



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

REGIONE RAS



PROVINCIA DI SASSARI



COMUNE DI PUTIFIGARI

CENTRALE FOTOVOLTAICA A TERRA IN ZONA AGRICOLA

Progetto per la Costruzione ed Esercizio di una Centrale Fotovoltaica a terra in zona agricola del Comune di Putifigari (SS) e delle relative opere di connessione alla RTN.

Con impianto di captazione solare ripartito su due aree distinte in regione Monte Siseri (area nord) e in regione Seddonai (area sud).

Potenza complessiva del campo fotovoltaico pari a **72,64 MWp**, insediata su complessivi circa **86 ha** e capacità di generazione pari a **64,51 MW**.

Sistema Agro-voltaico con mantenimento e miglioramento delle attività agro-zootecniche esistenti.

FASE DI PROGETTO :
DEFINITIVO PER A.U.

OTTENIMENTO AUTORIZZAZIONE UNICA (Art.12, D. Lgs 387/03)

con associata

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (Art.23, D. Lgs 152/06)

Proponente dell'impianto FV:



INE Seddonai S.r.l.
A Company of ILOS New Energy Italy

INE SEDDONAI S.r.l.
Piazza di Santa Anastasia n. 7
00186 Roma (RM)
CF/P.IVA 16403951003
PEC: ineseddonaisrl@legalmail.it

Gruppo di progettazione:

Ing. **Silvestro Cossu** - Progettazione generale.

Dott. **Geologo Giovanni Calia** - Studi e indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche, Studio di Impatto Ambientale.

Dott. **Roberto Cogoni** - Analisi e valutazioni naturalistiche, caratterizzazione biotica, SIA.

Dott. **Agronomo Giuliano Sanna** - Analisi e valutazioni agronomiche.

Dott.ssa **Archeologa Noemi Fadda** - Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico.

Dott.ssa **Arch. Patrizia Sini** - Assetto paesaggistico e opere di mitigazione.

Ing. **Marietta Lucia Brau** - Progettazione tecnica.

Per. **Ind. Alessandro Licheri** - Sviluppo soluzione progettuale ed elaborati tecnici per l'impianto FV e per Opere di Connessione alla rete AT.

Per. **Ind. Fabiana Casula** - Sviluppo progettuale layout elettrico e dimensionamento elettrico centrale fotovoltaico, elaborati grafici tecnici.

Coordinatore generale della progettazione per il gruppo ILOS New Energy Italy s.r.l.



M2 ENERGIA S.r.l.
Via La Marmora 3, 71016,
San Severo (FG)
PEC: m2energia@pec.it

Professionisti responsabili

Dott. **Geol. Giovanni Calia**

Ordine dei Geologi della Regione Sardegna n.184

Spazio riservato agli uffici:

VIA

Nome elaborato:

Allegato 2 al SIA.
Relazione geologica e idrogeologica

Codice elaborato

VA A2-SIA

N. progetto
SS02Pu01

N. commessa
Z27

Codice pratica

Protocollo

Scala

-

Formato di stampa:
A4

Rev. 00 del
10/05/2022

Rev. 01 del

Rev. 02 del

Rev. 03 del

Verificato il

Approvato il

Rif. file : **SS02Pu01_VA_A2-SIA_00**

“Progetto per la Costruzione ed Esercizio di una Centrale Fotovoltaica a terra in zona agricola del Comune di Putifigari e delle relative opere di connessione alla RTN.

Con impianto di captazione solare ripartito su due aree distinte in regione Monte Siseri (area nord) e in regione Seddonai (area sud).

Potenza complessiva del campo fotovoltaico pari a **72,64 MWp**, insediata su complessivi circa **86 ha** e capacità di generazione pari a **64,51 MW**.

Sistema agro-voltaico con mantenimento e miglioramento delle attività agro-zootecniche esistenti”.

Relazione Geologica e di Caratterizzazione Geotecnica e Sismica

INDICE

0. PREMESSA

1.0 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

2.0 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

3.0 INQUADRAMENTO DELL'AREA NEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

4.0 ASSETTO GEOLOGICO D'INQUADRAMENTO

4.1 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

4.2 CENNI SULL'IDROGEOLOGIA DEL SISTEMA

4.3 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA

5.0 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

5.1 ANALISI INDICI SCLEROMETRICI

5.2 RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE

6.0 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI (NTC 2018).

7.0 CONCLUSIONI

0. PREMESSA

Nell'ambito degli Studi per la Valutazione dell'Impatto Ambientale associato al progetto della Centrale Fotovoltaica in oggetto, il sottoscritto Geologo Giovanni Calia, iscritto all'Ordine dei Geologi della Sardegna al n. 184, ha redatto la presente relazione geologica e di caratterizzazione geotecnica e sismica, dei terreni interessati.

La Centrale Fotovoltaica a terra e le relative opere di connessione alla RTN, con potenza del campo fotovoltaico pari a 72,64 MWp, sarà insediata su complessivi circa 86 ha e avrà una capacità di generazione pari a 64,51 MW; da realizzare in zona agricola del Comune di Putifigari (SS), su due aree distinte in regione Monte Siseri (area nord) e regione Seddonai (area sud), presso SP12; con mantenimento e miglioramento delle attività agro-zootecniche esistenti.

I dati necessari all'elaborazione della presente relazione, sono stati acquisiti sulla base di precedenti indagini geologiche e geotecniche eseguite nella zona e dalle osservazioni geomorfologiche e geologiche condotte in sito, nonché dall'esecuzione di oltre n. 100 pozzetti geognostici all'interno del lotto di terreno in esame.

Il presente studio geologico, in accordo con le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e la relativa circolare, deve essere condotto tenendo in considerazione i seguenti punti, indispensabili per una analisi completa delle problematiche relative sia alle fasi di progettazione che alle fasi di esecuzione delle opere:

- ✓ la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- ✓ i caratteri geo-strutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;
- ✓ i lineamenti geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva;
- ✓ lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea
- ✓ Caratterizzazione sismica del sito.

1.0 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

- Normativa e raccomandazioni tecniche
- 1) Circolare Min. LL.PP. 31/10/1986 - "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche"
- 2) D.M. 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- 3) Circ. LL.PP. n. 30483 (Pres. Cons. Sup. - Servizio Tecnico Centrale) 24/09/88 " Legge 2/2/64 n. 64 art. 1 - D.M. 11/03/88 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".
- 4) O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 - "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 successive modificazioni ed integrazioni.
- 5) D.M. 14/01/2008 - "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- 6) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1977 - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".
- 7) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1994 - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio".
- Normativa Regionale
- 8) Piano Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna aggiornato con Delibera G.R. n. 54/33 del 30/12/04.

2.0 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

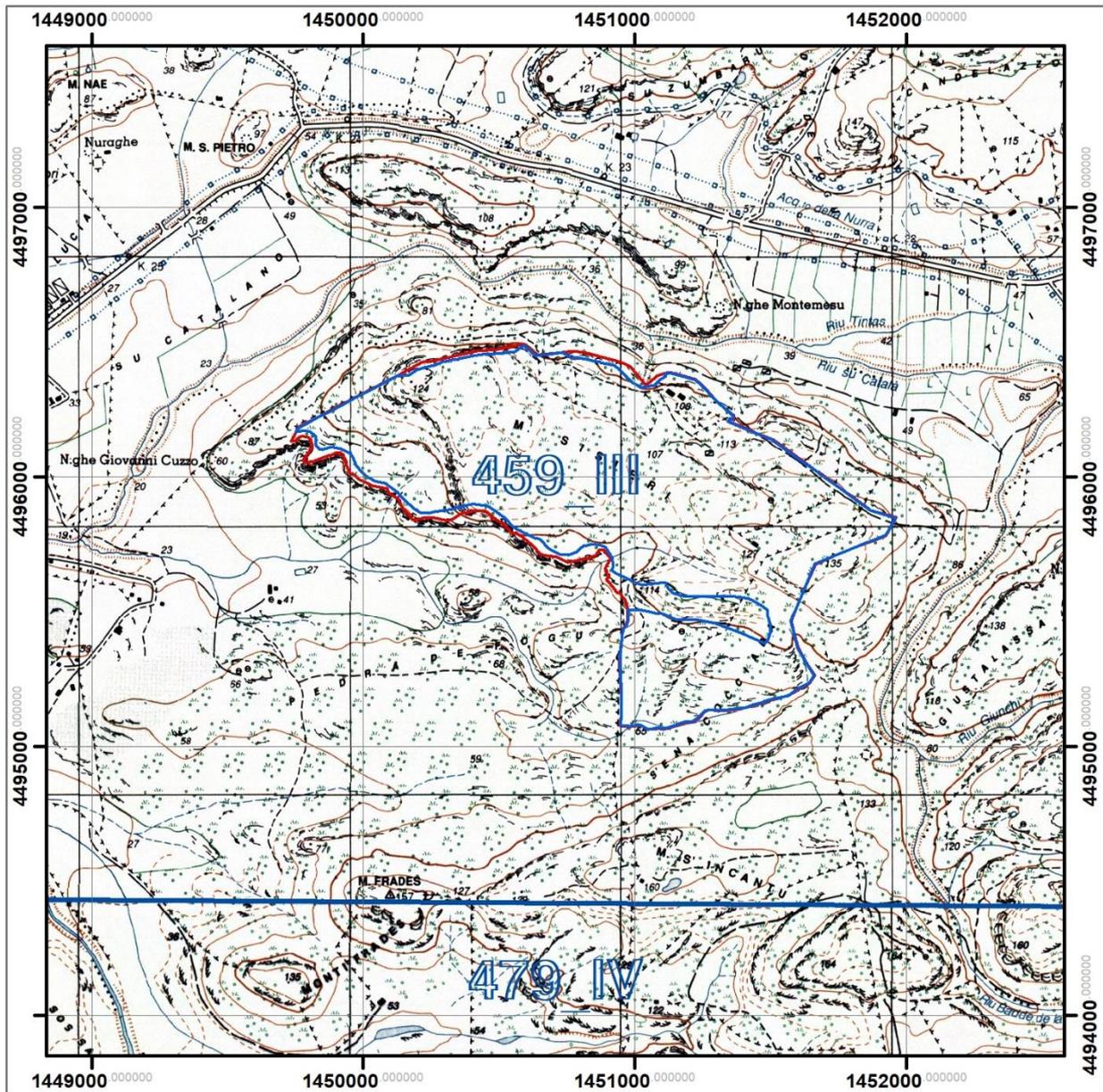
Le aree oggetto del presente studio ricadono all'interno della sottozona agricola "E2" e parzialmente in sottozona "E5H" quella di Seddonai, come da Inquadramento Urbanistico delle aree extra urbane del Comune di Putifigari.

Dal punto di vista cartografico l'area Nord è individuabile nelle seguenti carte ufficiali:

- ✚ Carta topografica d'Italia in scala 1:25.000 Foglio 459 Sez. III;
- ✚ Carta Tecnica Regionale foglio 459130 Olmedo Sud e 459140 Uri;
- ✚ Catastralmente è individuata al N.C.T. del Comune di Putifigari Foglio 1, vari mappali.

La Sud invece ricade nella:

- ✚ Carta topografica d'Italia in scala 1:25.000 Foglio 479 Sez. IV;
- ✚ Carta Tecnica Regionale foglio 479060 Villanova Monteleone;
- ✚ Catastralmente è individuata al N.C.T. del Comune di Putifigari Foglio 19, vari mappali.

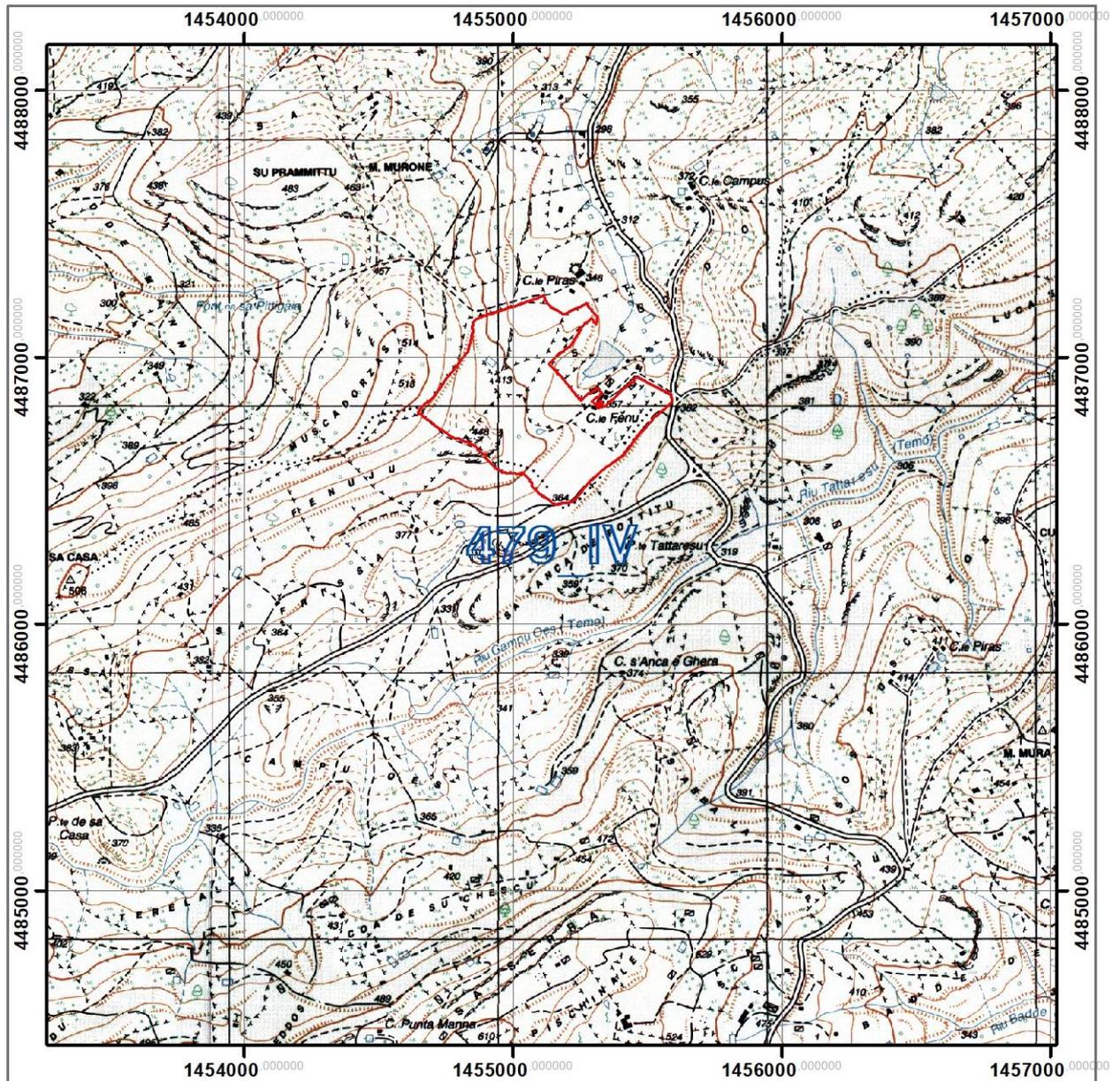


CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA - Serie 25 I.G.M.I.

Scala 1:25.000

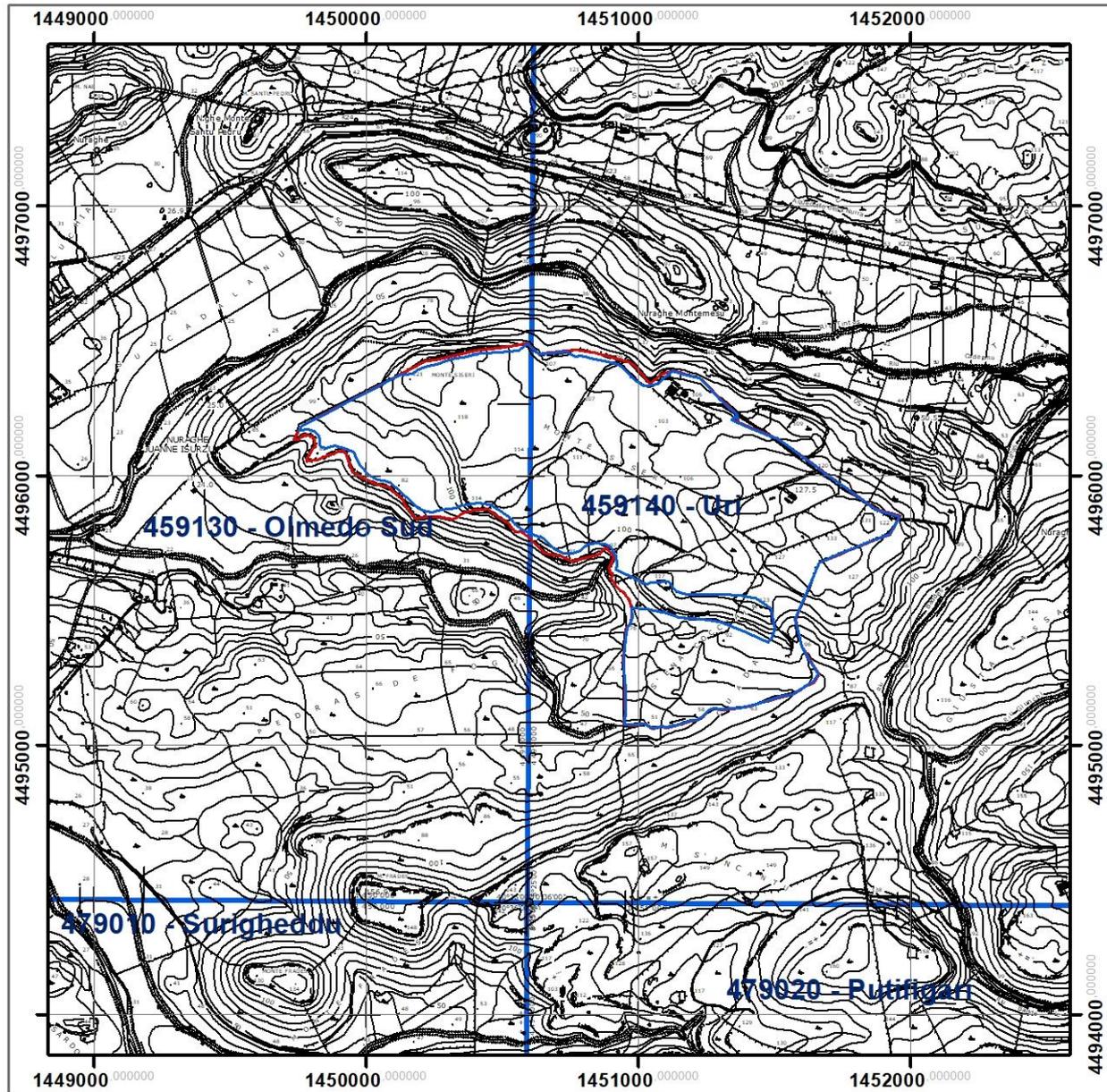
Legenda

-  Limite amministrativo comunale
-  Perimetrazione lorda delle aree catastali interessate dall'insediamento dell'impianto FV fra quelle concesse con atti preliminari
-  Quadro d'unione 25k
-  Perimetrazione delle aree interessate dall'insediamento dei campi FV esterne alle zone a pericolosità da frana Hg3



CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA - Serie 25 I.G.M.I.
 AREA SUD
 Scala 1:25.000
 Legenda

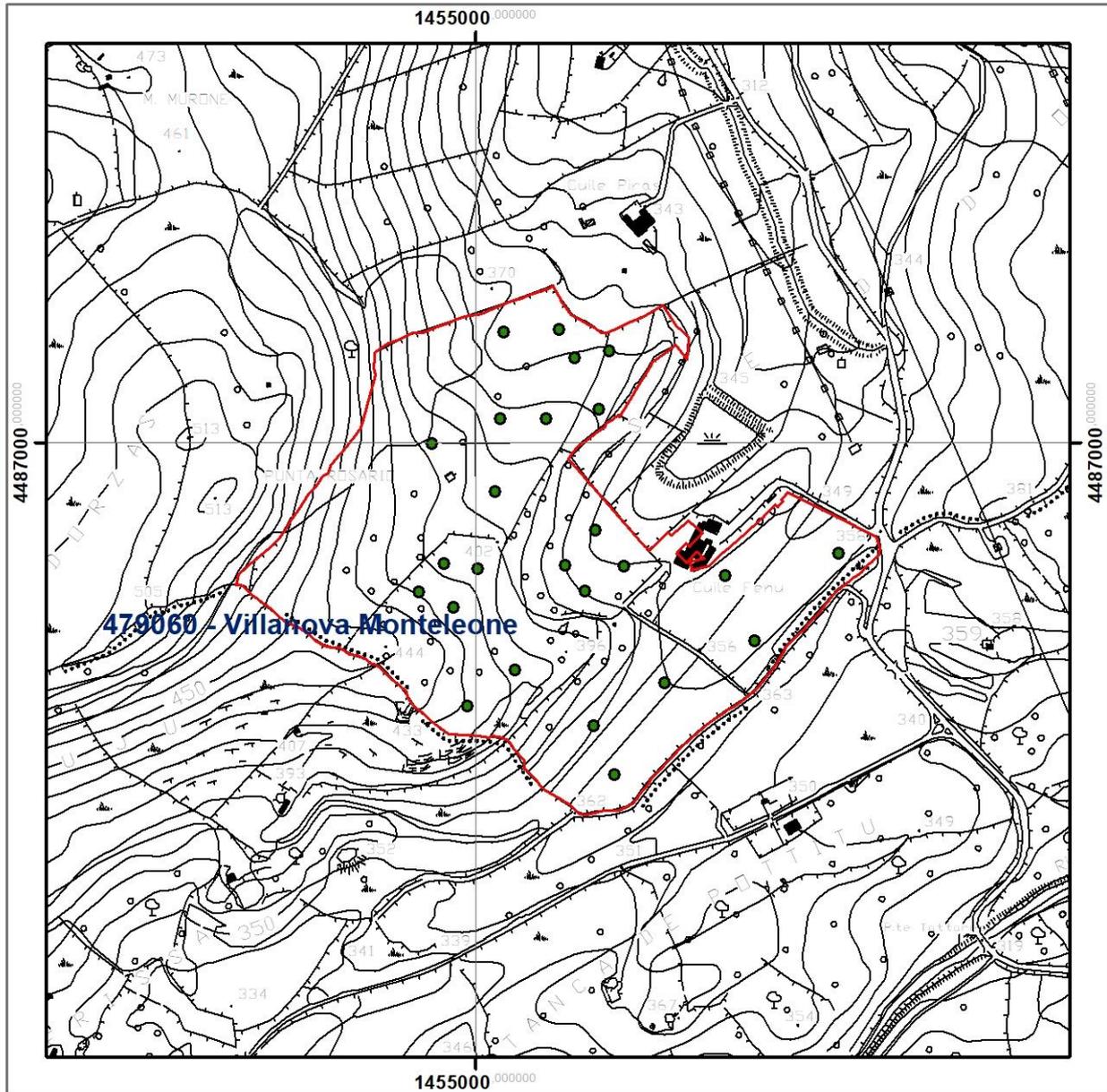
- Perimetrazione lorda delle aree catastali interessate dall'inseadimento dell'impianto FV fra quelle concesse con atti preliminari
- Quadro d'unione 25k



CARTA TECNICA REGIONALE - Scala 1:10.000
AREA SUD

Legenda

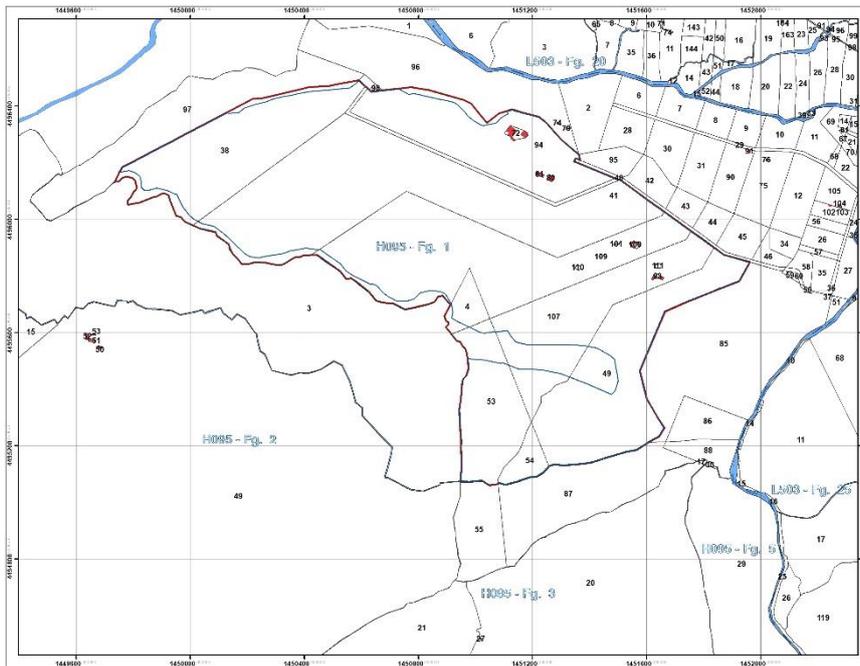
- Perimetrazione lorda delle aree catastali interessate dall'insediamento dell'impianto FV fra quelle concesse con atti preliminari
- Perimetrazione delle aree interessate dall'insediamento dei campi FV esterne alle zone a pericolosità da frana Hg3
- Quadro d'Unione 10K



CARTA TECNICA REGIONALE - Scala 1:10.000
AREA SUD

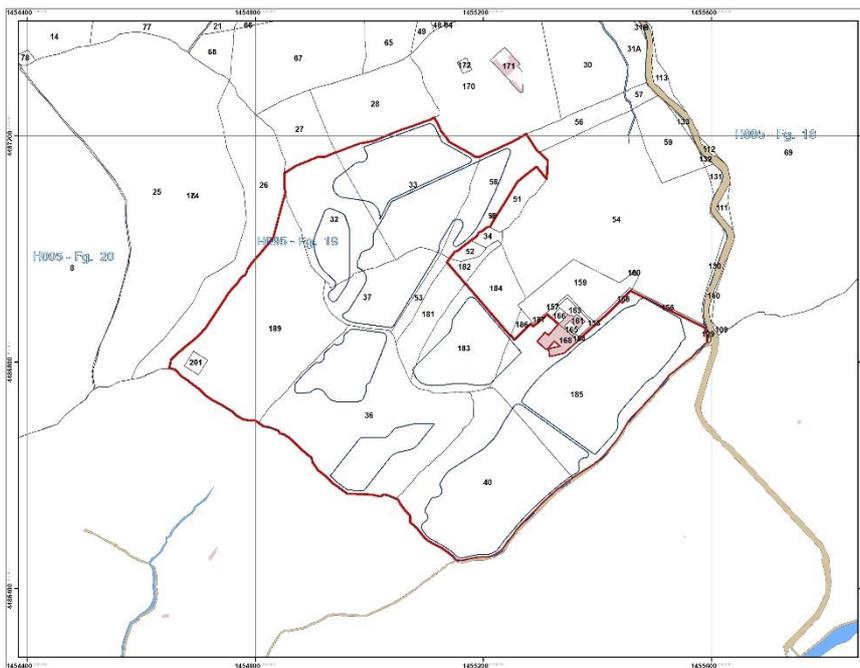
Legenda

- Perimetrazione lorda delle aree catastali interessate dall'insediamento dell'impianto FV fra quelle concesse con atti preliminari
- Quadro d'Unione 10K



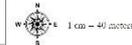
SEZIONE 4 - AREA NORD
CARTA CATASTALE
 Scala 1:8.000

- Legenda**
- Perimetrazione lorda delle aree catastali interessate dall'assetto dell'impianto FV fra quelle concesse con atti preliminari
 - Perimetrazione delle aree interessate dall'assetto dei campi FV esterne alle zone a pericolosità da frana Hg3



SEZIONE 4 AREA SUD
CARTA CATASTALE
 Scala 1:4.000

- Legenda**
- Perimetrazione lorda delle aree catastali interessate dall'assetto dell'impianto FV fra quelle concesse in DDS
 - Perimetrazione delle aree interessate dall'assetto dei campi fotovoltaici



3.0 INQUADRAMENTO DELL'AREA NEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

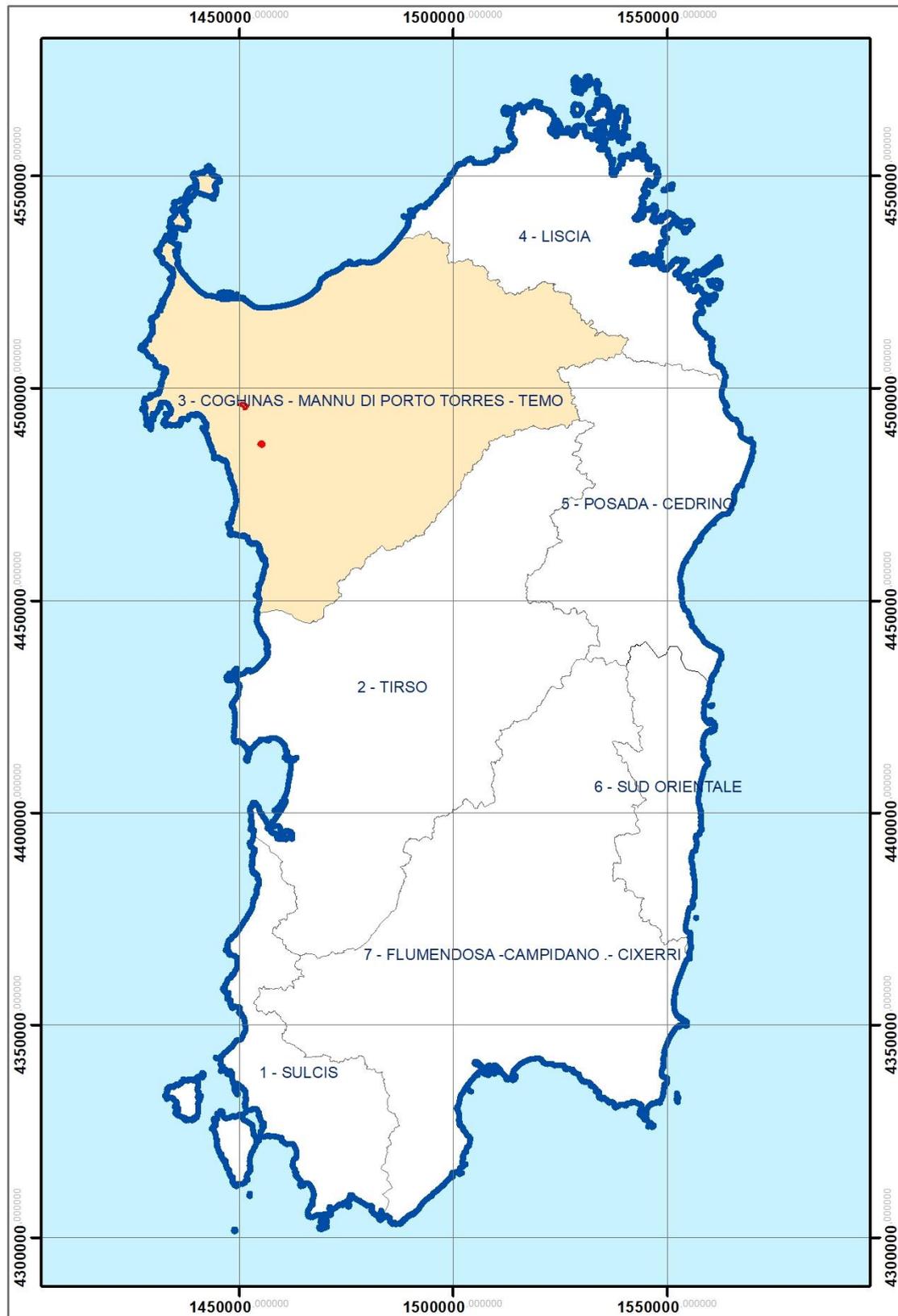
Le porzioni di territorio su cui si deve intervenire ricadono entrambe nel Sub-bacino 3 COGHINAS-MANNU-TEMO e sono state oggetto di analisi nell'ambito della predisposizione dello "Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nel sub bacino n° 3 Coghinas – Mannu –Temo. Progetto di variante generale e di revisione del piano per l'assetto idrogeologico della Regione Autonoma della Sardegna (di cui all'Art. 37, comma 1, delle vigenti Norme di Attuazione)".

Per quanto riguarda l'area Nord l'impianto interesserà esclusivamente i settori caratterizzata da pericolosità da frana Hg0 (Aree studiate per le quali non sono state individuati fenomeni franosi in atto o potenziali).

I suddetti areali non ricadono neanche tra le aree a pericolosità idraulica e nelle fasce relative alle misure di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità relativa al reticolo idrografico regionale.

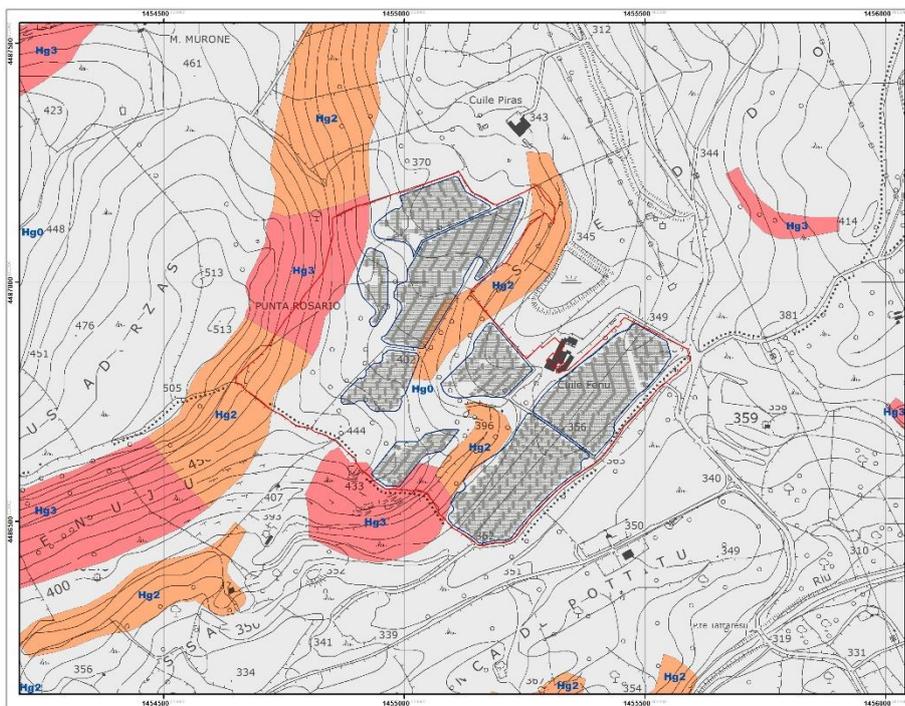
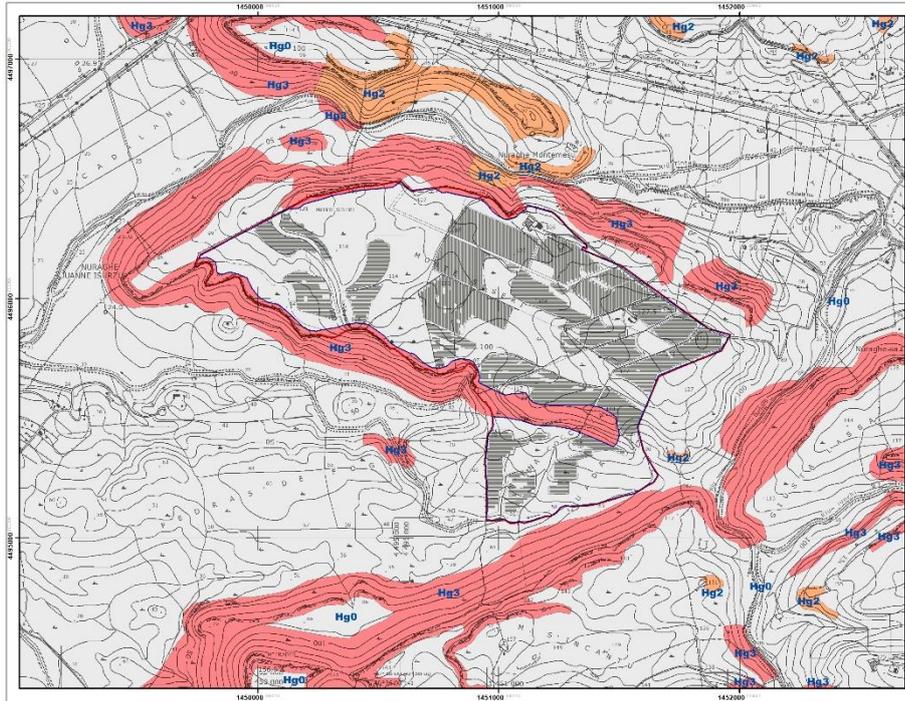
L'impianto previsto nella zona Sud interesserà parzialmente terreni ricadenti tra le aree a pericolosità Hg2 (circa 1.500 mq su circa 204.000 mq).

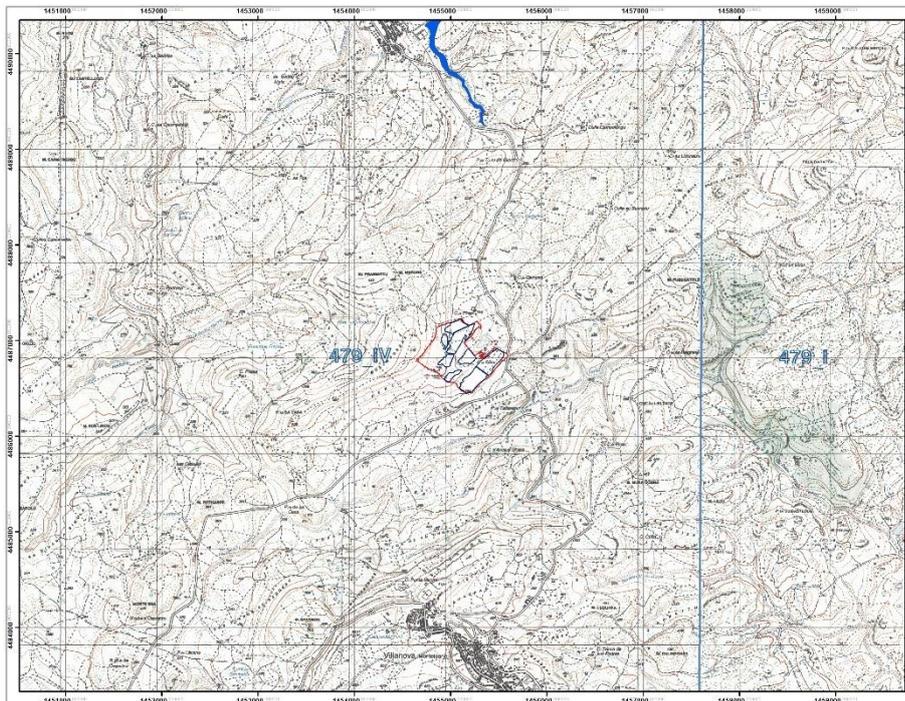
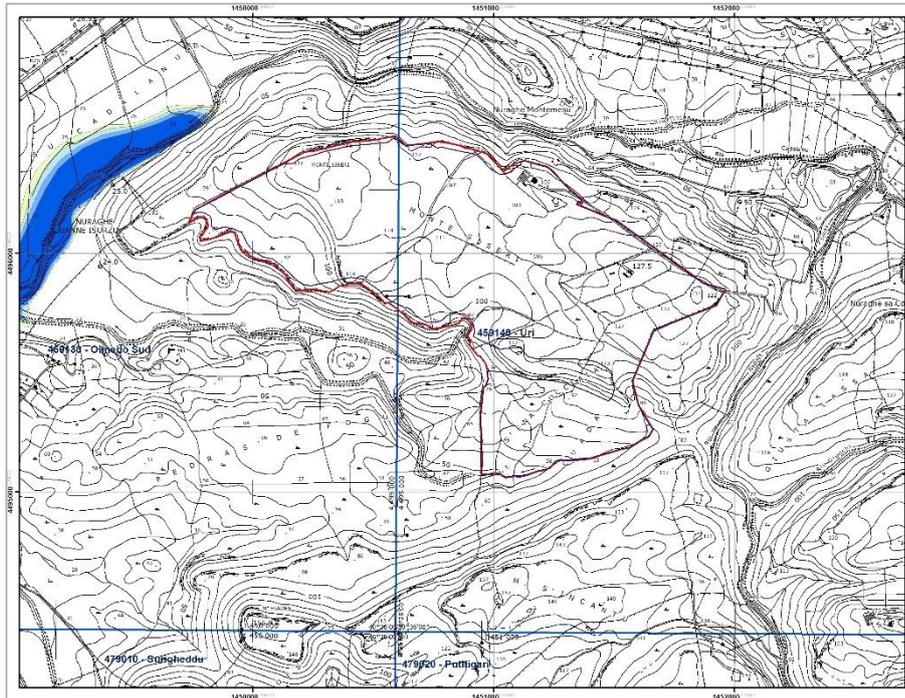
Infine le aree su cui verranno realizzati i campi fotovoltaici non risultano interessate dalle fasce di tutela della pubblica incolumità di cui all'art. 30 ter delle N. di A. del P.A.I..

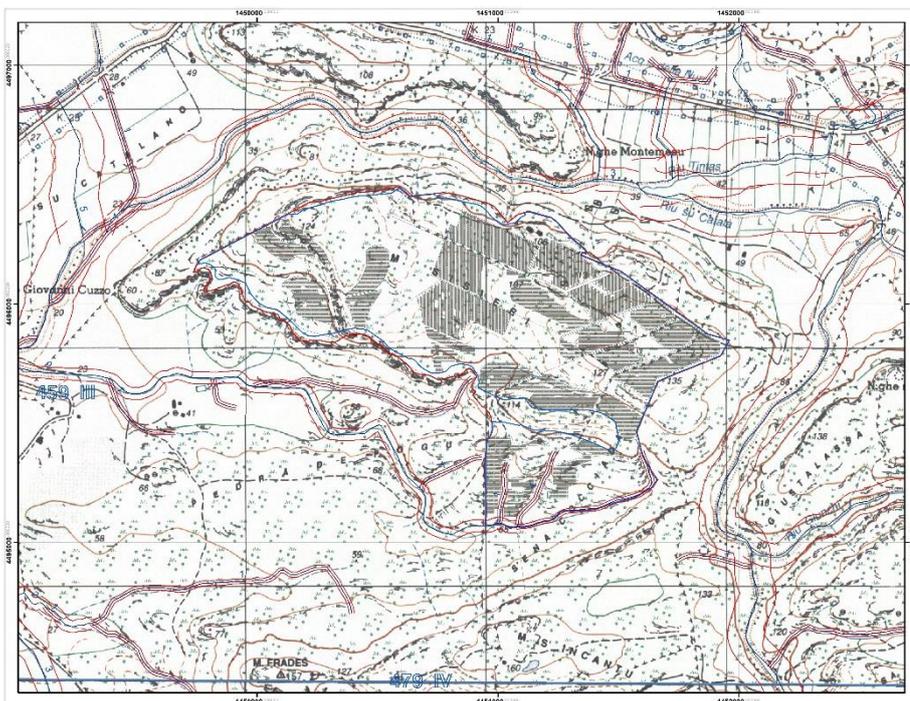


Suddivisione del bacino idrografico unico regionale della Regione Sardegna in sottobacini

Bacino interessato
 Ubicazione intervento in progetto



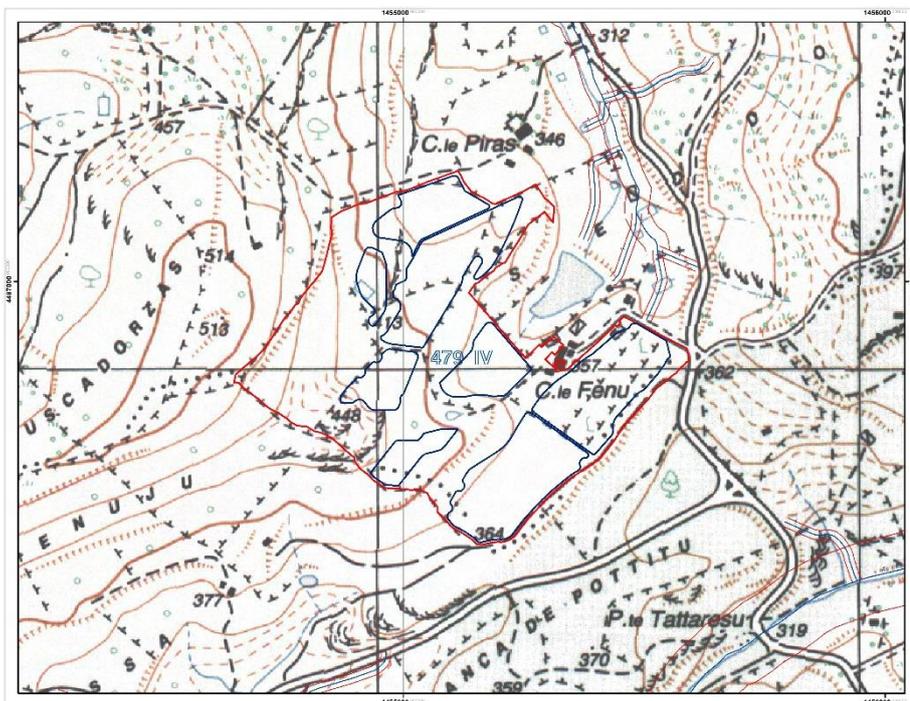




SEZIONE 8
CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO REGIONALE
CON ORDINE GERARCHICO (NUMERO DI HORTON, STAHLER)
E INDIVIDUAZIONE FASCE DI TUTELA DELLA PUBBLICA
INCOLUMITA' AI SENSI DELL'ART. 30 ter
DELL'N. DI A. DEL P.A.I.
 Scala 1:10.000

Legenda

- Elemento idrico con relativo ordine gerarchico (Numero di Strahler)
- Delimitazione fascia di tutela (Art. 30 ter N.A. P.A.I.)
- Perimetrazione locale delle aree catastali interessate dall'insediamento dell'impianto FV, tra quelle concesse con atti preliminari
- Perimetrazione delle aree interessate dall'insediamento dei campi FV esterne alle zone a protezione di frana 11g3
- Campi Fotovoltaici



SEZIONE 8 - AREA SUD
CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO REGIONALE
CON ORDINE GERARCHICO (NUMERO DI HORTON, STAHLER)
E INDIVIDUAZIONE FASCE DI TUTELA DELLA PUBBLICA
INCOLUMITA' AI SENSI DELL'ART. 30 ter
DELL'N. DI A. DEL P.A.I.
 Scala 1:5.000

Legenda

- Elemento idrico con relativo ordine gerarchico (Numero di Strahler)
- Delimitazione fascia di tutela (Art. 30 ter N.A. P.A.I.)
- Perimetrazione locale delle aree catastali interessate dall'insediamento dell'impianto FV tra quelle concesse in DDS
- Perimetrazione delle aree interessate dall'insediamento dei campi fotovoltaici



4.0 ASSETTO GEOLOGICO D'INQUADRAMENTO

L'area in esame ricade nel settore Nord-occidentale della Sardegna in territorio del Comune di Putifigari al confine con quelli di Alghero e Uri a Nord e Villanova Monteleone a Sud.

Indagini eseguite nell'area in esame sia per la realizzazione degli edifici esistenti, delle strade di servizio e i numerosi pozzetti geognostici eseguiti ai fini del presente progetto hanno messo in evidenza la natura geologica dei terreni in cui si inserisce l'intervento.

L'assetto geologico del territorio di Putifigari è caratterizzato dall'affioramento delle coperture post-erciniche, rappresentate da vulcaniti terziarie e sedimenti quaternari di natura detritica e alluvionale.

La geologia di questo settore è stata influenzata dal movimento di distacco e deriva nel Mediterraneo occidentale del massiccio sardo-corso, iniziato nell'Oligocene e che ha interrotto la comunione con l'Europa continentale.

Nel suo movimento di deriva verso SE e nella sua rotazione antioraria di circa 30°, la Sardegna si smembra nei suoi horst principali fra i quali si crea la vasta depressione mediana allungata da Nord a Sud che costituisce il graben sardo, esteso dal Golfo dell'Asinara al Golfo di Cagliari.

Nell'area interessata dal graben si origina un intenso vulcanismo andesitico e riodacitico, con ignimbriti e tufi, a carattere alcalcalcico prevalente, che dura dall'Oligocene superiore al Miocene inferiore-medio.

L'area oggetto di studio in cui dovrà sorgere l'impianto è caratterizzata principalmente dalle litologie vulcaniche del ciclo Oligo-Miocenico.

Durante il Terziario in Sardegna si sviluppa un intenso vulcanismo caratterizzato da lave basaltico-andesitiche e da prodotti piroclastici a chimismo acido. Questi prodotti sono diffusi nell'area studiata con serie che arrivano a spessori superiori a diverse decine di metri.

I prodotti vulcanici del ciclo Oligo-Miocenico affioranti nel settore sono costituiti da Piroclastiti-Ignimbriti, la cui messa in posto è dovuta ad un susseguirsi di eventi parossistici di diversa magnitudo e tipologia, da questo deriva la presenza di un basamento molto eteropico sia in senso verticale che in senso orizzontale, formato da un alternarsi di livelli formati dall'alternanza di facies Piroclastiche e Ignimbritiche, più o meno saldate e alterate.

Nonostante la complessità dei rapporti tra le formazioni di origine vulcanica, nell'area in esame si possono distinguere cicli con attività prevalente caratterizzata da prodotti lavici e piroclastiti andesitiche alternati a prodotti vulcanici più acidi (piroclastiti ignimbritiche a chimismo riodacitico).

In particolare nel sito studiato affiorano esclusivamente depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, di colore rossastro e con fiamme grigiastre o giallastre.

Superficialmente sono presenti livelli limo-argillosi, plastici, con scarse caratteristiche geotecniche, più o meno sviluppati, derivati dai processi di alterazione delle rocce ignimbritiche e piroclastiche e da deposizione colluviale. Immersi in questi livelli sono frequenti elementi litoidi di dimensioni generalmente sub-decimetriche appartenente ai litotipi del substrato,

Queste sacche di alterazione si alternano con gli affioramenti di roccia compatta ampiamente diffusi in tutto l'areale di interesse.



Foto 1 - Affioramenti rocciosi diffusi nel settore di Monte Siseri – Predio Nanu Carmela



Foto 2 - Affioramenti rocciosi diffusi nel settore di Monte Siser -i Predio Podda Franco



Foto 3 - Affioramento roccioso nel settore di Seddonai – Predio Podda Angelo

4.1 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Il modello geologico del settore su cui si vuole intervenire si basa su una campagna di indagini geognostiche condotte nel periodo 7-11 Aprile 2022 durante la quale sono stati eseguiti oltre 100 pozzetti geognostici.

I pozzetti sono stati distribuiti sulle porzioni dei predi aziendali interessati dalla progettazione;

Area Nord

- N.50 sul predio Podda Francesco
- N.15 sul predio Nanu Carmela
- N.13 sul predio Sanna Pietro

Area Sud

- N.23 sul predio Podda Angelo

La successione stratigrafica nell'area in esame è costituita da litologie del ciclo vulcanico calcoalcalino ricoperte da spessori variabili di sedimenti e depositi quaternari.

Il basamento, che struttura la regione con la caratteristica morfologia plano-collinare, è costituito da piroclastiti in facies ignimbrítica caratterizzate da diversi gradi di compattezza. Si passa infatti da termini ben saldati estremamente duri ad altri più teneri e talvolta fortemente alterati.

Le coperture quaternarie nelle aree in esame sono costituite, quando non si ha roccia affiorante, da spessori variabili di una coltre detritica costituiti dai materiali di alterazione delle rocce e di deposizione colluviale.

L'area Nord è posta a una quota oscillante tra 115 e 55 m s.l.m. ed è costituita da superfici debolmente ondulate dolcemente degradanti verso SSW fino ad una scarpata morfologica.

Morfologicamente più collinare si presenta l'area Sud con quote che oscillano tra i 360 e 420 m slm.

Dal punto di vista geologico, le aree in esame sono caratterizzate dalla presenza di roccia affiorante diffusa e localmente da uno strato superficiale alteritico, avente spessore mediamente tra i 30 e i 50 cm, che maschera la roccia sottostante, costituita come già detto da ignimbriti.

Nella sezione sottostante si evidenzia il modello stratigrafico caratteristico delle due aree in esame.



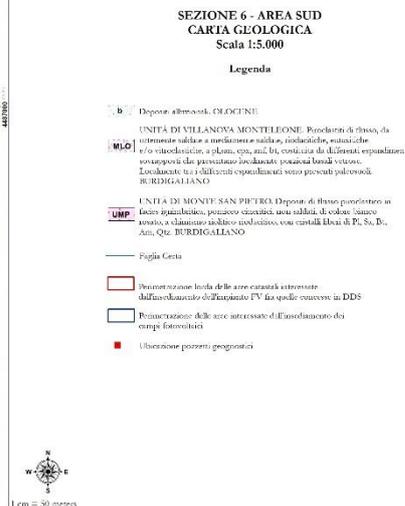
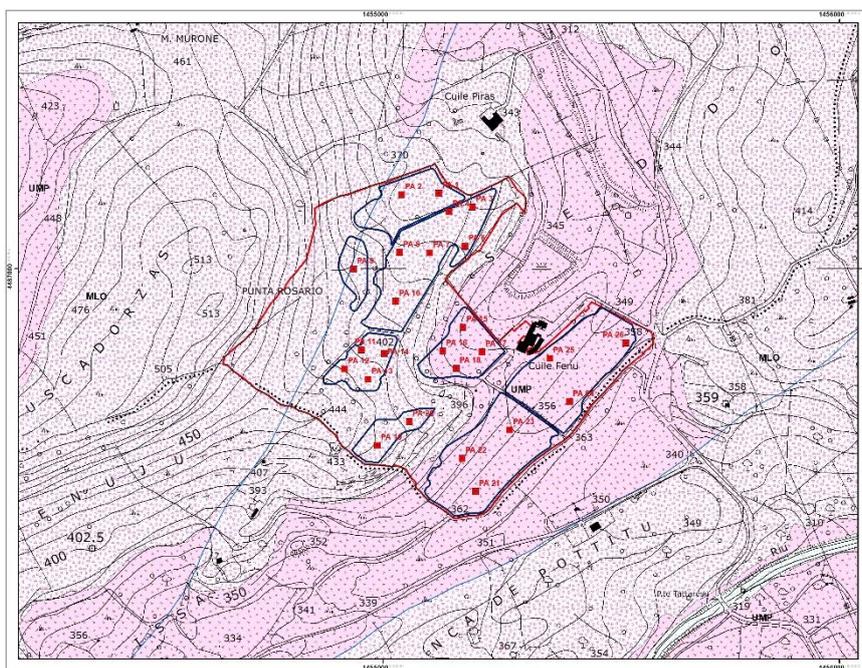
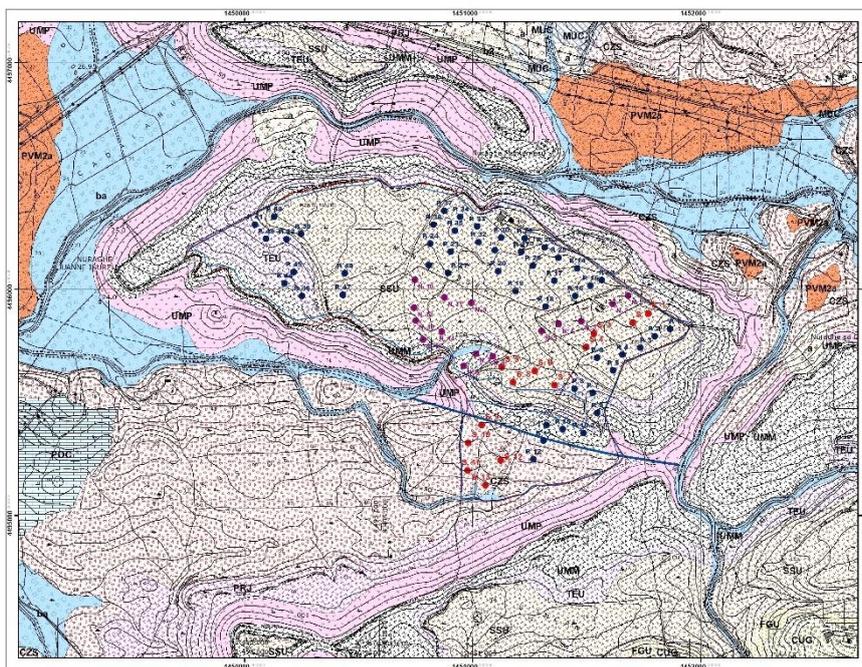
La situazione litostratigrafica in entrambe le aree può essere schematizzata come segue:

Suolo: L'origine è dovuta principalmente sia all'alterazione della roccia madre che a depositi colluviali e successiva pedogenizzazione.

La potenza di tali accumuli è variabile da qualche centimetro sino a superare raramente il metro. Dal punto di vista fisico, in linea di massima li possiamo definire incoerenti e con bassa resistenza meccanica.

Piroclastiti in facies ignimbrítica: sono rappresentati da depositi di flusso piroclastico più o meno saldati, caratterizzati da una colorazione dal rossastro al grigio. Presentano chimismo rioldacitico.

Lo spessore in genere si attesta sui 15-20 m ma può raggiungere anche i 70 m.



4.2 CENNI SULL'IDROGEOLOGIA DEL SISTEMA

Il territorio di Putifigari dal punto di vista idrografico può essere diviso in due sistemi idrografici secondo un'asse circa N-S:

- ✚ Sistema idrografico occidentale;
- ✚ Sistema idrografico orientale;

suddivisi da uno spartiacque che si sviluppa per circa 16 km a partire da Monte Frades a Su Prammittu, passando per Monte Majore.

Il sistema occidentale è costituito principalmente da Riu S'Iscola Mala e dal suo affluente in destra idraulica, Riu Serra Ispidda.

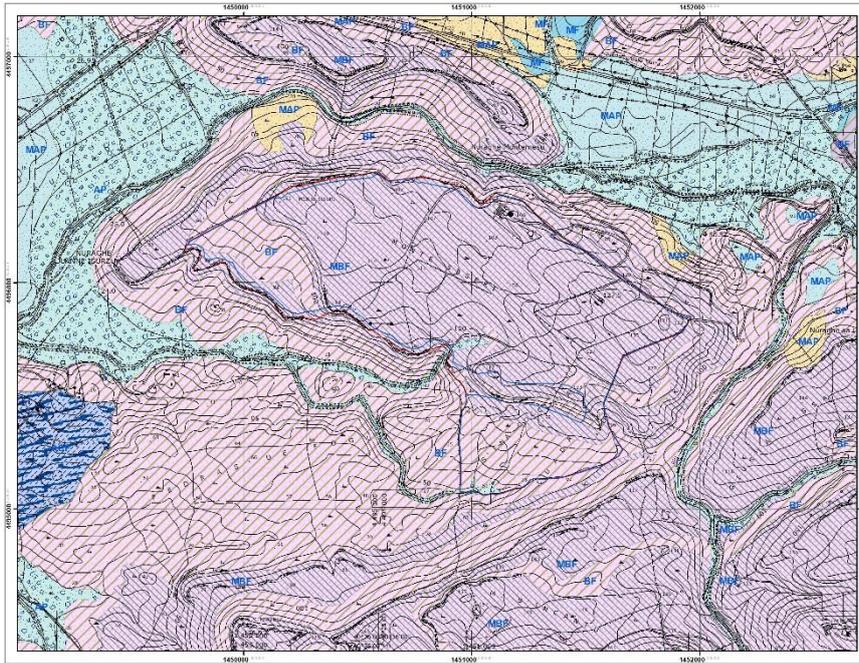
Nella parte S sono ubicati i bacini del Riu Sette Ortas e del Riu Badde Manna.

Le due aree oggetto del presente studio ricadono entrambe nel sistema orientale e nello specifico l'area Nord appartiene al bacino di Riu su Català, mentre quella Sud ricade nell'impluvio del Riu Mustas Nieddas.

I settori analizzati sono caratterizzati da formazioni a medio-bassa permeabilità per fessurazione in presenza di roccia e per porosità nelle coperture detritiche.

La permeabilità in genere è medio-bassa per l'alto tenore in minerali limo-argillosi presenti nei sedimenti sia in quelli affioranti che nei materiali di riempimento nelle fratture delle rocce.

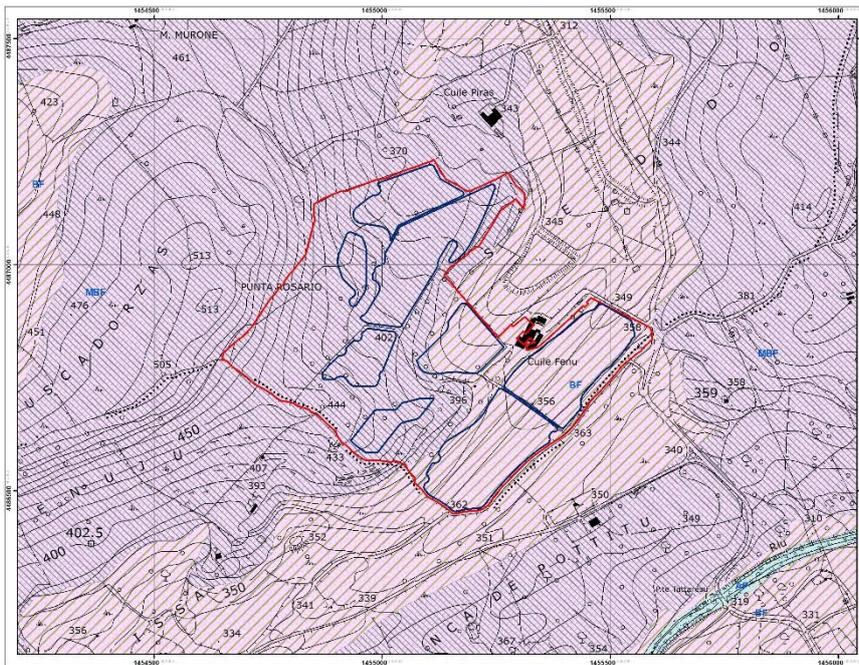
Durante l'esecuzione dei pozzetti geognostici non è stata riscontrata la presenza di falde superficiali, nonostante i diversi giorni di pioggia precedenti l'esecuzione dell'indagine.



SEZIONE 7 - CARTA DELLA PERMEABILITÀ
 Scala 1:10.000
 Legenda

- perm_tipo
- ACF - Alta per carsismo e fessurazione
 - AP - Alta per porosità
 - BF - Bassa per fessurazione
 - MAP - Medio alta per porosità
 - MBF - Medio bassa per fessurazione
 - MBP - Medio bassa per porosità
 - MCF - Media per carsismo e fessurazione
 - MF - Media per fessurazione
 - MP - Media per porosità
- LITOT
- A2.7 Tufi, limi
 - Depositi terrogeni continentali di conoide e piana
 - C1.2 alluvionali (ghiaie, sabbie, limi, argille), (conglomerati, arenarie, siltici, pelici)
 - Depositi terrogeni continentali legati a gravità
 - C1.3 ghiaie di versante, fango, sabbie e arena collinari, "sabbie stralucche", breccie
 - C2.1 Depositi carbonatici lacustri e ligustici (dolomi, dolomie, calcari siliceosi) travertini
 - C2.3 Depositi carbonatici marini (marine, calcari, calcari dolomitici, calcari oolitici, calcari bioclastici, calcareniti)
- Perimetrazione locale delle aree censuali censite e delimitazione dell'insediamento FV (in quelle concorde con altri progetti)

 Perimetrazione delle aree interessate dall'insediamento dei campi FV estese alle aree a pericolosità di frana Hg



SEZIONE 7 - AREA SUD
CARTA DELLA PERMEABILITÀ
 Scala 1:10.000
 Legenda

- perm_tipo
- AP - Alta per porosità
 - MBF - Medio bassa per fessurazione
 - MBP - Medio bassa per porosità
- LITOT
- A2.7 Tufi, limi
 - Depositi terrogeni continentali di conoide e piana
 - C1.2 alluvionali (ghiaie, sabbie, limi, argille), (conglomerati, arenarie, siltici, pelici)
- Perimetrazione locale delle aree censuali censite e delimitazione dell'insediamento FV (in quelle concorde con altri progetti)

 Perimetrazione delle aree interessate dall'insediamento dei campi fotovoltaici



4.3 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA

Il settore analizzato ricade nella sub-regione geografica conosciuta come Sassarese.



Dal punto di vista geologico il settore è rappresentato dalla successione vulcanica oligo-miocenica.

In generale la geomorfologia del territorio è caratterizzata soprattutto da superfici tabulari suborizzontali, caratterizzate da lievi variazioni altimetriche, separate da valli con versanti ad acclività variabile.

Le forme e i paesaggi presenti nell'area di studio, sono la risultante della complessa evoluzione morfostrutturale subita, nel corso dei periodi geologici, dal territorio in esame: tale evoluzione è stata fortemente condizionata dall'interazione degli eventi geodinamici, legati all' orogenesi ercinica prima e successivamente a quella alpina.

L'evoluzione geomorfologica della regione è il risultato della combinazione dei processi di natura endogena ed esogena e come tale è influenzata dalla struttura geologica, intesa, sia come caratteristiche delle rocce affioranti, sia come giacitura e diversa competenza in relazione alla resistenza che esse oppongono agli agenti morfogenetici.

La morfologia ricalca pertanto fedelmente la distribuzione areale e i caratteri giaciturali della formazione geologica predominante, costituita dalla potente successione vulcanica terziaria.

L'area di stretto interesse è caratterizzata dalla presenza di una serie di altopiani di modesta estensione distintamente delimitati da orli di scarpata più o meno acclivi.

Le quote variano dai 20 m slm in prossimità del Riu Su Català sino 506 m slm di Punta Sa Casa che rappresenta l'altezza massima del territorio comunale.

Le forme più diffuse sono quelle costituite da superfici debolmente inclinate tipo *cuestas* e le *gradinate*, che si originano nelle aree caratterizzate dall'alternarsi banchi di roccia più o meno dura.

Altre forme diffuse soprattutto nel settore N sono gli *orli di scarpata* che delimitano rilievi tabulari come quello di Monte Siseri.

Quando gli orli di scarpata si susseguono parallelamente danno origine a *gradinate* che tendono a ridurre l'acclività dei versanti come succede in località Pedra de Fogu nel settore SW di Monte Siseri.

Nelle aree in cui si intende intervenire (Monte Siseri e Seddonai) non sono presenti processi morfologici in atto e o potenziali.

5.0 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Il rilevamento geologico eseguito nel settore in esame, durante il quale sono stati eseguiti oltre 100 pozzetti geognostici, ha consentito di delineare sia la stratigrafia dell'area che la natura e lo stato fisico dei terreni costituenti il sottosuolo.

In alcuni pozzetti, a fondo scavo sono state eseguite le misure sclerometriche con posizionamento dello strumento in posizione verticale ($\alpha = -90^\circ$) rispetto al banco di roccia. La tabella dei risultati ottenuti è riportata al punto 7 a seguire.

I report delle indagini eseguite sono riportate nell'elaborato: A3N-SIA Report indagini geognostiche e prove in situ – Area Nord e A3S-SIA Report indagini geognostiche e prove in situ – Area Sud.

L'analisi dei risultati ha messo in evidenza nell'area di progetto una prevalenza di piroclastiti in facies ignimbrítica talvolta ricoperte da una coltre detritica di alterazione e/o colluviale a matrice limosa argillosa.

Per la caratterizzazione fisico- meccanica dei terreni attraversati si è fatto riferimento a parametri derivanti da lavori effettuati in precedenza nella stessa zona, aventi le medesime caratteristiche litologiche.

➤ **Suolo agrario**

Per questo strato si fa riferimento ad una resistenza al taglio che comunque deve considerarsi allo stato residuo.

- ✓ Peso di volume apparente $\gamma = 1.600,00$ kg/m³
- ✓ Angolo di attrito interno $\varphi = 15$ °.

➤ **Piroclastite in facies ignimbrítica compatta:** Ignimbrite lapidea di colore grigio o rossastro.

- ✓ Peso di volume apparente $\gamma = 2.200,00$ kg/m³
- ✓ Coesione drenata $c' = 0.00$ kg/cm²
- ✓ Angolo d'attrito $\alpha = 45$ °
- ✓ Modulo Elastico $E = 426,00$ kg/cm²

➤ **Piroclastite in facies ignimbrítica alterata:** Ignimbrite tenera di colore grigio, giallastro o rossastro.

- ✓ Peso di volume apparente $\gamma = 1.900,00$ kg/m³
- ✓ Coesione drenata $c' = 0.00$ kg/cm²
- ✓ Angolo d'attrito $\alpha = 30$ °
- ✓ Modulo Elastico $E = 176,00$ kg/cm²

5.1 ANALISI INDICI SCLEROMETRICI

Al fine di disporre di indicazioni, sia pure di massima, dello stato dell'ammasso roccioso relativamente al quale devono essere predisposte le opere di sostegno dell'impianto, sono state eseguite prove *in situ* mediante l'utilizzo dello sclerometro per rocce tipo L.

L'indice sclerometrico determinato mediante questo metodo viene utilizzato principalmente per prove in sito effettuate ai fini ingegneristici, progettuali e costruttivi;

in particolare per:

- il rilievo qualitativo dello stato di omogeneizzazione dei materiali rocciosi;
- la misura della resistenza dei materiali rocciosi attraverso una valutazione della compressione monoassiale non confinata;
- la valutazione dello stato di alterazione di materiali rocciosi attraverso rapporti tra gli indici di rimbalzo rispettivamente sulle pareti dei giunti (discontinuità in corrispondenza delle quali non si osservano marcati scorrimenti tra le facce) e su una superficie fresca della stessa roccia ottenuta per segregazione.

La campagna di indagine, i cui risultati sono qui presentati, è stata condotta utilizzando uno sclerometro meccanico tipo L denominato "GEOHAMMER" con energia d'impatto di 0,735 Nxm, prodotto dalla DRC s.r.l. di Ancona.

Le prove sono condotte sulla base di almeno 10 letture di cui si scartano le 5 più basse, con calcolo della media delle 5 più alte.

La tabella successiva da conto delle misure dell'indice di rimbalzo medio (I_{rb}) e delle relative trasformazioni in dati di Resistenza alla Compressione uniassiale (R_{ck}) espressa in Mpa, della superficie fresca della roccia, alla cui determinazione si perviene utilizzando la specifica e ben nota tabella di correlazione ai valori della densità della roccia stessa



Area Nord

| Pozzetto n. | α | I_{rb} medio | R_{ck} |
|----------------|----------|----------------|----------|
| P. 2 Nanu C. | -90° | 20 | 29.40 |
| P. 5 Nanu C. | -90° | 36 | 94.3 |
| P. 4 Podda F. | -90° | 40 | 116.2 |
| P. 32 Podda F. | -90° | 60 | 259.50 |
| P. 1 Sanna P. | -90° | 52 | 195.40 |

Area Sud

| Pozzetto n. | α | I_{rb} medio | R_{ck} |
|----------------|----------|----------------|----------|
| P. 3 Podda A. | -90° | 30 | 65.67 |
| P. 6 Podda A. | -90° | 22 | 35.51 |
| P. 16 Podda A. | -90° | 24 | 42.20 |
| P. 23 Podda A. | -90° | 45 | 146.71 |

5.2 RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti si evince che nella realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto non esistono problematiche relative alla stabilità dei versanti.

La natura e le caratteristiche del terreno di fondazione, unitamente alle indicazioni progettuali di massima, sono tali da consentire l'uso generalizzato di fondazioni superficiali per le cabine elettriche a servizio dell'impianto, mentre potranno essere previste fondazioni profonde per il sostegno dei pannelli fotovoltaici (pali metallici connessi con le strutture di supporto degli stessi pannelli).

6.0 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI (NTC 2018).

Viste le caratteristiche geologico-stratigrafiche e strutturali e la modesta entità dell'intervento in progetto si ritiene correttamente percorribile e utilizzabile l'approccio semplificato (basato sull'individuazione delle categorie di sottosuolo).

Con questo tipo di caratterizzazione si ottengono i parametri sismici di riferimento per 4 differenti stati limite:

| | |
|--|--|
| Stati Limite di Esercizio SLE | SLO Stato Limite di Operatività |
| | SLD Stato Limite di Danno |
| Stati Limite Ultimi SLU | SLV Stato Limite di Salvaguardia della Vita |
| | SLC Stato Limite di Collasso |

I parametri sismici di riferimento sono i seguenti:

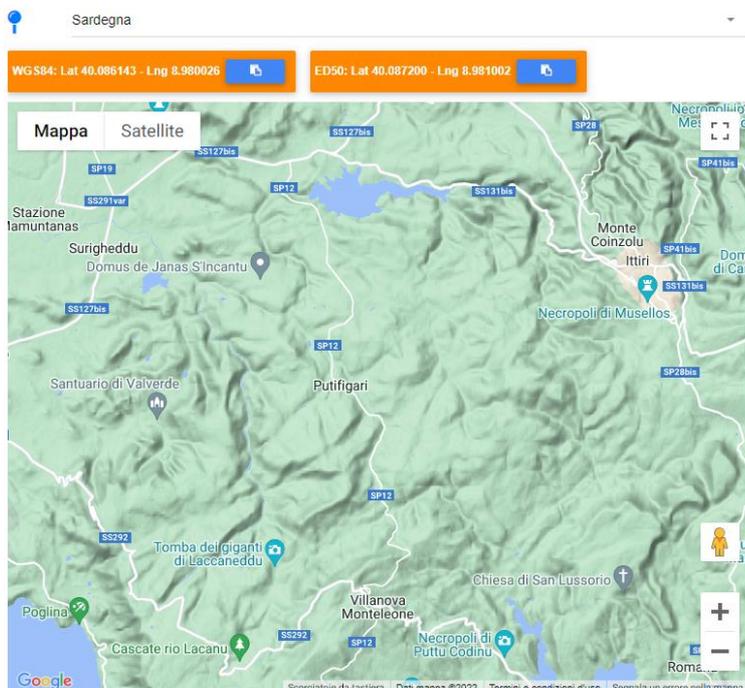
| | |
|---|--|
| Probabilità di superamento nella vita di riferimento | Probabilità di avere almeno un sisma con tempo di ritorno TR, durante il periodo di riferimento della costruzione considerata (vita nominale) |
| Periodo di ritorno (anni) | Tempo di ritorno del terremoto considerato |
| ag | Accelerazione orizzontale massima espressa in funzione di g (accelerazione di gravità) |
| Fo | 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 |

In base a questa zonazione si hanno i seguenti dati:

| DATI SULLA COSTRUZIONE | | | |
|---|----------------------|---------------------------|----------------------------|
| CLASSE D'USO | VITA NOMINALE | COEFFICIENTE D'USO | VITA DI RIFERIMENTO |
| II Affollamento normale. Assenza di funzioni pubbliche e sociali | 30 anni | 1 | 50 anni |

Valori finali calcolati

| VALORI CALCOLATI | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| STATO LIMITE | SLO | SLD | SLV | SLC |
| PARAMETRO | | | | |
| Probabilità di superamento nella vita di riferimento | 0,810 | 0,630 | 0,100 | 0,050 |
| Periodo di ritorno (anni) | 30 | 35 | 332 | 682 |
| ag | 0,019 g | 0,020 g | 0,045 g | 0,055 g |
| Fo | 2,610 | 2,628 | 2,855 | 2,930 |
| Tc* | 0,273 sec | 0,280 sec | 0,332 sec | 0,356 sec |



Stati limite

Classe Edificio

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 0.7

| Stato Limite | Tr [anni] | ag [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|--------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 30 | 0.019 | 2.610 | 0.273 |
| Danno (SLD) | 35 | 0.020 | 2.628 | 0.280 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 332 | 0.045 | 2.855 | 0.332 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 682 | 0.055 | 2.930 | 0.356 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 35 | | | |

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO DEL SITO

Ai sensi dell'articolo 3.2.2 delle NTC, tab. 3.2.II

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| 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 fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s 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 30m. |

per la definizione dell'azione sismica di progetto, i terreni osservati rientrano nella **Categoria 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.*

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE DEL SITO

Ai sensi dell'articolo 3.2.2 delle NTC (D.M. 17/01/2018 NTC 2018), per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tabella 3.2.III):

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

le condizioni topografiche del sito rientrano nella seguente categoria topografica

Categoria T1: *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.*

7.0 CONCLUSIONI

Il sito in esame è caratterizzato dall'affioramento di piroclastiti in facies ignimbratica da ben saldate a poco saldate e ricoperte talvolta da una coltre detritica di alterazione e/o colluviale di ridotto spessore, fortemente pedogenizzata.

Dal punto di vista geotecnico, sulla base di quanto sinora detto, è possibile giungere alle seguenti conclusioni:

- ✓ nell'area in esame non è stata riscontrata la presenza di elementi tettonici attivi che possano innescare fenomeni di instabilità;
- ✓ La formazione lapidea affiorante nell'area, mascherata da una copertura di terreno vegetale dello spessore variabile di 0.00-1.00 metri, è quella delle ignimbriti.
- ✓ i terreni sono caratterizzati da una permeabilità in genere medio-bassa e le aree analizzate non sottendono nessun bacino idrografico, per cui si può escludere il rischio di interferenze tra opera in progetto e acque sia sotterranee che superficiali;
- ✓ non sono stati riscontrati fenomeni morfogenetici in atto e/o potenziali;
- ✓ i terreni di fondazione sono sufficientemente stabili e in grado quindi di sopportare ampiamente le sollecitazioni indotte dalle opere in progetto.