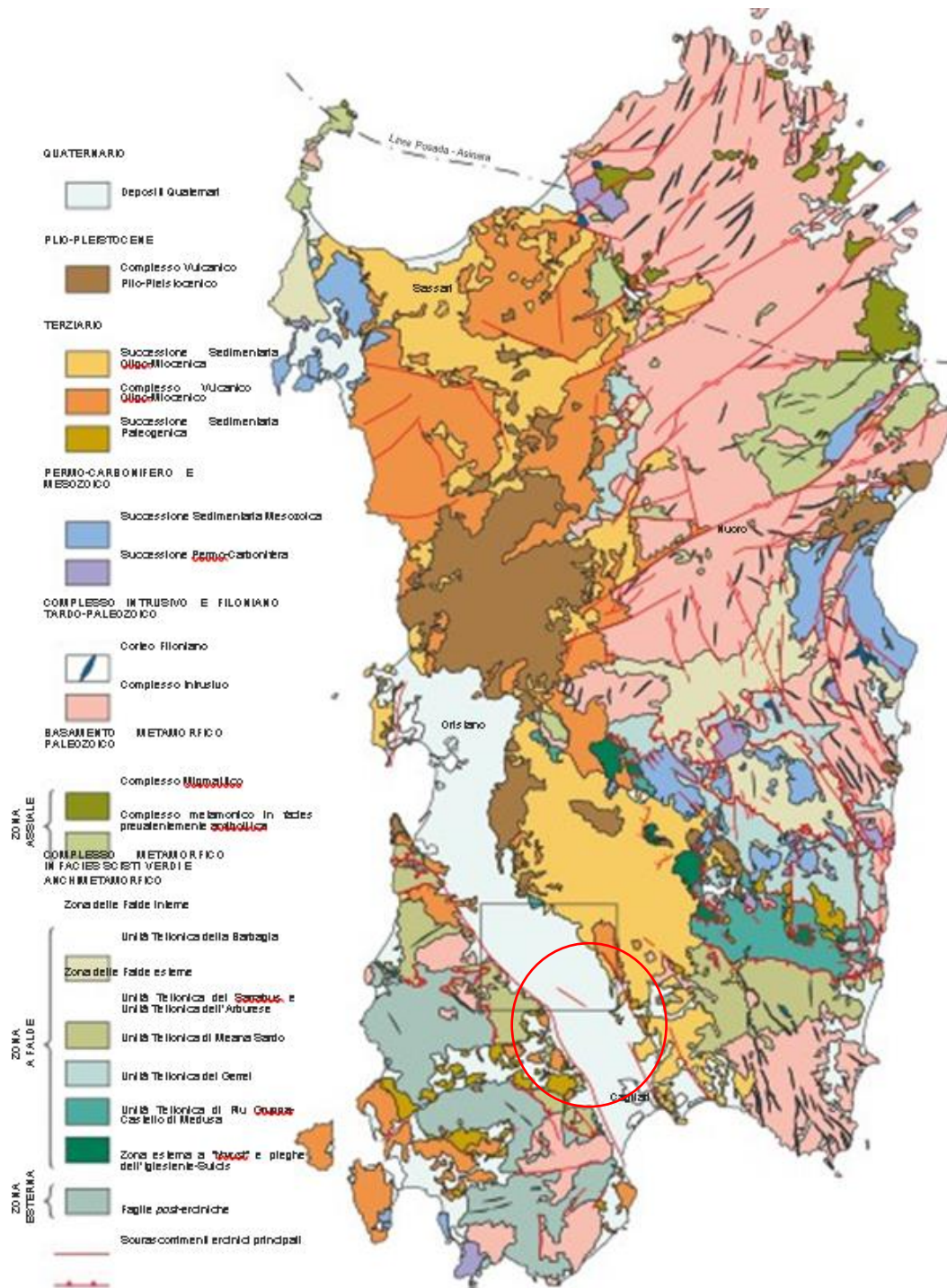


Figura n. 5-1. Schema stratigrafico-strutturale della Sardegna. Il rettangolo indica l'ubicazione del Foglio 547 "Villacidro" ed il cerchio in rosso l'area di studio. Da PROGEMISA S.P.A., 2009

6 MODELLO GEOLITOLOGICO

Per la determinazione delle caratteristiche geologiche del territorio comunale si è tenuto conto della bibliografia esistente e del rilevamento geologico.

Il territorio comunale di Villasor è ubicato nella Sardegna centro meridionale.

Nel territorio di Guspini sono presenti le seguenti unità litologiche:

- Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE.
- Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
- Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE.
- Depositi alluvionali. OLOCENE.
- Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi e d argille. OLOCENE.
- Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE.
- Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e d argille. OLOCENE.
- Depositi lacustri, palustri. Argille molto plastiche, localmente ricche di materia organica. OLOCENE.
- Litofacies del Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME); Ghiaie alluvionali terrazzate con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.
- Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME); sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEIS. SUP.
- FORMAZIONE DI NURAGHE CASTEDDU. Argilliti, siltiti, arenarie arcose conglomerati e breccie ad elementi calcari mesozoici. PLIOCENE MEDIO.

In particolare, il settore di studio è caratterizzato prevalentemente da depositi alluvionali e lacustri appartenenti al Pleistocene-Olocene che vanno a colmare la "fossa campidanese", erede della più grande "fossa sarda" oligo-miocenica.

Si tratta principalmente di depositi alluvionali a composizione variabile da depositi grossolani costituiti da ghiaie da grossolane a medie a depositi ghiaiosi sabbiosi o sabbiosi con subordinati limi ed argille o ancora costituiti da limi e argille (Olocene).

In generale presentano uno spessore molto variabile, un costipamento variabile da basso a medio a elevate ad esclusione dei depositi limosi presentano una elevata porosità e permeabilità che favorisce la formazione di falde idriche sotterranee di tipo freatico e talora interconnesse con falda di subalveo dei principali corsi d'acqua.

I depositi sono costituiti da corpi eterometrici e poligenici (marne, calcari detritici e arenarie, andesiti, basalti, ossidiane, lave, diaspri, selci, silice amorfa, metaforfiti, granitoidi) in matrice sabbiosa o sabbiosa limosa con cementazione variabile ma in genere scarsa.

Non presentano una pericolosità geomorfologica e generalmente sono terreni granulari incoerenti, sia grossolani sia fini; presentano un comportamento geo-meccanico abbastanza buono, comunque da analizzare ogni qualvolta siano previsti interventi ingegneristici anche in funzioni delle oscillazioni delle falde presenti nel settore.

I Depositi lacustri, palustri sono rappresentati da argille molto plastiche, localmente ricche di materia organica, talvolta con sottili intercalazioni di sabbie contenenti gusci di bivalvi, di gasteropodi polmonati e ostracoidi (Olocene). Tali terreni in genere non creano nessun problema dal punto di vista geologico e geomorfologico ma considerata l'elevata componente fine (limi e argille) necessitano di una caratterizzazione geotecnica accurata se devono sopportare carichi strutturali in funzione dei possibili cedimenti che potrebbero generarsi.

Le litofacies del Subsistema di Portoscuso (Sintema di Portovesme) sono caratterizzate da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie e sabbie arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali (Pleistocene Superiore).

Non presentano una pericolosità geomorfologica e generalmente sono terreni granulari incoerenti, sia grossolani sia fini; presentano un comportamento geo-meccanici abbastanza buono, comunque da analizzare ogni qualvolta siano previsti interventi ingegneristici anche in funzione delle oscillazioni delle falde presenti nel settore.

7 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

La forma dominante del sito è una piana alluvionale geneticamente riconducibile al riempimento della fossa tettonica del Campidano avvenuto dall'Oligocene al Quaternario, in ambiente prevalentemente marino e subordinatamente continentale, riempimento costituito da circa 1.500 metri di sedimenti.

Dalla pianura Campidanese verso est si passa gradualmente alle colline della Marmilla e della Trexenta impostate sui depositi oligo-miocenici ed ai rilievi del basamento paleozoico.

Verso ovest, analogamente, si osserva un passaggio graduale ai rilievi collinari ed al massiccio del Monte Linas.

In queste la presenza degli affioramenti del substrato oligo-miocenico e paleozoico, con diverse età, genesi e litologia e con diversa fratturazione, ha condizionato l'evoluzione morfologica del paesaggio.

L'antropizzazione del sito, compiuta soprattutto nel dopoguerra e legata all'attività agricola, ha modificato la superficie topografica con la realizzazione di canalizzazioni e bonifiche effettuate con lo scopo di evitare ristagni d'acqua e impaludamenti frequenti in particolar modo nella porzione più meridionale del sito d'intervento.

Per quanto riguarda il Piano Assetto Idrogeologico si ha la presenza nella porzione ovest del sito in oggetto di studio di aree inondabili e soggette a rischio.

In relazione all'andamento pianeggiante della superficie topografica nell'area in oggetto non sono presenti fenomeni franosi in atto, né quiescenti, in accordo agli esiti del Piano Assetto Idrogeologico (PAI) e dalla visione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi (IFFI).

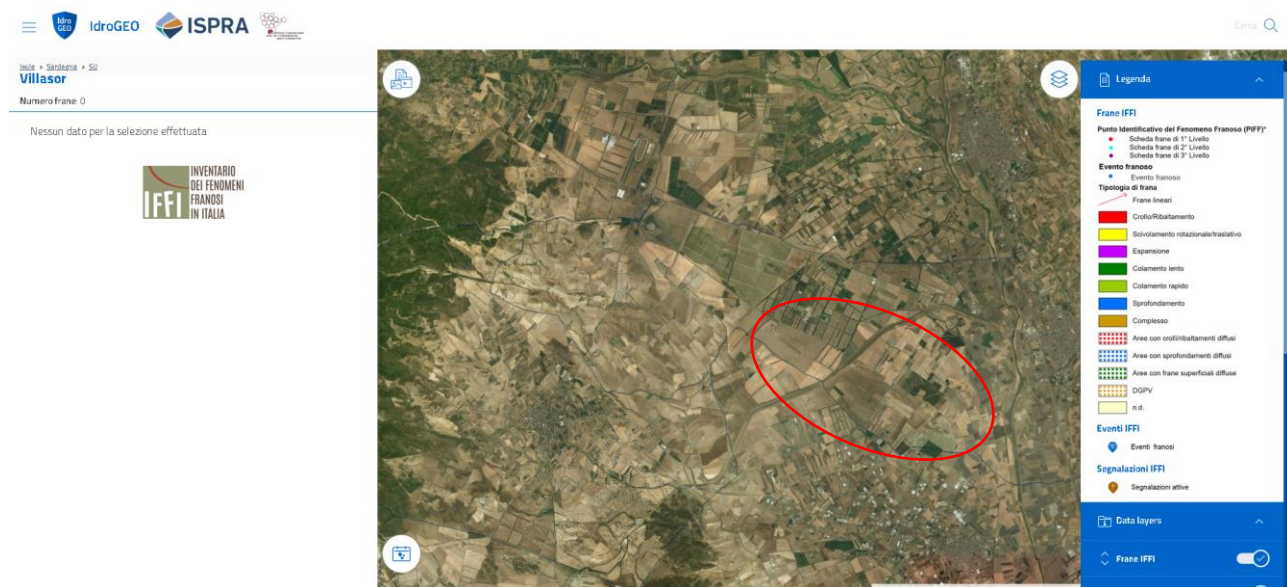


Figura n. 7-1 Stralcio della cartografia IFFI, in rosso l'area di studio

8 CIRCOLAZIONE IDRICA

Nel dettaglio dell'area in esame si ha quindi la presenza di due complessi idrogeologici, individuati dalla carta della permeabilità della Sardegna (di cui lo stralcio nella figura seguente) e direttamente collegato alla geologia presente nell'area di studio.

Sono presenti, infatti, i depositi denominati come MBF, i quali presentano una permeabilità alta per porosità, i depositi denominati BP con una permeabilità bassa per porosità ed i depositi denominati AP i quali presentano una permeabilità alta per porosità.



Figura n. 8-1 Stralcio della Carta della Permeabilità (2019) Regione Sardegna. Il poligono in rosso indica l'area di studio

Come specificato in precedenza nel territorio Comunale di Villasor si ha la presenza di un corso d'acqua principale denominato Flumini Mannu.

Dalla visione del reticolo idrografico su ortofoto in figura seguente si noti come l'area di progetto è attraversata da un elemento idrico secondario per la porzione ad est dell'impianto; come elemento idrico principale si ha la presenza ad est del "Gora Zirva Terramaini".

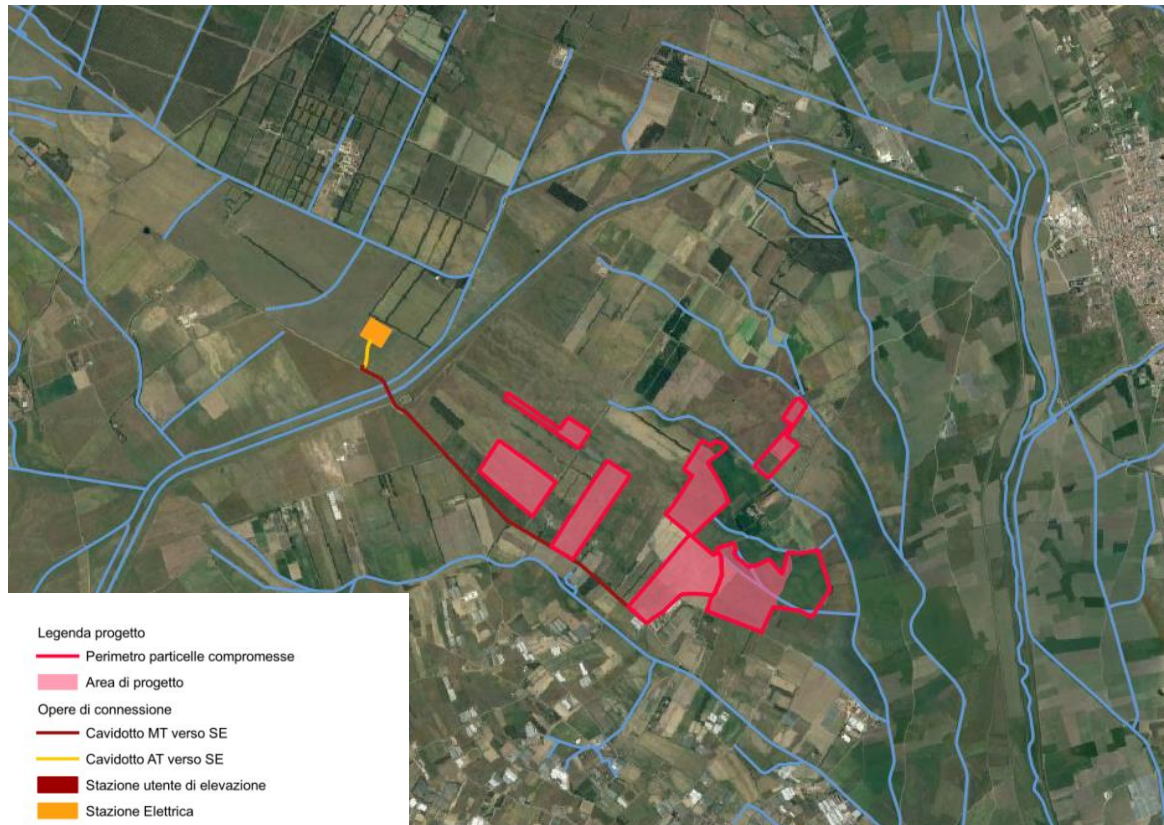


Figura n. 8-2 Reticolo idrografico su ortofoto con evidenza dell'area di progetto

9 PERICOLOSITÀ SISMICA

9.1 SISMICITÀ STORICA ED HAZARD SISMICO

L'analisi della pericolosità sismica storica locale nelle UAS della Sardegna è stata eseguita utilizzando le informazioni macrosismiche messe a disposizione della comunità scientifica, a seguito del Progetto S1 dell'INGV, ed in particolare il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 [Gruppo di lavoro CPTI, 2015].

Studi recenti riguardanti la distribuzione delle Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>) indicano, per la zona in oggetto, dei valori intorno al quarto grado della scala macrosismica MCS.

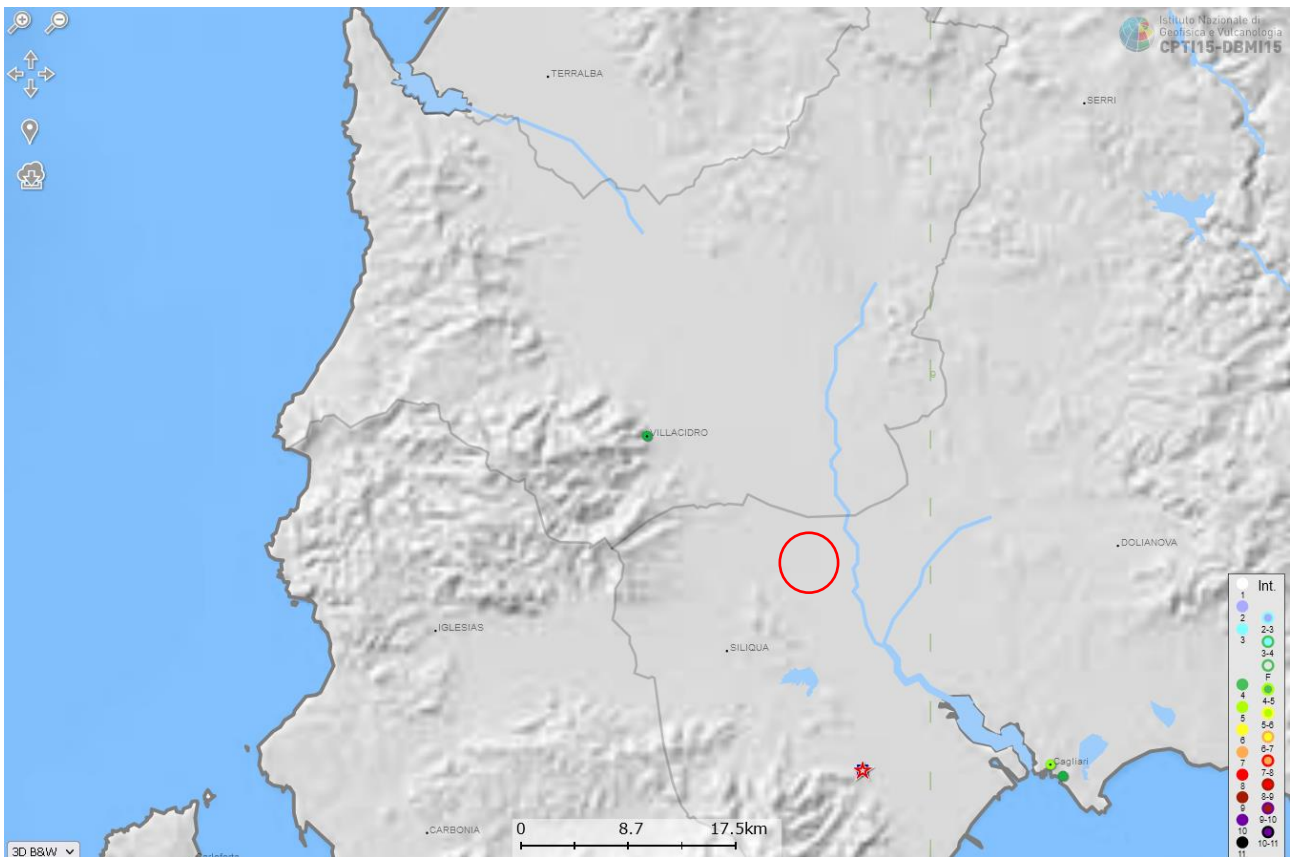


Figura n. 9-1 Stralcio DBMI15 Massime intensità macrosismiche osservate (2015)

Dall'analisi del Catalogo parametrico dei terremoti italiani (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>), si nota come l'area di studio, situata nel territorio comunale di Villasor, a causa di pochi dati non è disponibile nel catalogo dei terremoti. A titolo informativo si analizzato gli eventi sismici più importanti avvenuti nel comune vicino di Guspini e che hanno avuto un grande risentimento nell'area in studio; in totale gli eventi sono n. 1 e vengono riportati nella tabella 10.1.

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

Tabella n. 9-1 Elenco degli eventi sismici sia storici che strumentali che hanno interessato direttamente o indirettamente l'area in studio (Comune di Villasor). Is - intensità al sito (MCS); AE - Denominazione dell'area dei maggiori effetti; Io - Intensità epicentrale (MCS); Mw - magnitudo momento.

9.1.1 Hazard Sismico

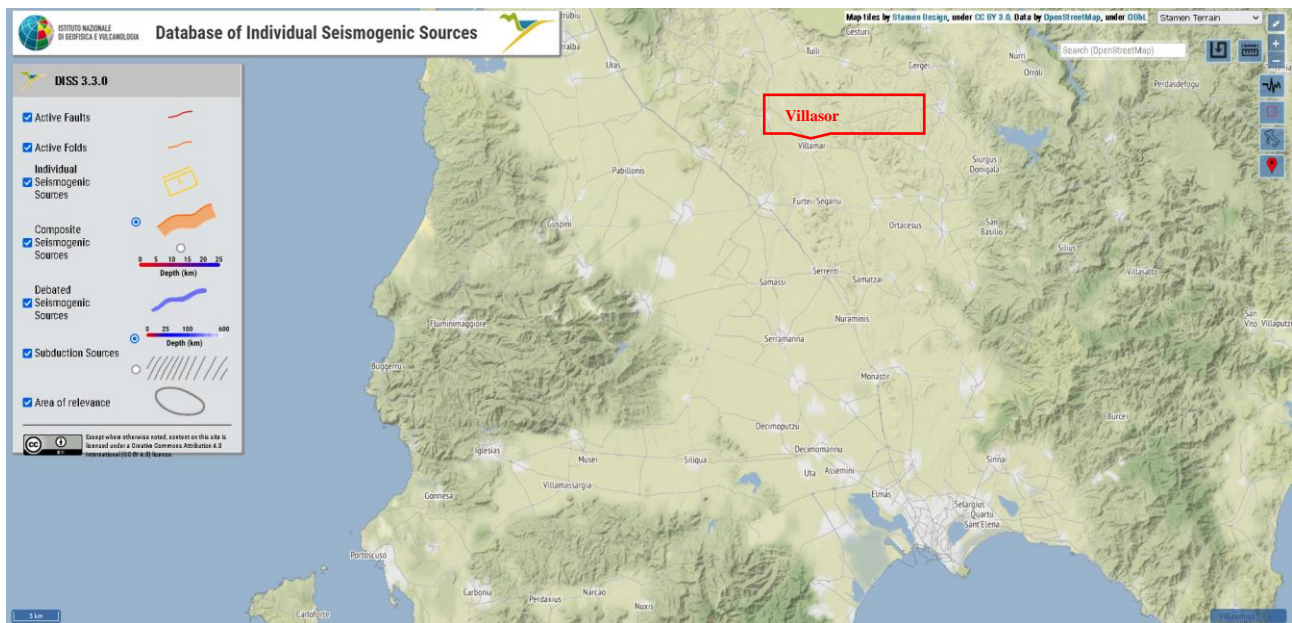
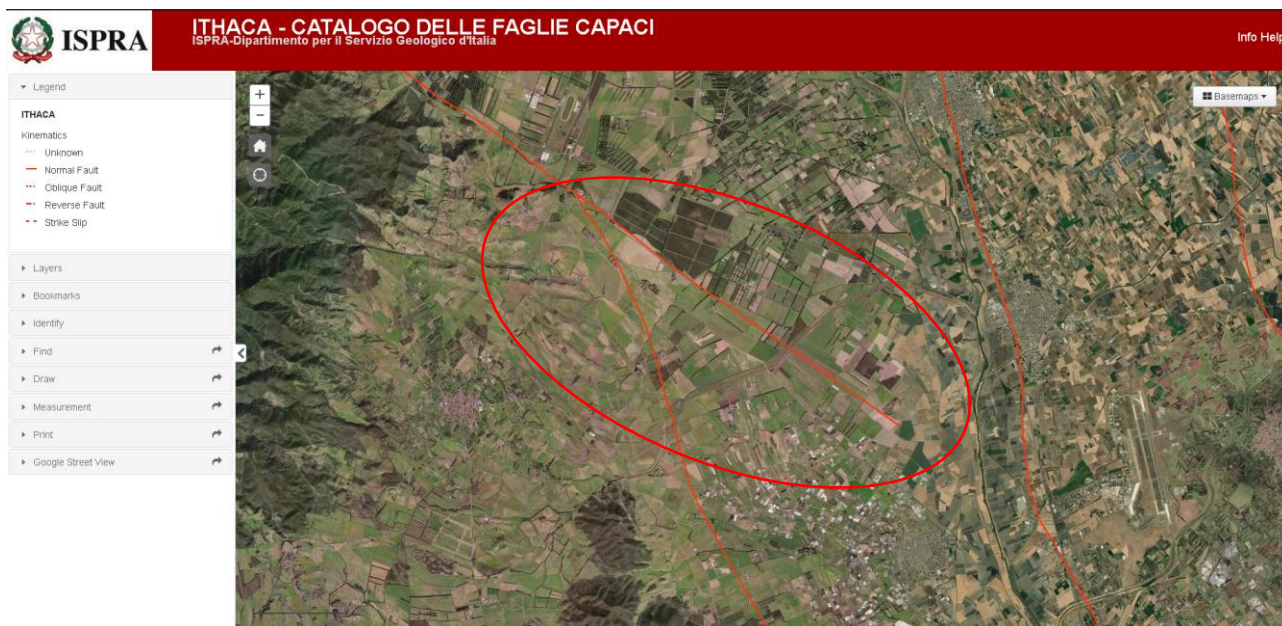


Figura n. 9-2 DISS 3.2.1 Sorgenti sismogenetiche

La conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. L'importanza di valutare la pericolosità in termini di ground rupture viene indicata anche nell'Eurocodice 8 (nella parte 5 sulle fondazioni). Per queste ragioni, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano.

Sebbene gran parte dei movimenti associati alle faglie capaci avvenga in associazione ad eventi sismici, raramente lo scorrimento può avvenire in modo lento, quindi asismicamente (creep). Deformazioni in superficie o a profondità prossime alla superficie lungo strutture fragili possono essere indotte in Italia anche da fenomeni endogeni non riferibili direttamente alla tettonica crostale.

La conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio. L'importanza di valutare la pericolosità in termini di ground rupture viene indicata anche nell'Eurocodice 8 (nella parte 5 sulle fondazioni). Per queste ragioni, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano. ITHACA si propone, quindi, come strumento fondamentale per: a) analisi di pericolosità ambientale e sismica, b) comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, c) pianificazione territoriale e d) gestione delle emergenze di Protezione Civile. È inoltre di supporto alla ricerca scientifica nell'ambito dell'analisi dei processi geodinamici.



Nella figura si nota come l'area di studio viene attraversata da due faglie capaci (*una faglia è definita capace quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa*).

9.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Le Norme Tecniche sulle Costruzioni, emanate con il DM Infrastrutture del 17.01.2018, hanno stabilito che per ogni costruzione ci si può riferire ad una accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale della costruzione stessa.

I criteri di riclassificazione stabiliti dall'OPCM 3274/2003 permettono di esprimere la pericolosità sismica in valori di accelerazione di picco su suolo rigido (a_g) suddivisa in sottoclassi per ogni zona sismica con intervalli di 0,025g.

La regione Sardegna con proprie DGR nn. 15/31 del 2004 ordinisticamente ha approvato la nuova classificazione sismica del territorio regionale. In base a tali norme il territorio di Villasor è stato riclassificato in Zona **4** a cui corrisponde un range del valore di a_g inferiore a $< 0.05 a_g$. In base all'Allegato "C" delle norme citate, le opere in progetto assumono la **Classe d'Uso IV**.

La zona sismica **4** indica una pericolosità sismica molto bassa dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (GdL MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b) è espressa in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005). L'Ordinanza PCM n. 3519/2006 ha reso tale mappa uno strumento ufficiale di riferimento per il territorio nazionale

Oltre al valore di a_g , è necessario conoscere, per il sito in esame, i dati di disaggregazione (variabilità in termini di magnitudo e distanza). La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che permette di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito.

L'INGV, nella sua 'Mappa della pericolosità sismica' (sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it>), elaborata con modello probabilistico sismotettonico, inserisce il comune di Villasor in una zona con un'accelerazione orizzontale

attesa compresa nell'intervallo 0.025-0.050 Ag/g riferita a suoli rigidi (categoria A, $V_{s,eq} > 800$ m/s) e con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

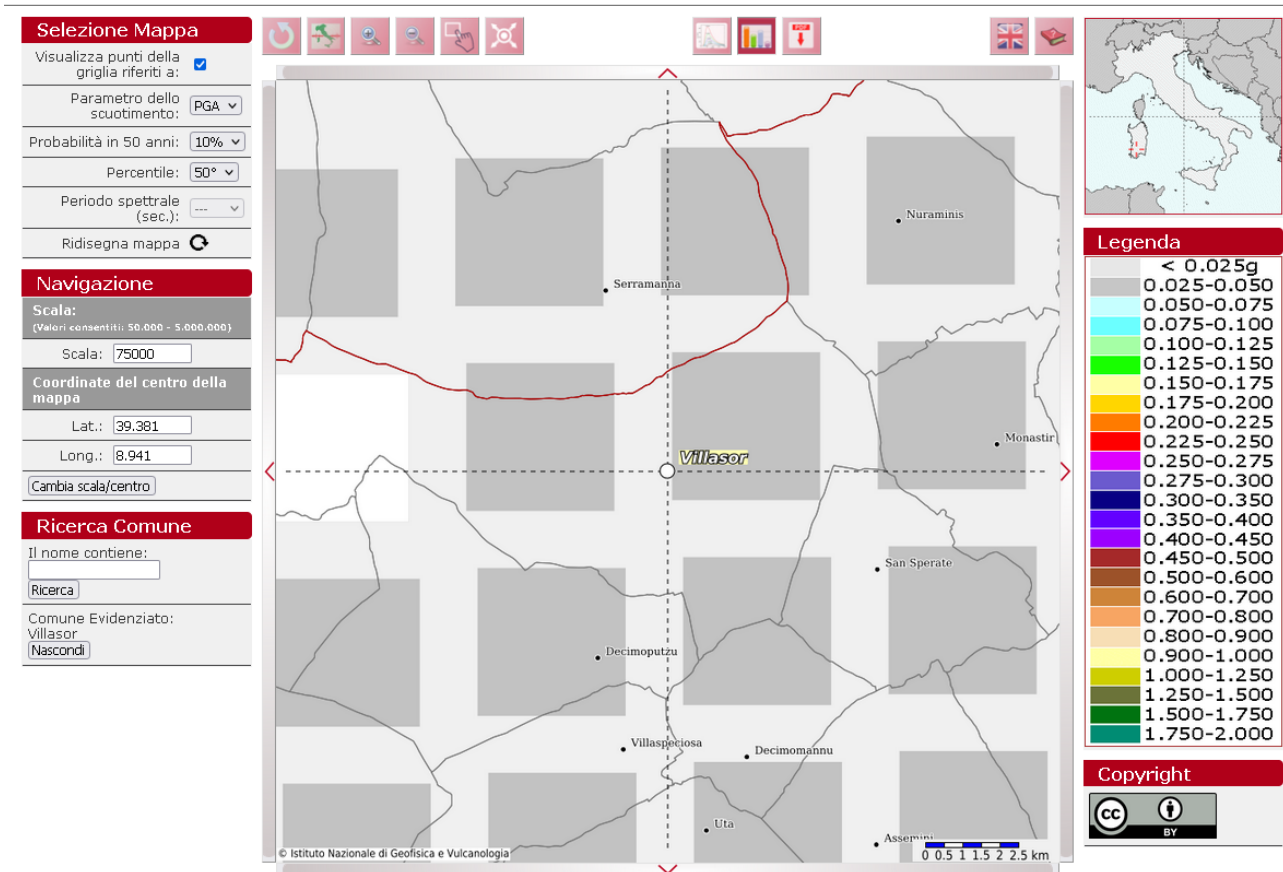


Figura n. 9-3 Mappa interattiva della pericolosità sismica di Villasor (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)

P_{v_k} (Stato Limite)	C_u	V_H [anni]
81% Operatività (SLO)	0.7 (I. Strutture secondarie)	≤ 10 (Opere provvisorie)
63% Danno (SLD)	1.0 (II. Strutture ordinarie)	≥ 50 (Opere ordinarie)
10% Salvaguardia della vita (SLV)	1.5 (III. Strutture importanti)	≥ 100 (Grandi opere)
5% Prevenzione del Collasso (SLC)	2.0 (IV. Strutture strategiche)	

Tabella n. 9-2 Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno

9.3 MAGNITUDO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda il valore di Magnitudo di riferimento si è fatto uso dei dati ICMS 2008. Un metodo per stimare il valore di M_w da considerare ai fini delle valutazioni per le verifiche di liquefazione per l'area o la microzona di interesse è, nel caso in cui non sia ricompresa nella zonazione sismogenetica (ZS9; INGV, 2009), di determinare le minime distanze (R_i) dalle zone sismogenetiche circostanti (i) e successivamente si verifica per ciascuna di esse se la magnitudo della zona sismogenetica considerata (M_i) è inferiore o superiore alla magnitudo fornita dalla relazione $M_{si}=1+3*\log(R_i)$. Nel caso in cui almeno una M_{si} , calcolata per le zone sismogenetiche circostanti, è inferiore alla M_i della stessa zona per la quale è stata calcolata M_{si} , si assume

per M_w il valore di magnitudo più alto tra le magnitudo delle zone sismogenetiche circostanti ($M_i=M_w$); se invece tutte le M_{si} sono superiori alle M_i , si determina la M_w con il metodo della disaggregazione. Visto che tutti i valori di M_{si} sono maggiori di M_i si è stimato il valore di magnitudo con il metodo della disaggregazione, ovvero, mediante il portale dell'INGV si è identificato il sito oggetto dello studio e si sono individuati i relativi "nodi" della maglia all'interno della quale è inserito lo stesso.

Si ricorda che Villasor, così come l'intero territorio della Sardegna non sono interessate da zone sismogenetiche e che per mancanza di dati non è possibile generare sia la curva di pericolosità, spettri a pericolosità uniforme che il grafico di disaggregazione .

9.4 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Le nuove norme sulle costruzioni (NTC2018) al punto 7.11.3.4.2 tracciano le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione dei terreni. La normativa specifica in modo molto chiaro che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al p.c. minori di 0.1g;
- profondità della falda superiore a 15 m dal p.c.;
- distribuzione esterna al campo granulometrico delle sabbie;
- resistenze penetrometriche normalizzate $q_c > 180$.

Per quanto sopra esposto, si può ritenere dato che le accelerazione massime previste nell'area di studio al p.c. sono inferiori a 0.1g la verifica a liquefazione può essere omessa.

10 ANALISI DEI VINCOLI IDROGEOLOGICI

10.1 P.A.I. - PERICOLOSITÀ IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del territorio di propria competenza, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate a minimizzare i possibili danni connessi ai rischi idrogeologici, per la tutela e la difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture, del suolo e del sottosuolo e lo sviluppo compatibile delle attività future.

In particolare, il PAI riguarda sia l'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana e di valanga, sia l'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, nonché la definizione delle esigenze di manutenzione, completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti in funzione del grado di sicurezza compatibile e del loro livello di efficienza ed efficacia. Il PAI è fortemente correlato con tutti gli altri aspetti della pianificazione e della tutela delle acque, nonché della programmazione degli interventi prioritari.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale PAI, è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.

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

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale.

Il P.A.I. è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Il PAI si applica nel bacino idrografico unico della Regione Sardegna, corrispondente all'intero territorio regionale, comprese le isole minori. L'intero territorio della Sardegna è stato suddiviso nei seguenti sette sub-bacini, caratterizzati da omogeneità geomorfologiche, geografiche e idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale:

- Sulcis;
- Tirso;
- Coghinas-Mannu-Temo;
- Liscia;
- Posada-Cedrino;
- Sud Orientale;
- Flumendosa-Campidaro-Cixerri.

La zona dell'intervento ricade a sud rispetto al corso del fiume Mannu, che domina e caratterizza tutto l'assetto idrologico ed idraulico del settore.

Nelle aree classificate a pericolosità e a rischio idraulico e di frana, le normative attuative definiscono i livelli di tutela e di salvaguardia relativi agli usi e alle attività di trasformazione di suolo ammissibili.

In considerazione sia del continuo mutare del quadro territoriale, in virtù del dinamismo della fenomenologia afferente al dissesto idrogeologico e dei connessi interventi di mitigazione e di messa in sicurezza, sia conseguentemente ad ulteriori approfondimenti conoscitivi di settore, l'Autorità di Bacino competente provvede alla successiva tempestiva corrispondenza tra il P.A.I. e le suddette dinamicità del territorio, mediante l'aggiornamento dei Piani stessi.

Per quanto riguarda l'area in esame, è stato analizzato al PAI aggiornato tramite servizio WMS dove sono state analizzate la pericolosità geomorfologica, pericolosità idraulica ed il rischio. Per quanto la pericolosità ed il rischio geomorfologico nessuna porzione dell'area di studio ricade in territori vincolati a rischio o pericolosità. Mentre per quanto riguarda la pericolosità idrogeologica si noti come l'impianto ricade in aree definite come: Hi1 – P1 Aree a pericolosità idraulica moderata (la maggior parte dell'area di studio), Hi2 – P2 Aree a pericolosità idraulica media (una porzione più a est), Hi3 – P2 Aree a pericolosità idraulica elevata, Hi4 – P3 Aree a pericolosità idraulica molto elevata (unica piccola porzione ad est).

Si rimanda all'elaborato GR04 – Relazione Idraulica per una completa analisi dei vincoli.

È possibile affermare che in assenza di opportuni studi idraulici che dimostrino l'assenza di situazioni di pericolo e la compatibilità con la normativa vigente, gli interventi proposti che risultano attuabili sono solo quelli ricadenti in aree non perimetrate a pericolosità idraulica o ricadenti in aree a pericolosità idraulica Hi1 ed i cavidotti, purché messi in opera con gli opportuni accorgimenti progettuali richiamati nella relazione idraulica allegata.

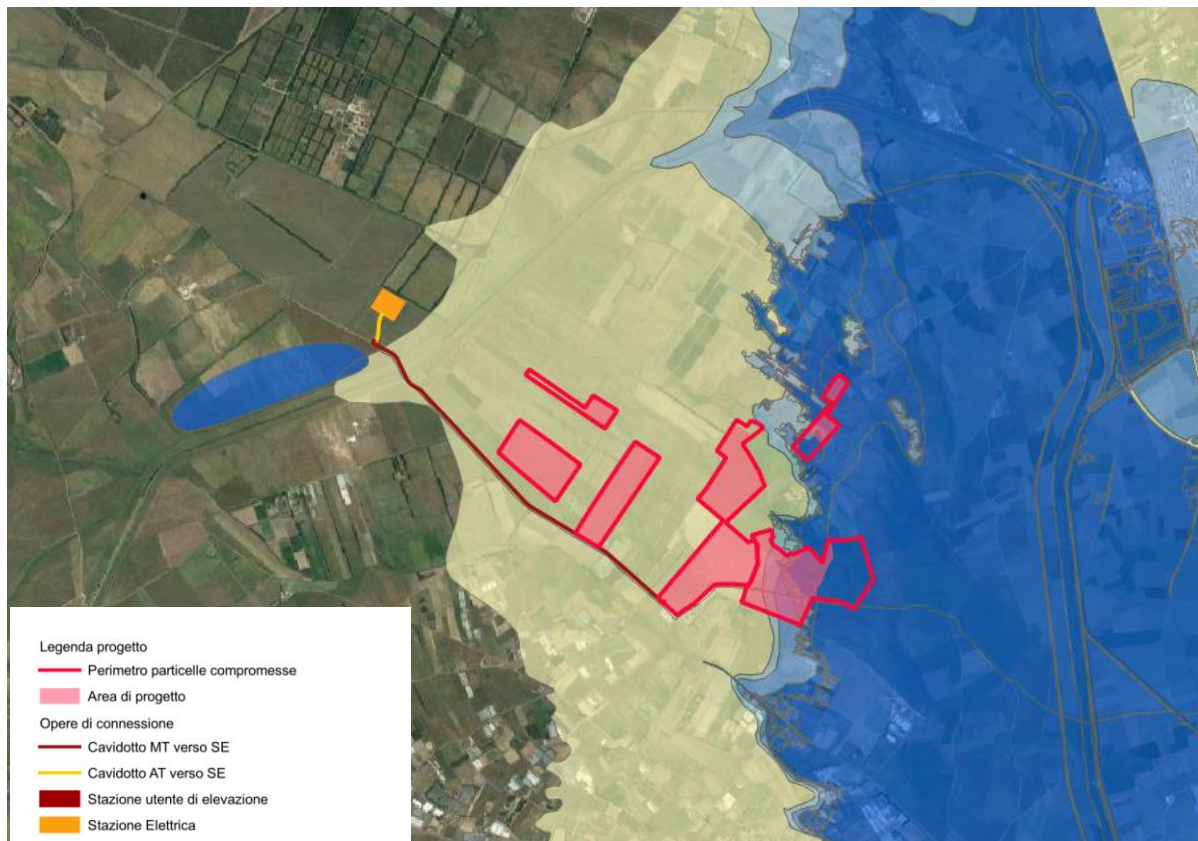


Figura n. 10-1 Stralcio PAI Pericolosità Idraulica e Pericolosità da Frana su ortofoto – Servizio WMS

11 CONCLUSIONI

Con lo studio eseguito è stata caratterizzata l'area di sedime del Parco solare fotovoltaico "Energia Olearia Santu Perdu Villasor" sotto il profilo principalmente geologico ed idrologico in ottemperanza alle vigenti norme della regione Sardegna.

Lo studio per la caratterizzazione geolitologica geotecnica e simica si è avvalso delle risultanze delle indagini e sperimentazioni specialistiche ricavata dalla letteratura. In base all'intero novero dei dati sperimentali è stato elaborato il modello geotecnico del sottosuolo d'imposta del Parco Fotovoltaico.

L'area di studio, situata ad ovest del centro abitato del Comune di Villasor, presenta una morfologia subpianeggiante e non soggetta a variazioni e, pertanto, stabile sotto tale profilo. L'assetto idrogeologico locale, governato da acque meteoriche liberamente dilavanti lungo il sito e confluenti in diversi corsi d'acqua presenti, impongono che per la stabilità del sito si attuino opportuni interventi di regimazione idraulica.

Il modello geotecnico attuale prevede una circolazione idrica episupeficiale. si consiglia in fase esecutiva di misurare puntualmente il livello piezometrico puntuale.

Per la valutazione del Rischio Sismico Locale è stato eseguito lo studio specifico richiesto dalle norme. Per i parametri sismici si faccia riferimento all'analisi svolta nella specifica relazione di Modellazione Sismica; in ogni caso, in fase esecutiva è necessario elaborare uno studio specifico per la definizione degli spettri elastici ed individuare la classificazione del suolo tramite apposite indagini MASW.

Dato che i valori di accelerazione al p.c. attesi sono inferiori a 0.1 g, come da normativa, è stato possibile escludere il rischio di liquefazione.

In fase esecutiva, i dati ricavati dall'elaborazione delle indagini di riferimento suggeriscono le seguenti considerazioni:

- si consiglia eseguire preventivamente prove di carico sui piani fondali prescelti;
- un'apposita indagine in situ completa di prove di laboratorio per caratterizzare puntualmente i terreni;
- indagini geofisiche puntuali ed analisi della risposta sismica locale;
- per quanto concerne le strutture di fondazioni dei locali tecnici e di trasformazione, è preferibile localizzare le platee in cemento al di fuori delle zone di avvallamenti topografici e lontano dalle linee di deflusso idrico superficiale.

Infine, per quanto attiene ai potenziali fenomeni di instabilità dei fronti di scavo, si pone in evidenza che è comunque necessario il rispetto delle seguenti norme sulla sicurezza:

D. Lgs 81/2008, art. 118: *Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno;*

D. Lgs 81/2008, art. 118: *Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno;*

D. Lgs 81/2008, art. 120: *È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature;* DM 14 01 08 "Norme tecniche sulle costruzioni", 6.8.6. (fronti di scavo): *Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.*

Tutti i materiali di scavo vanno stoccati e lavorati, se occorre, in sito, altrimenti vanno smaltiti secondo le norme vigenti.

Napoli, gennaio 2024

Dr. Gaetano Ciccarelli

12 BIBLIOGRAFIA

- Bosellini, A., & G. Ogniben (1968), Ricoprimenti ercinici nella Sardegna centrale: *Annali dell'Università di Ferrara*, v. 1.
- Calvino, F. (1959), Lineamenti strutturali del Sarrabus-Gerrei (Sardegna sud-orientale): *Bollettino del Servizio Geologico d'Italia*, v. 81.
- Carmignani, L., T. Coccozza, C. Ghezzi, P. C. Pertusati, & C. A. Ricci (1982), Guida alla Geologia del Paleozoico Sardo: *Guide Reologiche Regionali*: Roma, Società Geologica Italiana.
- Carmignani, L., G. Oggiano, A. Funedda, P. Conti, & S. Pasci (2015), The geological map of Sardinia (Italy) at 1:250,000 scale.: *Journal of Maps*. doi:10.1080/17445647.2015.1084544.
- Carmignani, L., P. C. Pertusati, S. Barca, R. Carosi, A. Di Pisa, M. Gattiglio, G. Musumeci, & G. Oggiano (1992), Struttura della Catena Ercinica in Sardegna. Guida all'Escursione: Siena, Gruppo Informale di Geologia Strutturale.
- Carosi, R., & P. C. Pertusati (1990), Evoluzione strutturale delle unità tettoniche erciniche nella Sardegna centro-meridionale: *Bollettino della Società Geologica Italiana*, v. 109, p. 325-335.
- Casini, L., S. Cuccuru, M. Maino, & G. Oggiano (2015), Structural map of Variscan northern Sardinia (Italy). *Journal of Maps*, 11(1).
- Casini, L., & G. Oggiano (2008), Late orogenic collapse and thermal doming in the northern Gondwana margin incorporated in the Variscan Chain: A case study from the Ozieri Metamorphic Complex, northern Sardinia, Italy.: *Gondwana Research*, v. 13.
- Castany, G. (2009), *Idrogeologia - Principi e metodi*. Dario Flacciovio editore.
- Conti, P., L. Carmignani, N. Cerbai, A. Eltrudis, A. Funedda, & G. Oggiano (1999), From thickening to extension in the Variscan belt - kinematic evidence from Sardinia (Italy): *Terra Nova*, v. 11(2-3), 93-99. doi:10.1046/j.1365-3121.1999.00231.
- Conti, P., L. Carmignani, & A. Funedda (2001), Changing of nappe transport direction during the Variscan collisional evolution of central-southern Sardinia (Italy). *Tectonophysics*, v. 332, p. 255-273.
- Corradini, C., & A. Ferretti (2009), The Silurian of the external Nappes (southeastern Sardinia). *Rendiconti della Società Paleontologica Italiana*, v. 48(1).
- Corradini, C., A. Ferretti, & E. Serpagli (1998), The Silurian and Devonian sequence in SE Sardinia: *ECOS VII-Sardinia Guide-book*.
- D'ITALIA, Carta Geologica. Foglio 224-225 «Capo Pecora-Guspini» alla scala: 1: 100.000. *Rilevazioni di P. Zuffardi et al., Servizio Geologico Italiano*, 1971.
- DELLA SARDEGNA, RAS-Regione Autonoma; PUBBLICI, Assessorato Lavori. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). *Relazione generale. [Hydrogeological Setting Plan. Comprehensive Report]- Retrieved from: http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_26_20060913170906.pdf, 2004.*

Dessau, G., 1937, Studi sulla miniera di Fontana Raminosa (Sardegna): Periodico di Mineralogia, v. 2, p. 177-215.

Dessau, G., G. Duchi, A. Moretti, & G. Oggiano (1982), Geologia della zona del Valico di Correboi (Sardegna centro-orientale).

Rilevamento, tettonica e giacimenti minerari: Bollettino della Società Geologica Italiana, v. 10.

Funedda, A., M. A. Meloni, & A. Loi (2015), Geology of the Variscan basement of the Laconi-Asuni area (central Sardinia, Italy): The core of a regional antiform refolding a tectonic nappe stack.: Journal of Maps, 11(1), 146-156. doi:10.1080/17445647.2014.942396.

Gaggero, L., G. Oggiano, A. Funedda, & L. Buzzi (2012), Rifting and arc-related early Paleozoic volcanism along the North Gondwana margin: geochemical and geological evidence from Sardinia (Italy). Journal of Geology, v. 120(3), p. 273-292 doi:10.1086/664776.

Meloni, M. A., G. Oggiano, A. Funedda, M. Pistis, & U. Linneman (2017), Tectonics, ore bodies and gamma-ray logging of the Variscan basement, southern Gennargentu massif (central Sardinia, Italy).: Journal of Maps., Vol. 13, NO.02,196-206.

ISSN: (Print) 1744-5647 (online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/tjom20>. Link: <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2017.1287601>.

MELETTI, Carlo. Progetto S1. Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274/2003 e progettazione di ulteriori sviluppi. Rapporto finale, del Progetto INGV-DPC S1. 2007.

Minzoni, N., (1975), La serie delle formazioni paleozoiche a Sud del Gennargentu: Bollettino della Società Geologica Italiana, v. 94.

Minzoni, N., (1988), Geologia strutturale della zona di Gadoni-Funtana Raminosa (Sardegna centrale): Memorie di Scienze Geologiche, v. 40.

Oggiano, G., (1994), Lineamenti stratigrafico-strutturali del basamento del Goceano (Sardegna centro-settentrionale): Bollettino della Società Geologica Italiana, v. 113,.

Oggiano, G., L. Gaggero, A. Funedda, L. Buzzi, & M. Tiepolo, (2010), Multiple early Paleozoic volcanic events at the northern Gondwana margin: U-Pb age evidence from the Southern Variscan branch (Sardinia, Italy). Gondwana Research, v.17.

Pasci, S., (1997), Tertiary transcurrent tectonics of North-Central Sardinia: Bulletin de la Société Géologique de France, v. 168.

Stara, P., R. Rizzo, C. Sabelli, & A. Ibba (1999), I minerali di Funtana Raminosa (Gadoni, Sardegna centrale). Rivista Mineralogica Italiana, v. 1.

Vai, G. B., & T. Cocozza (1974), Il "Postgotlandiano" sardo, unità sinorogenica ercinica: Bollettino della Società Geologica Italiana, v. 93.

13 LIMITAZIONI

Questa relazione è fornita per l'uso esclusivo del firmatario solo per questo progetto e per gli scopi di cui descritto nella relazione. Non deve essere utilizzato o invocato per altri progetti o scopi sullo stesso o altro sito o da una terza parte.

Nella redazione del presente rapporto si è necessariamente avvalsi delle informazioni fornite dal cliente e/o dai suoi tecnici.

Le conclusioni e le raccomandazioni presentate in questo rapporto si basano sulle informazioni fornite dai progettisti ed inquadrate nell'analisi delle indagini sul campo e di laboratorio.

I risultati forniti nella relazione sono indicativi delle condizioni nello stato di fatto dei terreni così come indagato con le sperimentazioni di riferimento (cfr. Doc. n.2), all'epoca programmate di concerto con i progettisti ed il committente prova, e relativamente alle profondità indagate e allo stato delle scelte progettuali indicate al momento dell'incarico ricevuto. Le condizioni del sottosuolo possono cambiare bruscamente a causa di processi geologici variabili e anche a causa di interventi antropici.

Se la costruzione proposta viene trasferita o riprogettata, o se le condizioni locali cambiano anche per interventi al contorno delle aree studiate ed oggetto del presente lavoro, le conclusioni e le raccomandazioni contenute in questo rapporto devono essere considerate non valide a meno che le modifiche non vengano, previe comunicazioni tecniche ufficiali rese per iscritto, successivamente esaminate e validate dagli scriventi sì che possano essere riconsiderate e/o validate.

Le condizioni del sito modificate o il trasferimento delle strutture proposte possono richiedere ulteriori indagini e prove specifiche per determinare se le nostre conclusioni e raccomandazioni sono applicabili in considerazione delle mutate condizioni.

La presente relazione deve essere letta unitamente a tutte le note allegate e deve essere conservata integralmente senza separazione di singole pagine o sezioni.

La CG Associati Srls non può essere ritenuta responsabile per interpretazioni o conclusioni fatte da altri a meno che non siano supportate da una dichiarazione espressamente resa alla scrivente che deve accettare le interpretazioni e le implicazioni geologico-tecniche.

I nostri servizi professionali sono stati eseguiti e resi, unitamente alle raccomandazioni in conformità con i principi e le buone pratiche ingegneristiche generalmente accettate. Questa garanzia è sostitutiva di tutte le altre garanzie espresse o implicite.