REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

REGIONE RAS | PROVINCIA DI NUORO | COMUNE DI SINDIA

# CENTRALE FOTOVOLTAICA IN ZONA AGRICOLA

*Progetto per la costruzione e l'esercizio di una Centrale Fotovoltaica a terra e delle relative opere di connessione alla RTN, con potenza del campo fotovoltaico pari a* ***39,95 MWp****, insediata su circa* ***49 ha*** *e capacità di generazione pari a* ***35,20 MW****, con mantenimento e miglioramento delle potenzialità agro-zootecniche esistenti, da realizzare nel Comune di Sindia (NU).*
*Area agricola E3 in Regione Sos Compensos*
*presso SC Santu Lussurgiu Monte S. Antonio, Fg. 40, Comune Censuario di Sindia (I748)*

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:*

ILOS
INE SOS CUMPENSOS S.R.L.
A Company of ILOS New Energy Italy

*INE SOS CUMPENSOS S.r.l.*
*Piazza di Santa Anastasia n. 7*
*00186 Roma (RM)*
*PEC: inesoscumpenos.srl@legalmail.it*

Firmato digitalmente da: Sergio Chiericoni
Data: 09/02/2022 11:15:54

*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. Pianificatore Antonio Ganga* - Indagini e Analisi delle proprietà pedologiche.
*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 ENERGIE RINNOVABILI

*M2 ENERGIA S.r.l.*
*Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)*
*PEC: m2energia@pec.it*

Firmato digitalmente da
GIANCARLO FRANCESCO DIMAURO
CN = DIMAURO GIANCARLO FRANCESCO
SerialNumber = TINIT-DMRGCR55S17I158F
C = IT

*Professionisti responsabili*

Dott. Geol. Giovanni Calia
Ordine dei Geologi della Regione Sardegna n.184

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE SARDEGNA N. 184 Dott. Geol. GIOVANNI SALVATORE CALIA
CALIA GIOVANNI SALVATORE
13.02.2022 10:52:12 GMT+00:00

*Spazio riservato agli uffici:*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VIA | *Nome elaborato:* Allegato 2 al SIA. Relazione geologica e idrogeologica | | | | | *Codice elaborato* VA A2-SIA |
| *N. progetto* NU01Si01 | *N. commessa* Z31 | *Codice pratica* | *Protocollo* | | *Scala* - | *Formato di stampa:* A4 |
| *Rev. 00 del* 31/01/22 | *Rev. 01 del* | *Rev. 02 del* | *Rev. 03 del* | *Verificato il* | *Approvato il* | *Rif. file :* NU01Si01_VA_A2-SIA_00 |

***Progetto per la costruzione e l'esercizio di una Centrale Fotovoltaica a terra e delle relative opere di connessione alla RTN, con potenza del campo fotovoltaico pari a 39,95 MWp, insediata su circa 49 ha e capacità di generazione pari a 35,20 MW; da realizzare in area agricola, in regione Sos Compensos, nel Comune di Sindia (NU).***
***Con mantenimento e miglioramento delle potenzialità agro-zootecniche esistenti.***

# Relazione Geologica, idrogeologica 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.

L'impianto in oggetto è un impianto ad inseguimento di potenza pari a circa 40 MWp istallato presso la località *Sos Compensos* nel Sud orientale del territorio del comune di Sindia, al confine con quello di Macomer.

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 n. 42 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.

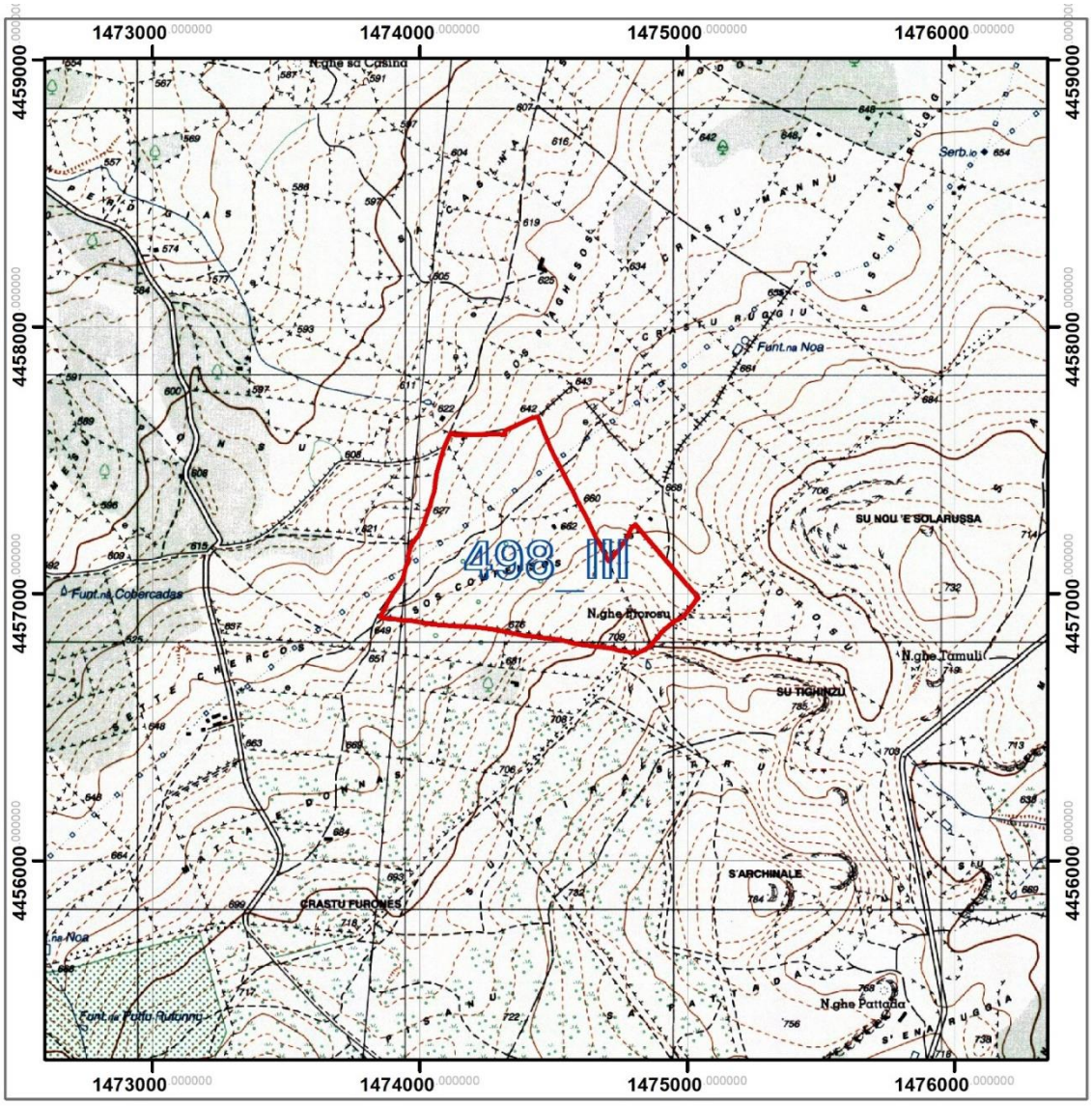
## 2.0 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Il settore oggetto del presente studio ricade in territorio del Comune di Sindia, al confine con quello di Macomer.

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

- Carta topografica d'Italia in scala 1:25.000 Foglio 498 Sez. III;
- Carta Tecnica Regionale foglio 498090 Crastu Ladu;
- Catastalmente è individuata al N.C.T. al Foglio 40 del Comune di Sindia, per una Superficie complessiva delle particelle concesse in DDS di circa: **58,26 ha**.

L'impegno lordo di suolo per la posa dei campi FV e delle relative aree tecniche (area recintata, che include le isole verdi interne), è di circa: **49,40 ha.**



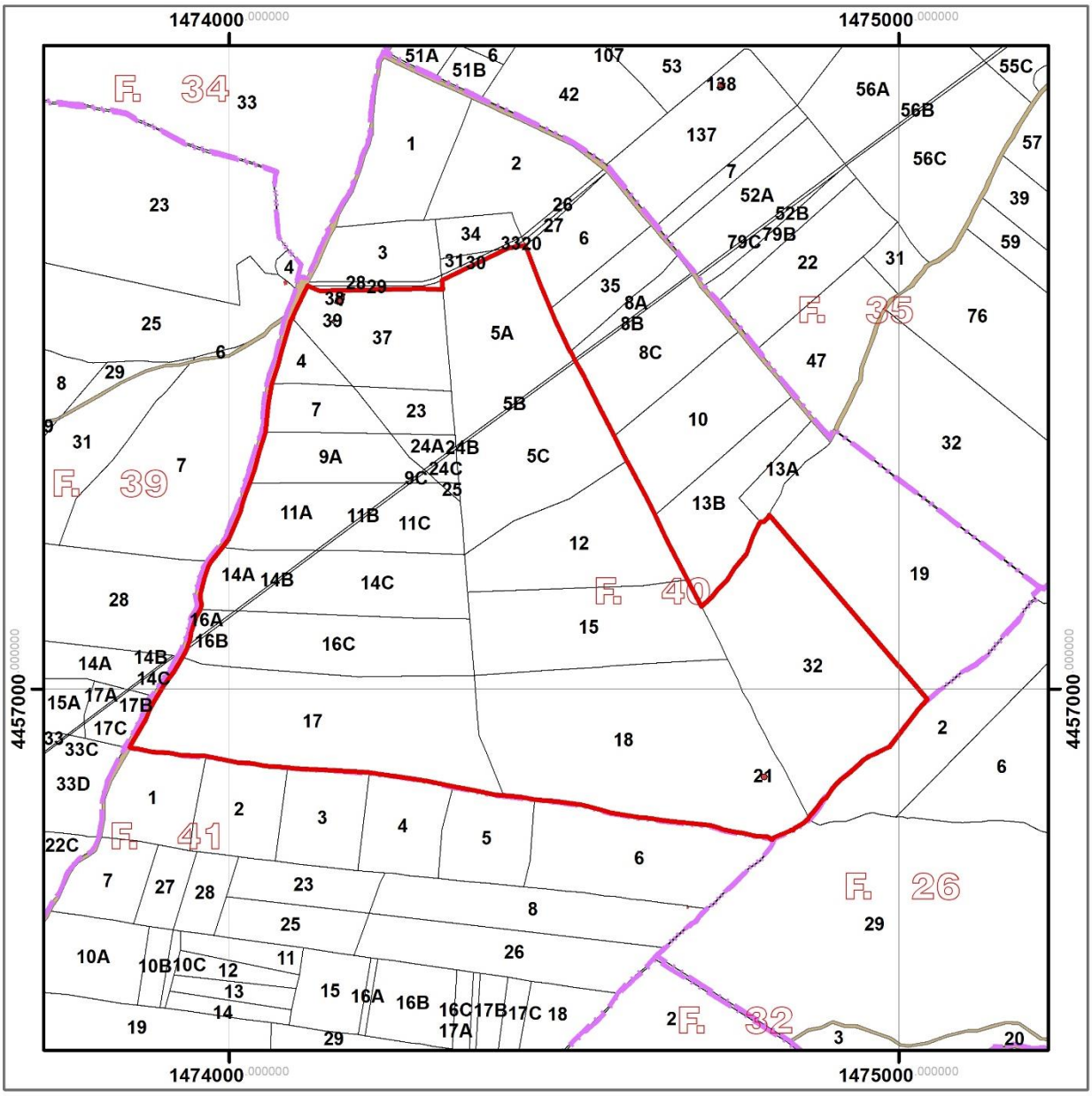

CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA - Serie 25 I.G.M.I -. Sc. 1:25.000

Legenda

Mappali interessati da contratti di Diritto di Superficie

Limite amministrativo comunale

Quadro d'unione 25k




**CARTA CATASTALE - Scala 1:10.000**

**Legenda**

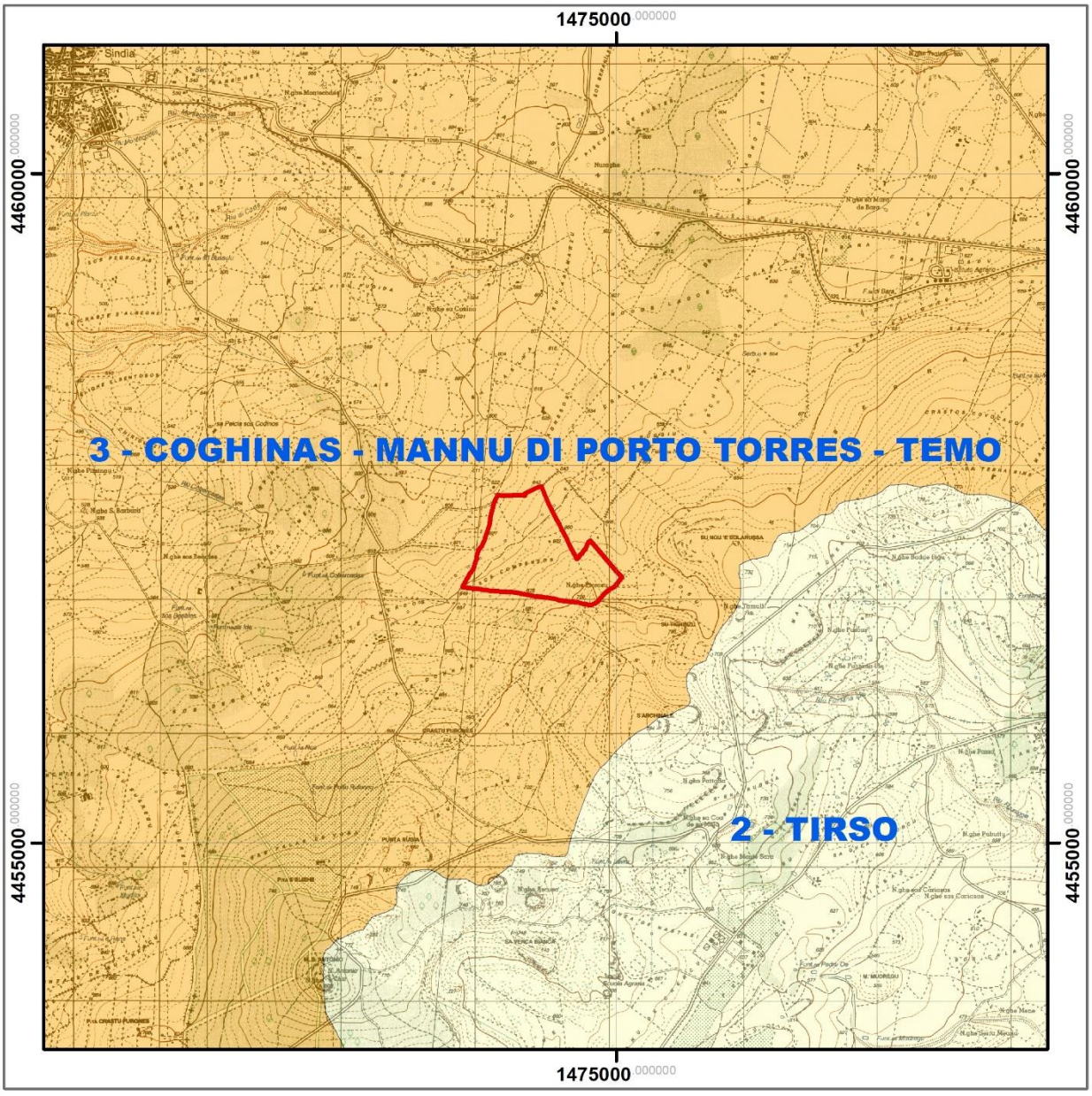
Mappali interessati da contratti di Diritto di Superficie

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

La porzione di territorio su cui si deve intervenire ricade nel Sub-bacino 3 COGHINAS-MANNU-TEMO ed è stata censita 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)".

Nella cartografia relativa alla pericolosità da frana il terreno in esame risulta classificato tra le aree di pericolosità geomorfologica Hg0 (Aree studiate per le quali non sono state individuati fenomeni franosi in atto o potenziali).

Il lotto, inoltre, non ricade 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.

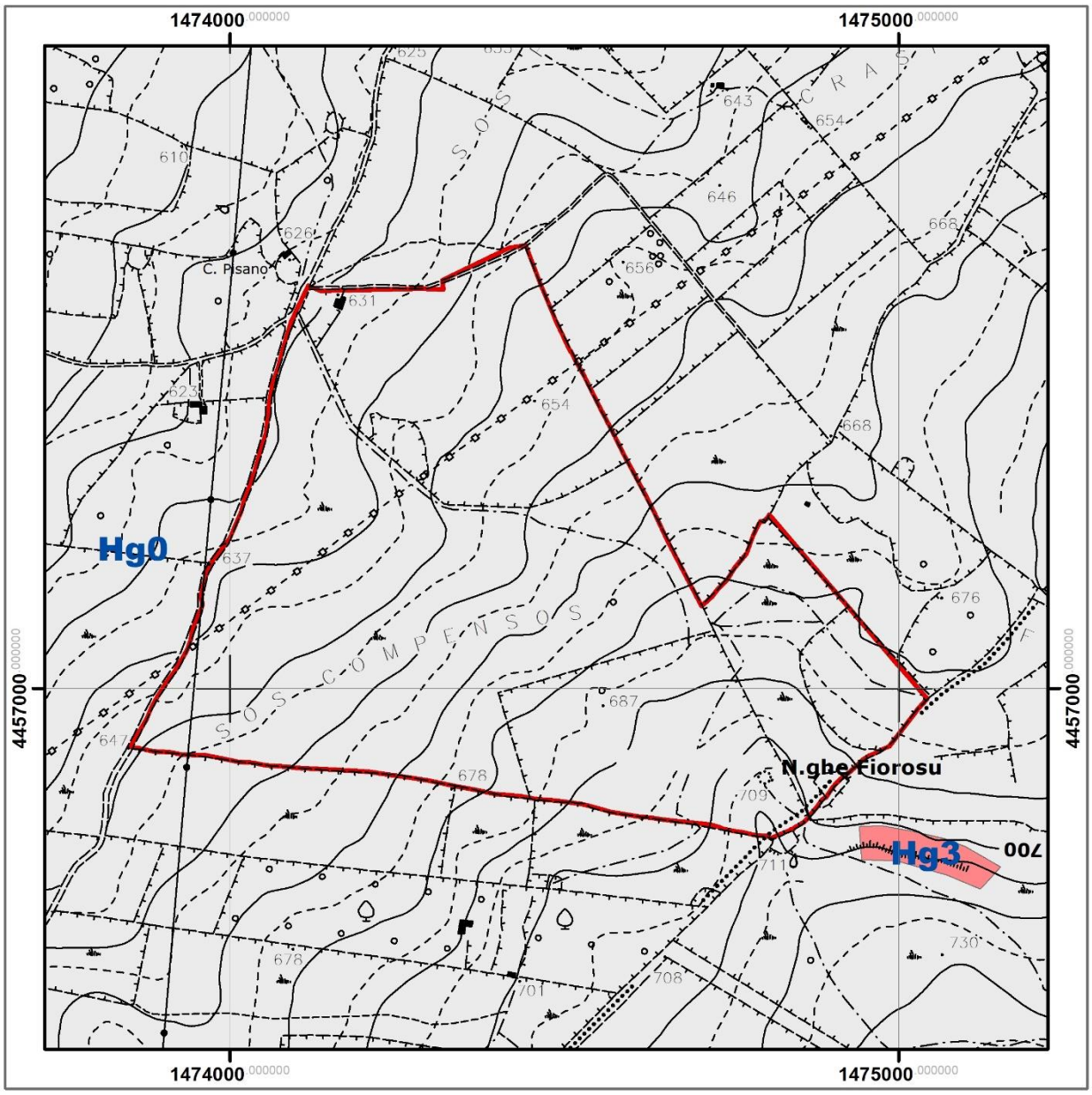



**Suddivisione del bacino idrografico unico della Regione Sardegna in sottobacini - Scala 1:50.000**

**NOME SOTTOBACINO**

**Legenda**

- 2 - TIRSO
- 3 - COGHINAS - MANNU DI PORTO TORRES - TEMO
- Mappali interessati da contratti di Diritto di Superficie




**CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA - SCALA 1:10.000**

**PERICOLOSITA**

Hg0

Hg3

Mappali interessati da contratti di Diritto di Superficie

## 4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

L'assetto geologico del settore del territorio di Sindia in esame è caratterizzato dall'affioramento di un importante plateau basaltico del Plio - Quaternario, costiuitosi attraverso centri di emissione prevalentemente lineari. Sotto l'aspetto geologico e morfologico il substrato comprende litologie esclusivamente vulcaniche, ricoperte dai depositi sedimentari dovuti al modellamento dei versanti avvenuto nel Quaternario e dai prodotti pedogenici.

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.

Il movimento di deriva verso SE ebbe come conseguenza principale la formazione di horst e graben come la depressione che si estende dal Golfo dell'Asinara al Golfo di Cagliari (graben sardo). In corrispondenza di queste depressioni è localizzato il vulcanismo oligo-miocenico rappresentato da andesiti e daciti, depositi ignimbritici e tufi a composizione prevalente calcalcalina e alcalina; gli spessori di questi depositi sono variabili da qualche metro sino a diverse decine di metri.

L'altopiano tra Macomer e Sindia si trova nella parte ribassata di un importante faglia con direzione WSW-ENE, responsabile della formazione della vicina Catena del Marghine.

Le lave basaltiche, al momento della messa in posto, hanno la caratteristica di essere molto fluide per cui generalmente vanno a colmare le paleo depressioni dando origine in sommità a una morfologia tabulare.

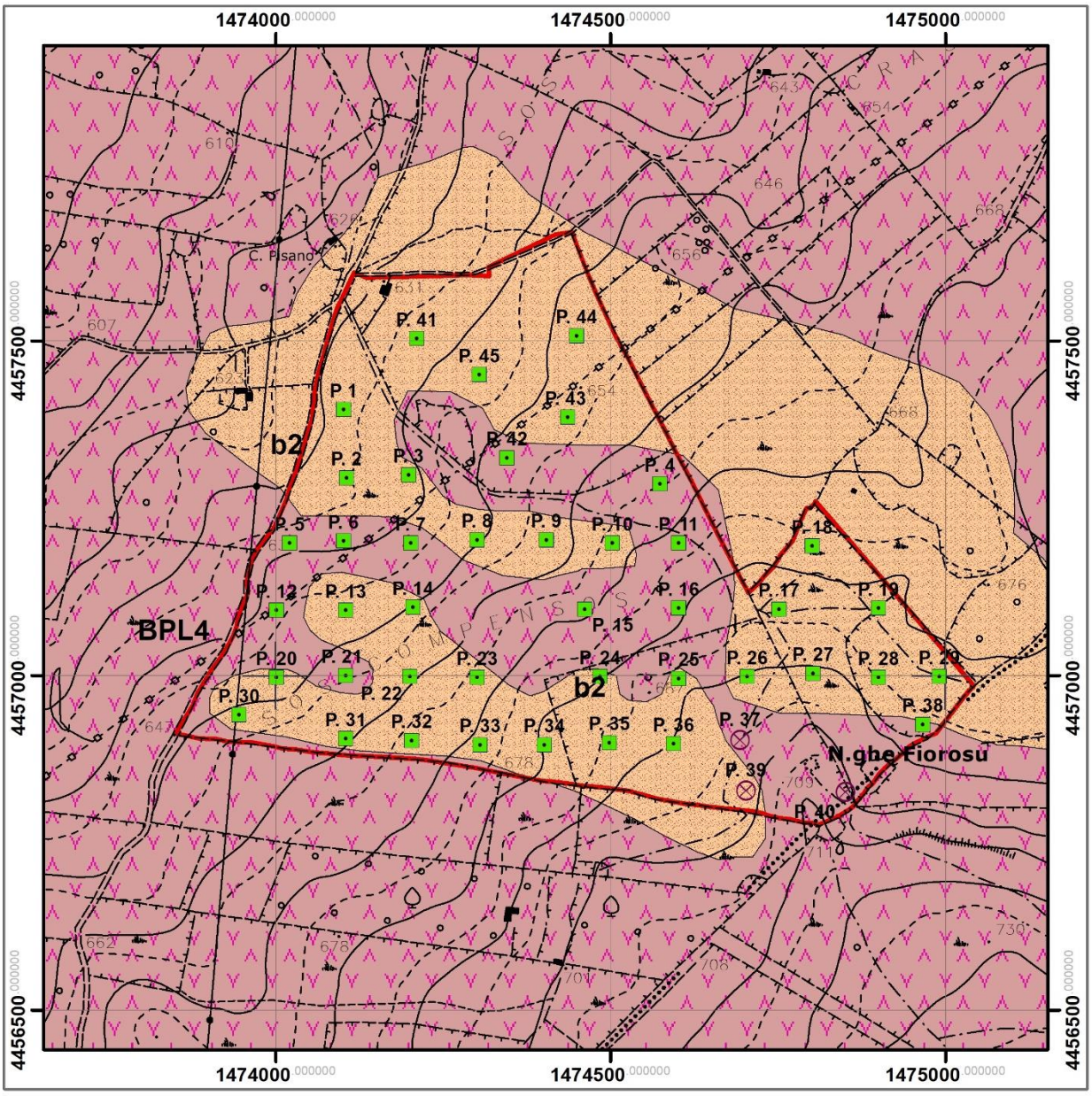
Con il completati dei fenomeni di modellamento dei versanti nel quaternario recente si è avuto l'accumulo dei depositi detritici. Dai rilievi vulcano-tettonici appena sollevati si sono innescati i fenomeni di erosione, trasporto e sedimentazione. I detriti così formati si sono accumulati al piede dei versanti e nei settori meno acclivi di essi In genere questi sedimenti sono classificati in relazione all'azione morfogenetica che li ha determinati, all'entità e al tipo di trasporto. In linea di massima l'azione di accumulo nel settore in esame si è avuta la formazione di una coltre detritica per lo più costituita da materiali limo-sabbiosi dove localmente sono presenti clasti di varia pezzatura, talvolta anche decimetri cubici.

Nel Sindiese l'unità vulcanica oligo-miocenica è rappresentata da una potente successione, localmente spessa alcune centinaia di metri, che poggia sul basamento paleozoico e su depositi clastici continentali terziari. Il chimismo delle lave va dai basalti alcalini ai trachibasalti, la roccia lapidea si presenta, al taglio fresco, di colore grigio nerastro. Il raffreddamento avvenuto dopo la messa in posto, ha generalmente prodotto una fratturazione verticale sub ortogonale, isolando grossi blocchi a forma di colonne più o meno regolari. Nell'area interessata dal presente progetto il raffreddamento ha determinato una fratturazione diversa dando origine a blocchi subsferoidali di varie dimensioni.

*Figura 1- Vista aerea del sito*

Il passaggio tra colate successive, spesso, è segnato da livelli argillosi anche molto arrossati, questi sono interpretabili o come paleosuoli o più spesso come porzioni scoriacee delle parti periferiche delle colate.

Questi localmente sono ricoperti da una spessa coltre detritica di origine colluviale, che può superare i 2.00 m di spessore. Si tratta di un sedimento di transizione tra i depositi di pendio e di versanti e quelli di fondo valle, hanno spessori di norma contenuti il detrito è maggiormente rimaneggiato in conseguenza dell'azione dell'acqua. Nel versante in esame le due tipologie di sedimenti localmente convivono forse per l'alternanza di condizioni deposizionali variate nel tempo.




**Carta Geologica del settore**
**Scala 1:10.000**
**Legenda**

b2 — Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

BPL4 — Subunità di Sindìa (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA). Basalti debolmente alcalini olocristallini, porfirici per fenocristalli di Ol, Pl, e rari xenocristalli quarzosi; in colate. Trachibasalti, trachibasalti. PLIOCENE SUP.- PLEISTOCENE

Mappali interessati da contratti di Diritto di Superficie

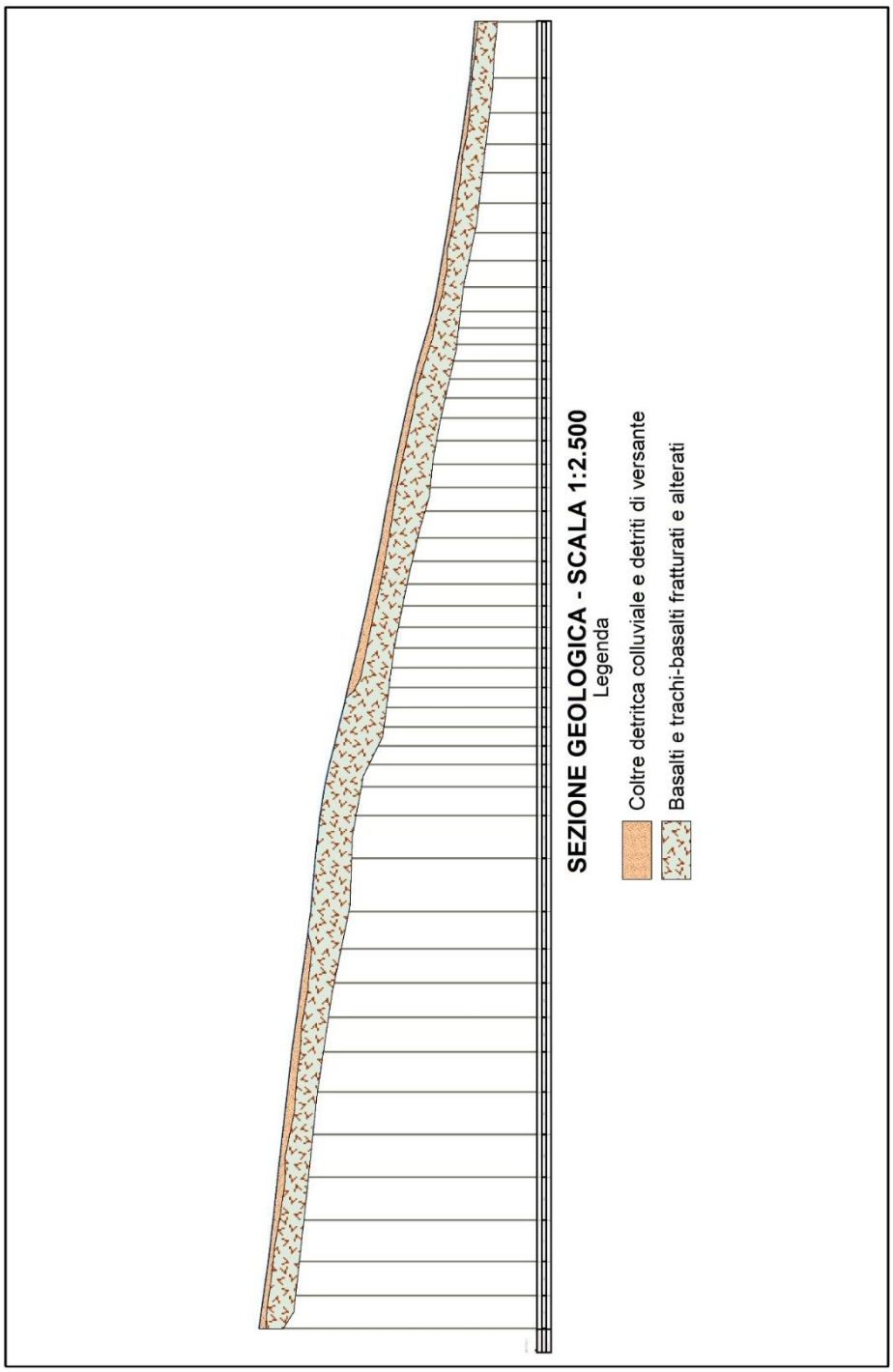
UBICAZIONE POZZETTI GEOGNOSTICI

## 4.1 MODELLO GEOLOGICO

La zona oggetto del presente studio è costituita da una superfici debolmente inclinata, degradante verso NNW fino ad un'area sub-pianeggiante che confina con le particelle concesse in DDS.

**Dal punto di vista geologico, l'area è caratterizzata dalla presenza di uno strato superficiale detritico di origine colluviale e di versante, avente spessore variabile tra i 30 e i 200 cm, che maschera diffusamente la roccia sottostante, costituita da vulcaniti basaltiche e trachi-basaltiche.**

Nella sezione a pagina seguente (Fig. 2) si evidenzia il modello stratigrafico caratteristico dell'intera area in esame.



## 4.2 CENNI SULL'IDROGEOLOGIA DEL SISTEMA

La permeabilità dei basalti e assai variabile, da elevata in corrispondenza delle aree più fratturate a impermeabile in presenza di settori fortemente argillificati.
Pertanto è possibile rinvenire falde sub superficiali, come dimostrano le sorgenti presenti nelle aree circostanti, oppure falde più profonde a ciclo poliennale, insediate su litologie permeabili comprese tra episodi basaltici differenziati, in zone costitute da porzioni scoriacee. Tra le diverse colate, se distanziate da un più lungo periodo, è possibile ritrovare, sedimenti continentali, che costituiscono un altro importante imbrifero.

**Le falde superficiali possono essere raggiunte a pochi metri dalla superficie, in zone preferenziali di accumulo, con carattere stagionale oppure, non di rado, permanente.**

Altre aree a comportamento tendenzialmente impermeabile e con falde superficiali, sono evidenziate da locali ristagni d'acqua in concomitanza con episodi piovosi. Questi fenomeni riguardano soprattutto la coltre detritica superficiale a composizione limo-sabbiosa che con le prime piogge autunnali tende ad imbibirsi e generare un ristagno idrico che può essere superficiale, quando l'acqua rimane visibile sulla superficie del terreno, e sotto-superficiale quando l'acqua invade, negli strati superficiali del terreno (ad esempio i primi 40–50 cm), i macropori (questi in condizioni ottimali sono occupati da aria). In questo caso il ristagno non è visibile, ma è ugualmente dannoso in quanto riduce lo strato utile per lo sviluppo della coltura.
**Questi ristagni oltre che per le colture sono sfavorevoli anche per le normali lavorazioni agricole**

Nel settore l'idrografia superficiale vista la morfologia poco acclive è praticamente assente. L'asta fluviale più importante è quella del Riu s'Ulimu con direzione SE-NW. L'impluvio drena tutte le acque superficiali della zona a vale del settore in esame. Il regime del rio è quello tipicamente mediterraneo, con le portate massime concentrate nel periodo autunnale e primaverile ed un esteso periodo di magra estivo con l'annullamento della portata nel periodo di maggiore siccità.

L'assetto idrogeologico del territorio è fondamentalmente costituito da varie formazioni litologiche che nella zona di interesse vengono identificate e accorpate, in base alla loro permeabilità, di due unità idrogeologiche principali:

| U. I, | LITOLOGIA | TIPO E GRADO DI PERMEABILITA' | COEFFICIENTE K<br><br>DI PERMEABILITA' |
|---|---|---|---|
| 1 | COLTRE DETRITICA SUPERFICIALE | PERMEABILITA' PER POROSITA' DA MEDIA a bassa | MEDIA 10 -4 < K < 10 cm/sec<br><br>BASSA 10 -7 < K < 10 -4 cm/sec |
| 2 | CALCARI | PERMEABILITA' PER FESSURAZIONE DA MEDIA A BASSA | MEDIA 10 -4 < K < 10 cm/sec<br><br>ALTA K> 10 cm/sec |

*Figura 2*

## 4.3 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA

Nella zona in studio si riscontra una morfologia caratterizzata dalla relativa giovinezza dei litotipi e degli avvenimenti tettonici che li hanno interessati.
I processi e le forme evidenti, sono quelli tipici delle aree vulcaniche di plateau. La morfologia può essere riassunta in due tipi:
a) aree debolmente inclinate e pianeggianti delle coperture detritiche (morfologia conservativa);
b) cornici delle arre basaltiche, sono i bordi terminali degli espandimenti basaltici (morfologia evolutiva).

La gran parte del territorio è compreso nel primo tipo, caratterizzato da una notevole stabilità geomorfologica e dall'assenza di fenomeni geomorfici, difficilmente attivabili anche dopo l'intervento umano.

Nelle altre aree, presenti a SW del sito in esame, non essendo le forme presenti completamente evolute, anche per la relativa giovinezza dei rilievi, emerge una situazione di stabilità che, se non attentamente considerata, può diventare delicata. In queste aree, peraltro come già detto, non interessate dall'intervento in progetto, in generale si riscontra una situazione di sostanziale stabilità per quanto concerne i processi naturali, mentre sorgono alcune perplessità riguardo ai processi antropici.

Il territorio è stato sottoposto ad una forte antropizzazione, pertanto esiste un problema d'interazione tra l'attività umana e i processi naturali. Sono diffusi soprattutto gli insediamenti pastorali che hanno determinato una diminuzione della copertura vegetale, questo fattore unito all'incostante regime delle piogge provoca un aumento del dilavamento e quindi dell'erosione del suolo. Rilevante anche l'attività di spietramento e aratura che, in alcune condizioni di versanti acclivi, possono dar luogo a fenomeni di erosione accelerata.

L'analisi alla scala del bacino della pericolosità geomorfologica, "Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nel sub bacino n° 3 Coghinas – Mannu –Temo ha classificato l'area a pericolosità Hg0, confermando l'assenza di fenomeni franosi in atto e/o potenziali.

*Figura 3- Vista aerea del settore in cui si notano l'assenza di copertura vegetale e i cumuli di pietrame derivante dallo spietramento dei terreni*

## 5.0 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Il rilevamento geologico eseguito nel settore in esame, durante il quale sono stati eseguiti n. 42 pozzetti geognostici, ha consentito di delineare sia la stratigrafia dell'area che la natura e lo stato fisico dei terreni costituenti il sottosuolo.

In n. 5 pozzetti, a fondo scavo sono state eseguite le misure sclerometriche con posizionamento dello strumento in posizione verticale ($\alpha$ = - 90°) 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: A3-SIA Report indagini geognostiche e prove in situ.**

L'analisi dei risultati ha messo in evidenza nell'area di progetto una prevalenza di depositi colluviali e di versante che ricoprono le vulcaniti caratterizzate da un'elevata fratturazione e con grado di alterazione che diminuisce con la profondità.

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/m$^3$
- ✓ Angolo di attrito interno $\varphi$ = 15 °.

- **Coltre detritica colluviale e di versantea**: Limi sabbiosi, consistenti, di colore dal marrone al rossastro, con livelli ciottolosi:
-

- ✓ Peso di volume apparente $\gamma$ = 1.920,00 kg/m$^3$
- ✓ Angolo d'attrito $\alpha$ = 27 °
- ✓ Coesione C = 9.00 kg/m$^2$
- ✓ Modulo Elastico E = 150,00 kg/m$^2$

## 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:

a. il rilievo qualitativo dello stato di omogeneizzazione dei materiali rocciosi;

b. la misura della resistenza dei materiali rocciosi attraverso una valutazione della compressione monoassiale non confinata;

c. 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 superfice 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 N×m, 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 (Irc) e delle relative trasformazioni in dati di Resistenza alla Compressione uniassiale (Rck) 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

| Pozzetto n. | α | Irb medio | Rck |
|---|---|---|---|
| 4 | -90° | 35 | 89.1 |
| 5 | -90° | 40 | 116.2 |
| 15 | -90° | 36 | 94.3 |
| 21 | -90° | 37 | 99.5 |
| 38 | -90° | 34 | 84.2 |

## 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:

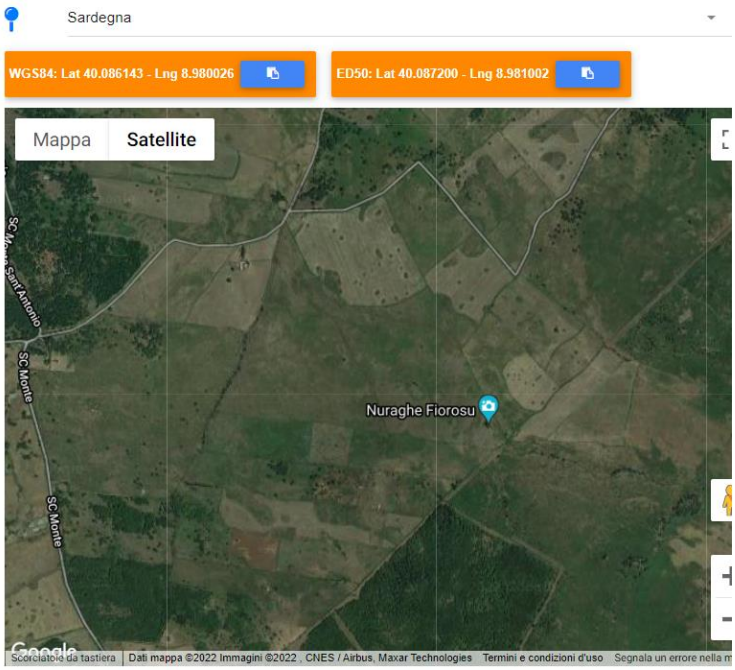
| | |
|---|---|
| **Probabilità di superamento nella vita di riferimento** | **Probabilità di avere almeno un sisma con tempo di ritorno TR, durante il periodo di riferimento della costruzione considerata (vita nominale)** |
| **Periodo di ritorno (anni)** | **Tempo di ritorno del terremoto considerato** |
| **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**<br>**Affollamento normale. Assenza di funzioni pubbliche e sociali** | **30 anni** | **1** | **50 anni** |

**Valori finali calcolati**

| VALORI CALCOLATI | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **STATO LIMITE** / **PARAMETRO** | **SLO** | **SLD** | **SLV** | **SLC** |
| **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] | $a_g$ [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'articolato 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 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.*

## CONDIZIONI TOPOGRAFICHE DEL SITO

Ai sensi dell'articolato 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 ≤ 15° |
| T2 | Pendii con inclinazione media i > 15° |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30° |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30° |

le condizioni topografiche del sito rientrano nella seguente categoria topografica

**Categoria T1**: *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°.*

## 7.0 CONCLUSIONI

Il sito in esame è caratterizzato dall'affioramento di depositi di limi sabbiosi.

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 affiorante nell'area, mascherata da una copertura colluviale e di versante dello spessore variabile di 0.3-2.0/3.00 metri, è quella dei basalti e trachibasalti.
- ✓ i terreni sono caratterizzati da una permeabilità in genere bassa e l'area non sottende nessun bacino idrografico per cui si può escludere il rischio di interferenze rilevanti 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.