



*REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI*

*(L.R. n°7/2014, ART.5, COMMA 16, MODIFICATA DALLA l.r. 9/2014, ART.1)*

*COMUNE DI USSASSAI  
Provincia Ogliastra  
PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO*

INTERVENTI URGENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
NEI COMUNI DELLA SARDEGNA A PIÙ ALTO RISCHIO IDROGEOLOGICO E  
PER INTERVENTI URGENTI PER LA SICUREZZA E PER IL RIPRISTINO DI  
INFRASTRUTTURE PER OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE. INTERVENTI PER  
LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO NEL CENTRO ABITATO.

SISTEMAZIONE DEL GUADO IN LOCALITA' "MARIGEDDA" E REGIMENTAZIONE  
ACQUE A MONTE DELL'ABITATO .

*Proposta progettuale:*

*Compatibilità Piano stralcio Assetto Idrogeologico ( PAI )*

|   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
| ALLEGATO A8   | <i>COMMITTENTE</i><br>Amministrazione Comunale<br>di Ussassai   |                          |
|   | <i>IL RESPONSABILE DEL<br/>PROCEDIMENTO</i><br>Geom. Salvatore Lobina   |                          |
| DATA: Luglio 2015   |   |                          |
| AGG.:   | <i>IL SINDACO</i><br>Deplano Gian Basilio   |                          |
| <i>I PROGETTISTI</i><br>Dott. Ing. Vincenzo Pinna<br><br>Dott. Geol. Marco V. Pilia | <i>COLLABORATORI</i><br>Dott. Ing. Antonella Loi<br><br>Dott. Ing. Giancarlo Meloni<br><br>Dott. For. Marco Pinna | <i>DATA APPROVAZIONE</i> |

Studio Tecnico di Ingegneria Viale Europa 26, 08040 Arzana OG Cel. 335/8163221

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ'**  
**Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)**

Progetto: **INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO NEL CENTRO ABITATO – SISTEMAZIONE DEL GUADO IN LOCALITÀ “MARIGGEDDA” E REGIMENTAZIONE ACQUE A MONTE DELL’ABITATO**

**1. Premessa.**

L’Amministrazione comunale di Ussassai, nel quadro delle opere di messa in sicurezza del centro abitato e di ripristino di infrastrutture a servizio di opere pubbliche danneggiate dagli eventi calamitosi verificatisi a fine novembre 2013, ha disposto la realizzazione di alcuni interventi volti al ripristino di una strada comunale e l’adeguamento del convogliamento delle acque piovane all’interno del centro abitato.

Il sito dei lavori è ubicato nell’agro a nord-ovest del centro abitato di Ussassai e riguarda un movimento franoso che ha provocato la traslazione verticale della sede stradale comunale esistente in località “Marigedda”.

**2. Localizzazione dell'area interessata dall'intervento**

Il sito dei lavori ricade nel comune di Ussassai, nella provincia dell’Ogliastra, regione geografica della Barbagia di Seulo.

Il sito risulta compreso nella perimetrazione del Piano stralcio dell’Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna, nel Sub Bacino Flumendosa Campidano Cixerri.

I riferimenti cartografici risultano essere:

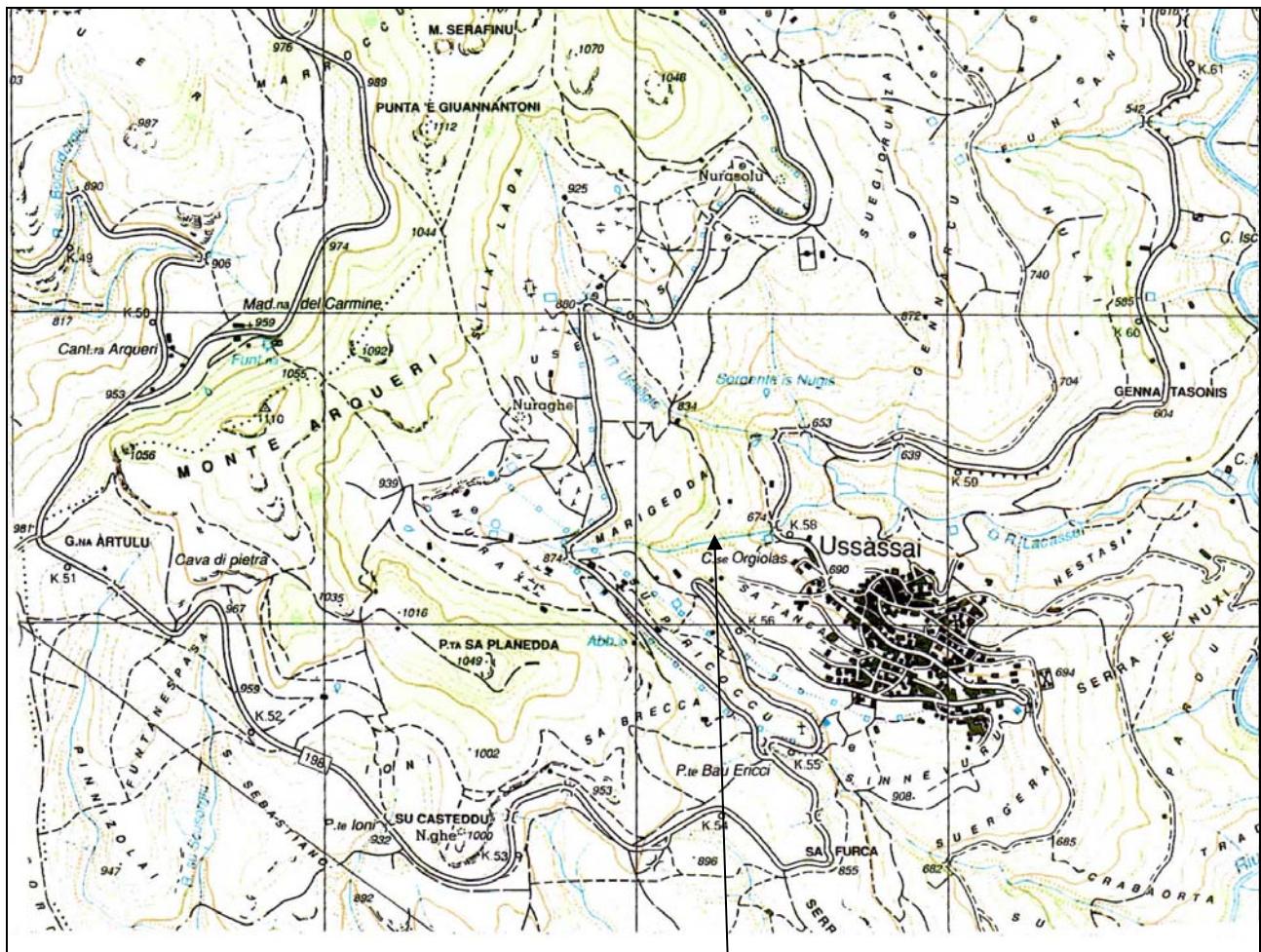
- Carta Geologica d’Italia, F 218 - Isili - scala 1:100.000, edizione 1960;
  - Carta Geologica della Sardegna – scala 1: 200 000, edizione 1996;
  - Carta Topografica D’Italia F. 531 sezione III – Ussassai- scala 1:25.000,  
serie 25 IGMI, edizione 1 - 1993;
  - Carta Tecnica della Sardegna Sezione 531 130 “Monte Tonneri”, scala 1:10.000,  
1997.
- Coordinate Gauss Boaga X = 1533129.5800 Y = 4407080.9900

### **3. Inquadramento cartografico dell'area.**

Si inserisce:

- Stralcio Carta IGM, Foglio 531 Sezione III – Isili, scala 1:25 000
- Stralcio Carta Tecnica Regionale, Sezione 531 130 – Monte Tonneri, scala 1:10 000
- Inquadramento ortofoto

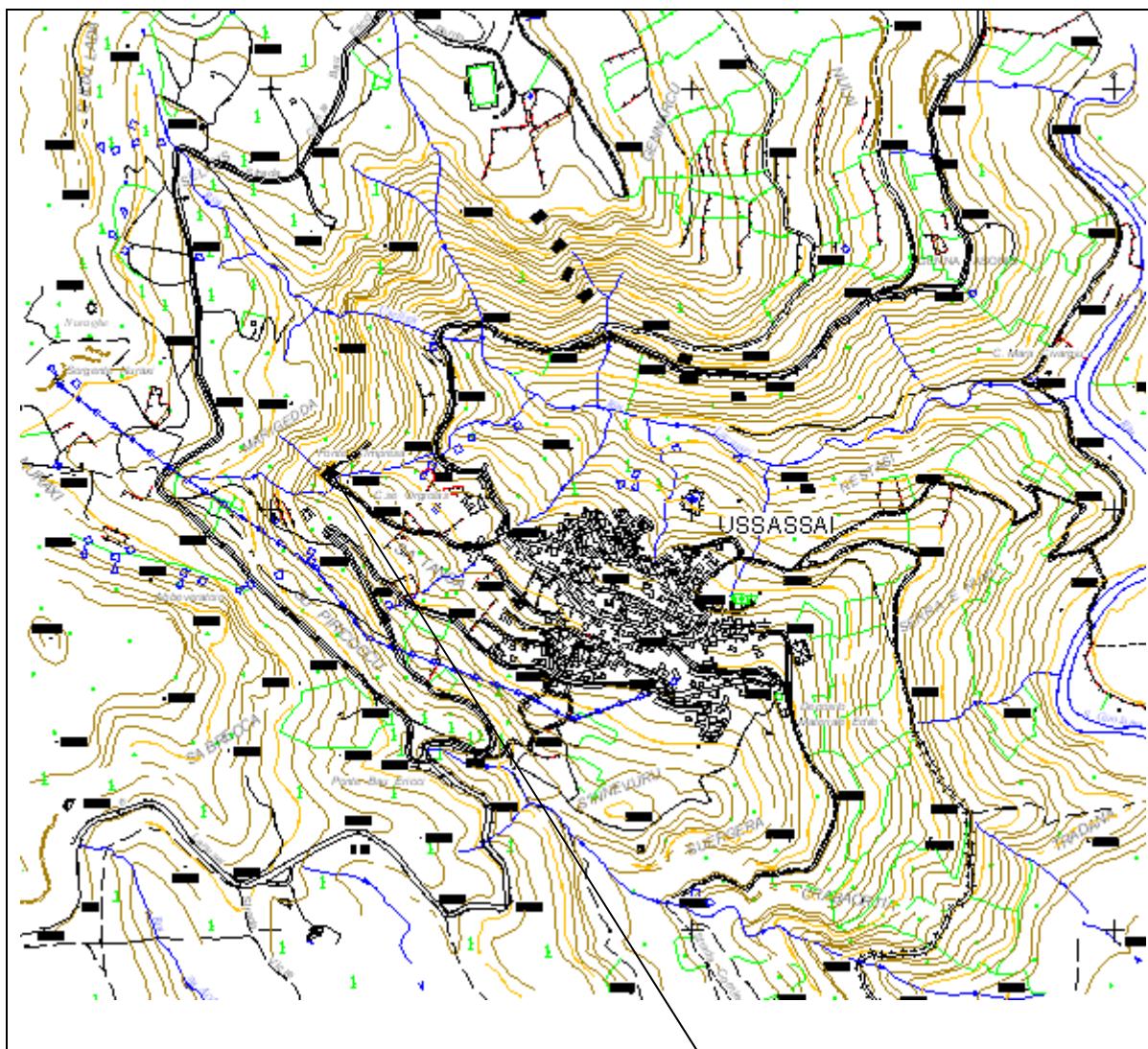
**Carta Topografica d'Italia – scala 1:25 000**  
**Foglio 531 Sezione III – Isili**



Individuazione sito strada comunale oggetto dei lavori

**Carta Tecnica della Sardegna – scala 1:10 000**

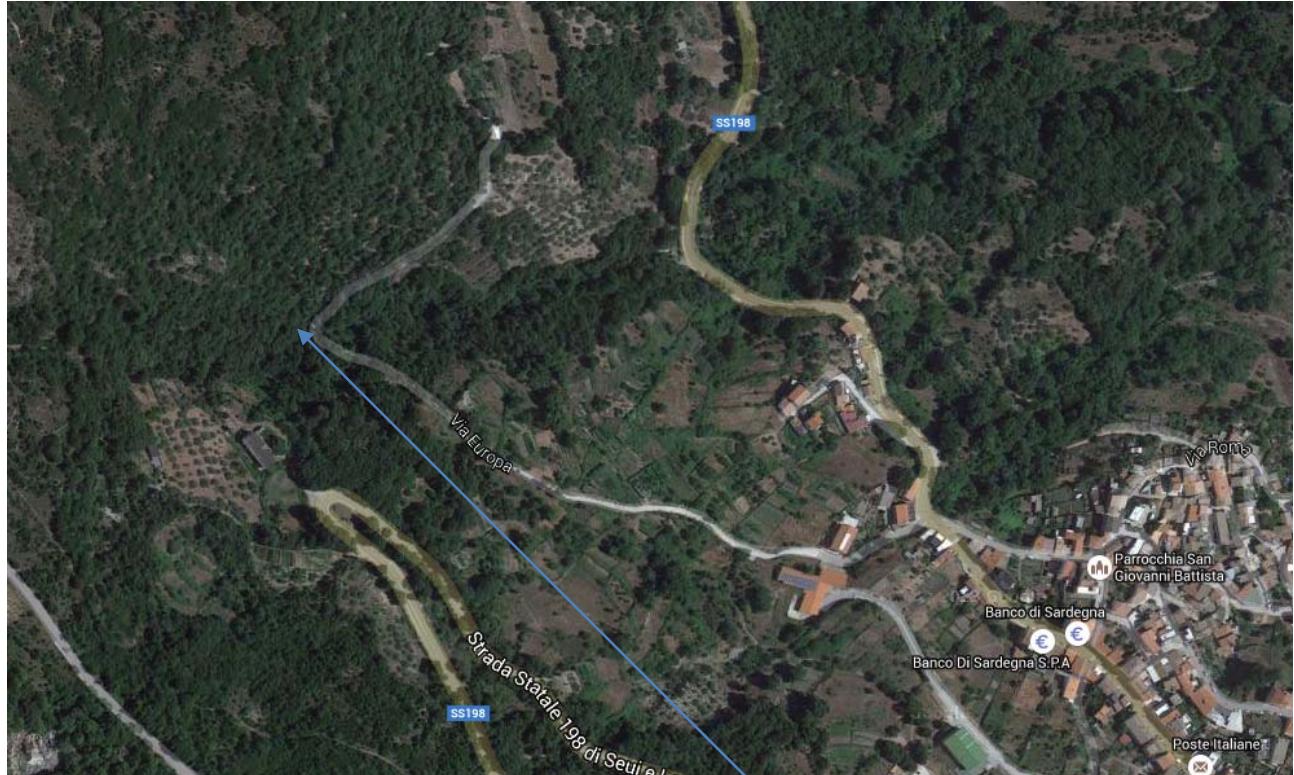
**Sezione 531 130 – Monte Tonneri**



Individuazione sito strada comunale oggetto dei lavori

**Ortofoto 2013**

**Google Maps**



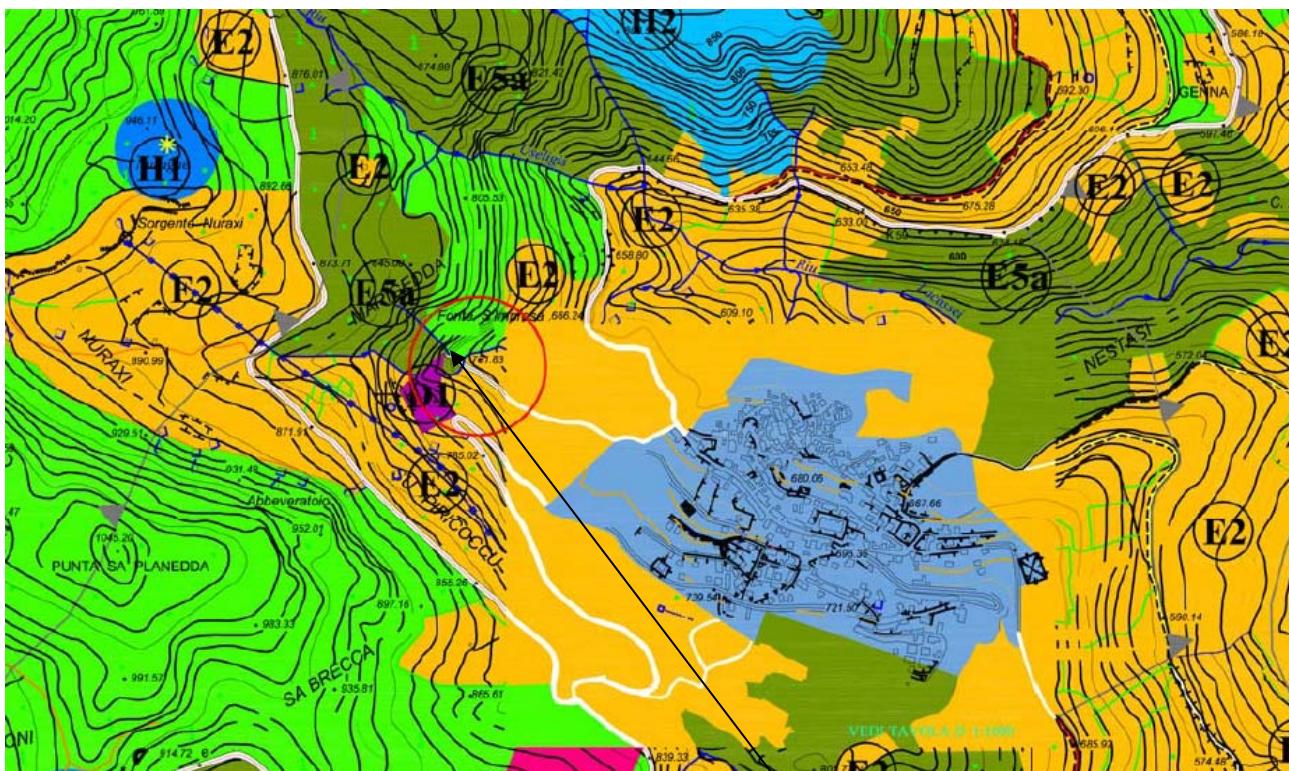
Individuazione sito strada comunale oggetto dei lavori

#### **4. Inquadramento nello strumento urbanistico comunale vigente.**

Lo strumento urbanistico vigente nel comune di Ussassai è il Piano Urbanistico Comunale ( PUC ) reso esecutivo nel 2004.

L'area in esame ricade a confine di Zona E5a ( *agricola ambientale marginale* ) e E5f ( *agricola ambientale forestale* ) che nelle Norme di Attuazione del PUC non dispone alcun vincolo relativo all'intervento progettuale previsto.

Comune di Ussassai - Piano Urbanistico Comunale (PUC vigente)



## **5. Inquadramento degli interventi nel Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico, ( Pai ).**

L'area relativa al comune di Ussassai non risulta cartografato dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico relativamente alla parte idraulica. Mentre parte del territorio comunale risulta cartografato relativamente alla parte frane.

### **Inquadramento idraulico.**

Non risulta sia stata elaborata la cartografia relativamente al rischio idraulico, pertanto non si rende necessario ulteriore studio di compatibilità di idraulica.

### **Inquadramento geologico – geotecnico.**

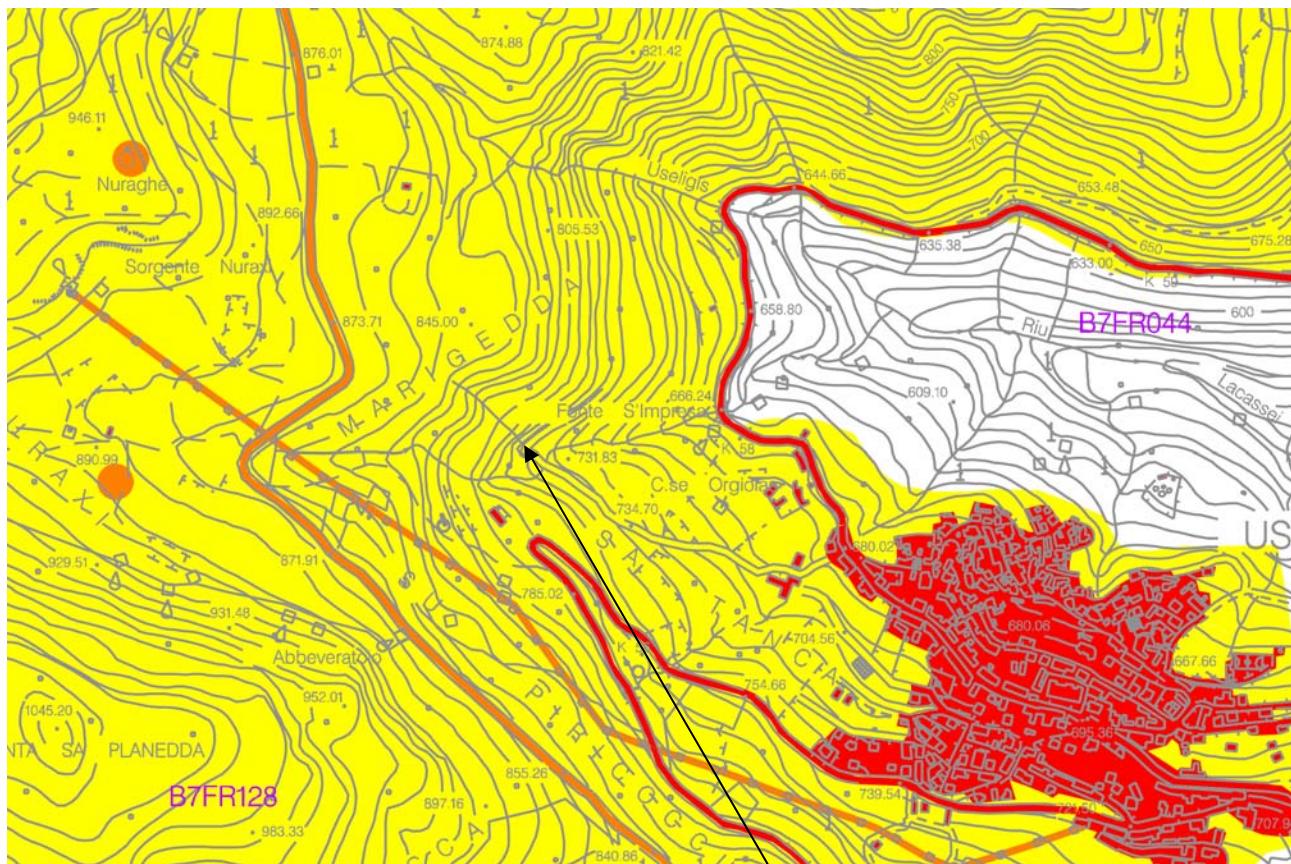
Il territorio del comune di Ussassai è stato oggetto di studi geologici e geotecnici tendenti all'inquadramento della pericolosità da frana, con la finalità di garantire adeguati livelli di sicurezza di fronte al possibile verificarsi di eventi gravitativi e tutelare quindi le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni.

L'intervento in progetto risulta inquadrato nella cartografia PAI in Zona Hg 4, come evidenziato nelle carte di seguito riportate.

*Si inserisce:*

- *Stralcio Carta degli elementi a rischio*
- *Stralcio Carta delle aree di pericolosità di frana*
- *Stralcio Carta delle aree a rischio di frana*

CARTA DEGLI ELEMENTI A RISCHIO  
TAV. Hg 27/69



Individuazione sito strada comunale oggetto dei lavori

### Legenda

- E4 Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità (densità abitativa superiore al 20% della superficie fondiaria); nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; infrastrutture pubbliche (infrastrutture viaarie principali strategiche); discariche speciali o tossico-nocive; zona alberghiera; zona campeggi e villaggi turistici; beni architettonici, storici e artistici.
- E3 Nuclei urbani non densamente popolati; infrastrutture pubbliche (strade statali, provinciali e comunali strategiche, ferrovie lifelines, oleodotti, elettrodotti, acquedotti); aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); zone per impianti tecnologici e discariche RSU o inerti, zone a cava.
- E2 Arearie con limitata presenza di persone; aree extraurbane, poco abitate; edifici sparsi. Zona agricola generica (con possibilità di edificazione); zone di protezione ambientale, rispetto, verde privato; parchi, verde pubblico non edificato; infrastrutture secondarie.
- E1 Arearie libere da insediamenti e aree produttive; zona boschiva; zona agricola non edificabile; demanio pubblico non edificato e/o edificabile.

SUB-BACINO Flumendosa – Campidano - Cixerri  
Sc. 1:10000

CARTA DELLE AREE DI PERICOLOSITA' DI FRANA  
TAV. Hg 27/69

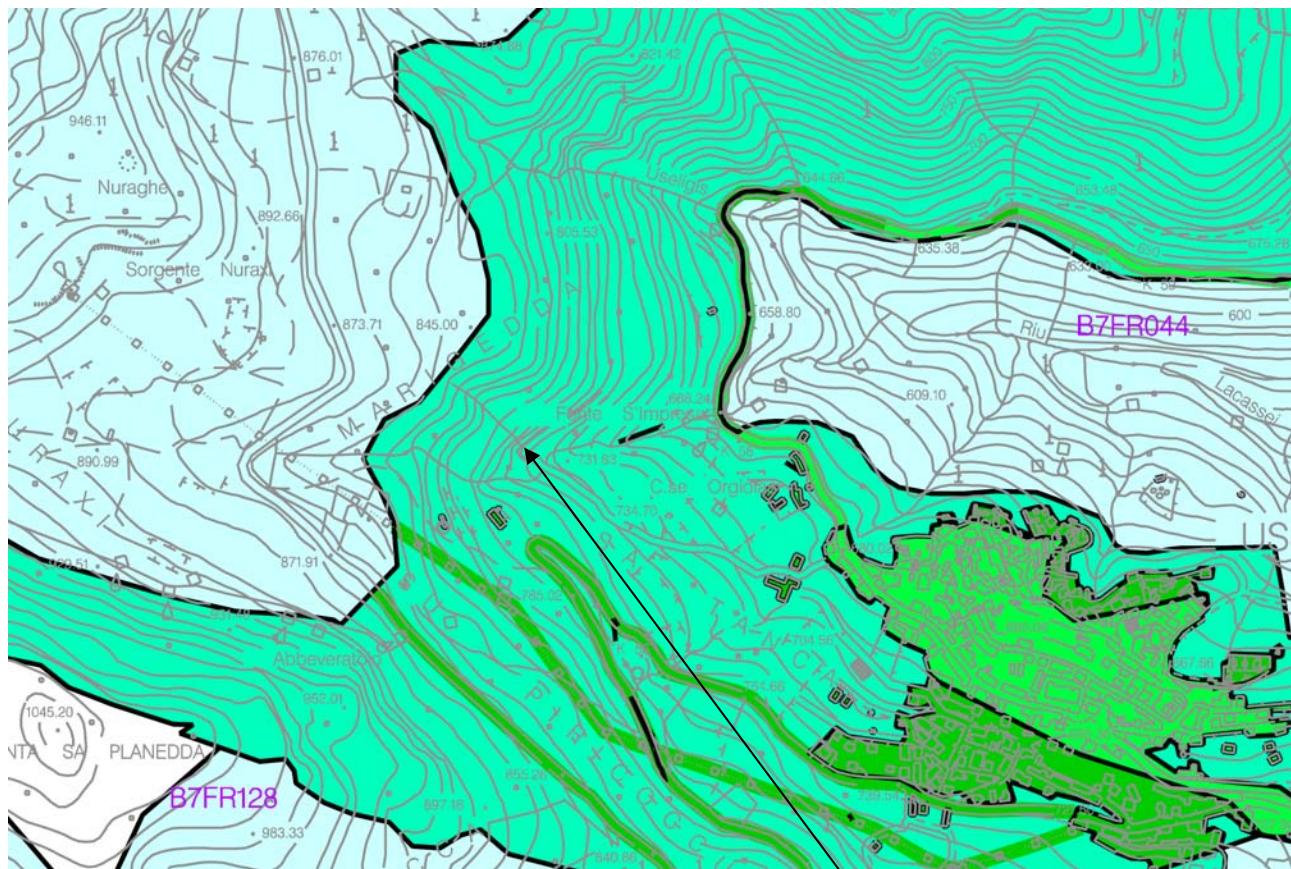


Individuazione sito strada comunale oggetto dei lavori

Legenda

- Hg4 Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui e' prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti.
- Hg3 Zone con frane quiescenti con tempi di riattivazione pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale di frane quiescenti; zone con indizi geomorfologici di instabilita' dei versanti potenziali; frane di neoformazione presumibilmente in tempi pluriennali o pluridecennali.
- Hg2 Zone con frane stabilizzate non piu' riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici; zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilita' dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi.
- Hg1 Zone con fenomeni franosi presenti o potenziali marginali.

CARTA DELLE AREE DI PERICOLOSITA' DI FRANA  
TAV. Hg 27/69



Individuazione sito strada comunale oggetto dei lavori

Legenda

- Rg4 Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attivita' socio economiche.
- Rg3 Possibili problemi per l'incolumita' delle persone, danni funzionale agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilita' degli stessi, la interruzione di funzionalita' delle attivita' socio economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.
- Rg2 Danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumita' del personale, l'agibilita' degli edifici e la funzionalita' delle attivita' economiche.
- Rg1 Danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali.

## 6. STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA

### 6.1 Assetto geologico di inquadramento

L'area in esame è da ricollegare all'intrusione granitica ercinica, che caratterizza gran parte dell'Ogliastra, che ha prodotto deformazioni, metamorfismo ed un importante magmatismo intrusivo ed effusivo nel basamento paleozoico. Una tettonica caratterizzata da faglie dirette e trascorrenti ha portato alla demolizione delle metamorfici ed alla messa in posto del batolite calcalcalino ed è contemporanea ai depositi permiani.

La tettonica post-ercinica ha limitati effetti in Sardegna. Discordanze sono note a vari livelli della successione, ma sino all'Eocene medio l'evoluzione della Sardegna sembra caratterizzata solo da lenti movimenti verticali che determinano profonde trasgressioni e regressioni sul penepiano paleozoico.

Nell'oligocene la collisione appenninica riattiva il basamento sardo-corso, con faglie trascorrenti generalmente controllate da vecchi lineamenti ercinici e soprattutto tardo ercinici. A questa tettonica trascorrente seguono, nel Miocene inferiore e nel Plio-Pleistocene, fasi distensive associate faglie a normali dirette N-S e NW-SE, nella Sardegna orientale.

### 6.2 Situazione litostratigrafica locale

Le formazioni litostratigrafiche rilevate localmente, nell'area oggetto dell'intervento progettuale, risulta essere, dal basso verso l'alto, in:

a) Il Basamento Metamorfico ercinico, litologie in cui è ubicato l'intervento, è costituito da una irregolare alternanza di livelli da metrici a decimetrici di metarenarie quarzose e micacee, quarziti, filladi quarzifere e filladi. Le filladi hanno colori da grigio chiaro a grigio scuro e verdastro. Localmente prevalgono termini più quarzitici, in banchi di vari metri di spessore, oppure metarenarie fini e meta siltiti. A causa della complessa tettonica locale, lo spessore originario non è valutabile. Lo spessore apparente è maggiore di 1.000 metri. L'ambiente di sedimentazione corrisponde a sistemi di conoidi o piane di bacino in cui avvenivano processi di sedimentazione di tipo torbiditico.

Il basamento scistoso è attraversato da filoni e ammassi di porfidi granitici; sono corpi filoniani del Permo-Carbonifero che attraversano soprattutto con direzione NO-SE varie parti del territorio. Al sistema filoniano sono associati altri tipi di rocce

intrusive per le quali è più complessa l'individuazione della cronologia della messa in posto: filoni compositi, inclusi microgranulari, filoni e dicchi tardo ercinici.

Altri corpi filoniani sono rappresentati da magmatiti ipoabissali post-erciniche di color grigio-verdastro con struttura microcristallina (lamprofiri).

Il metamorfismo molto intenso, la rarità di livelli guida e l'estrema rarità di reperti paleontologici rendono spesso incerta l'attribuzione cronostratigrafica dei sedimenti originari. Periodo: ?Cambriano medio - ?Ordoviciano inferiore.

**b) Copertura meso – cenozoiche.**

Copertura meso – cenozoiche, presente nelle vicinanze del sito in esame e dislocato in posizione sovrastante, è costituita dai calcari dolomitici giurassici di piattaforma neritica, conosciuti come Formazione di Dorgali.

Questa formazione ha giacitura da suborizzontale a debolmente inclinata (2°-5°) e costituisce una serie di piccoli altopiani tabulari, noti col nome locale di “Tacchi” o “Tonnèri”, che caratterizzano la morfologia della regione.

Nella parte basale è costituita da calcari marnosi e marne da giallastri a grigi, con locali intercalazioni arenacee e siltitico-argillitiche grigio-verdastre. Seguono dolomie e calcari dolomitici di colore nocciola a violacei a rossastri, fossiliferi (gasteropodi, ostracodi, lamellibranchi, brachiopodi) in banchi da decimetrici a metrici.

La formazione ricopre in concordanza la Formazione di Genna Selole. Il limite superiore dell'unità è sempre erosivo. Lo spessore massimo affiorante è di 60 m.

L'ambiente di deposizione è di piattaforma neritica. In base al contenuto paleontologico questa unità è riferita al Dogger e al Maln inferiore (Cocozza et alii, 1974)

**c) Litologie più recenti.**

Sovrastanti alle serie stratigrafica affioranti, troviamo depositi quaternari legati alla gravità che dipendono dagli elevati valori di acclività dei versanti delle strutture carbonatiche, che spesso danno origine a vere e proprie pareti subverticali o verticali; si distinguono in depositi di frana, frane di crollo che hanno dato origine ad una falda di detrito che ne borda quasi con continuità il piede, costituendo una fascia di raccordo con le sottostanti formazioni filladiche.

Altri tipi di deposito di versante dell'area (non cartografati), specifici nel sito oggetto dei lavori, sono i depositi di versante olocenici, costituiti da materiali eterometrici poco elaborati di metamorfiti con matrice limo - argillosa, da bruna a

rossastrà, occupano essenzialmente le vallecole a bassa acclività dei versanti impostati sul basamento paleozoico.

Infine nei fondovalle dei principali alvei, sempre al tetto della serie si rinvengono oltre ai sedimenti appena descritti, i depositi alluvionali terrazzati come ghiaie con subordinate sabbie, entrambi ascrivibili all’Olocene.

### **6.3 Lineamenti geomorfologici della zona, eventuali processi morfologici i dissesti in atto e potenziali che possono interferire con l’opera da realizzare e la loro tendenza evolutiva**

L’evoluzione geomorfologica del territorio, appartenente alla regione geografica dell’ Ogliastra, è il risultato della combinazione dei processi di natura endogena ed esogena.

Il tratto morfologico fondamentale dell’area è dato dal “Penepiano post-ercinico” formato durante la fase di continentalità tardo-paleozoica, mesozoiche e cenozoiche. Il penepiano si eleva ad una quota media di circa 600 m, ed è delimitato da profonde incisioni e versanti a forte acclività che hanno impedito una utilizzazione intensiva dell’area.

Nell’insieme il paesaggio è costituito da superfici sopraelevate, generalmente impostate su strati orizzontali di rocce sedimentarie (tavolati) o anche sull’antica superficie di erosione permo-triassica esumata dallo smantellamento della copertura giurassica.

Tali altopiani di natura carbonatica sono generalmente solcati da valli strette e profonde che incidono anche il basamento paleozoico e che, per progressivo allargamento, suddividono i tavolati stessi in più rilievi isolati a sommità tabulare o quasi. Quando lo smantellamento è più spinto restano solo rilievi testimoni o pinnacoli.

I corsi d’acqua e le valli, generalmente molto incassate, hanno un andamento ora lineare, dettato dall’impostazione strutturale, ora tortuoso fino a meandri forme. La genesi dei meandri incassati può essere ricondotta a fenomeni di ringiovanimento del rilievo che hanno portato ad un’intensa ripresa dell’erosione verticale in età post-eocenica, con una successiva accentuazione plio-quaternaria.

Le valli sono prevalentemente simmetriche, con forma a V, tuttavia nel basamento scistoso sono frequenti anche quelle con versanti a diversa inclinazione (asimmetriche), in chiara relazione con la loro giacitura a reggipoggio o franapoggio.

Le differenze strutturali dei versanti hanno favorito condizioni evolutive diverse: dove si hanno giaciture a reggipoggio i versanti si presentano più ripidi, al contrario in

giaciture a franapoggio i versanti si presentano con acclività più basse che permettono l’accumulo dei detriti e la formazione di suolo.

Oltre ai processi gravitativi presenti nella struttura carbonatica è importante ricordare quelli presenti nelle altre litologie che, insieme ai precedenti, hanno determinato da un lato i fenomeni fransosi e dall’altro il verificarsi dell’accumulo di coltri di detrito nelle vallecole e nei canaloni. Tale detrito è costituito da piccole coltri più o meno estese, terroso argillose, di potenza variabile sino alcuni metri, poggiante sul substrato scistoso con soluzione di continuità spesso difficilmente definibile, caratterizzati talora da livelli discontinui grossolani, qua e la ciottolosi, in giacitura pensile, in corrispondenza di tracce di antichi terrazzi, probabilmente di origine paleoalluvionale o paleodetritica.

L’Unità paesaggistica è spesso interrotta da filoni e ammassi di porfido granitico e subvulcanici, che formano a seconda della loro competenza, degli evidenti dossi morfologici.

#### **6.4 Schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea**

L’idrografia caratterizza fortemente il territorio di Ussassai che ricade nel bacino della Barbagia di Seulo precisamente nel bacino imbrifero del Flumendosa.

All’interno del bacino idrografico sopradetto è identificato il sottobacino del rio Flumineddu/San Gerolamo, tale bacino è caratterizzato da forti pendenze e da profonde valli erosive.

Le principali linee spartiacque vengono identificate nei rilievi, le cui creste si allungano da Nord a Sud, coincidendo con la direzione di scorrimento generale dei corsi d’acqua.

L’assetto tettonico delle fratture dell’area in esame, unitamente alla diversa erodibilità e permeabilità dei litotipi che hanno originato forme distinte nel paesaggio, ha condizionato la disposizione della rete idrografica soprattutto quella della valle del Rio San Girolamo, impostata sulle metamorfiti paleozoiche; qui infatti è risultata di primaria importanza per la sua evoluzione la linea di faglia avente direzione da N-S a NNO –SSE.

A questa frattura principale, impostata su una struttura monoclinale ercinica, si aggiungono sistemi secondari di faglie pluridimensionali, soprattutto NE-SO e E-O, contemporanee e successive, che si riflettono morfologicamente in anomalie dell’andamento planimetrico dei fiumi.

I reticolari presenti nell'area sono del tipo dendritico, ossia di forma arborescente, con un canale principale che si suddivide in rami via via meno importanti procedendo verso monte ma sempre più uncinati, tipico di terreni omogenei, impermeabili e a limitata acclività.

L'assetto idrogeologico dell'area è condizionato per buona parte del territorio dalle coperture del complesso metamorfico e sedimentario del basamento paleozoico e dai depositi carbonatici giurassici, e pertanto mostrano delle differenze tra loro in funzione del tipo di permeabilità che può essere per porosità o per fratturazione.

Infatti, l'elevata impermeabilità del basamento cristallino del Paleozoico presente in buona parte del territorio, garantisce un buon deflusso alle acque meteoriche limitando le perdite per evapotraspirazione; le litologie presenti nella parte restante dell'area in esame di contro semipermeabili e localmente permeabili, non rappresentano un ostacolo al deflusso delle acque avendo una potenza ed estensione limitata.

### **Idrologia superficiale**

Il principale corso d'acqua che caratterizza il territorio in esame è rappresentato dal Rio San Girolamo che segna il confine tra Barbagia e Ogliastra.

Esso è impostato sulle litologie paleozoiche, scorre con andamento meandriforme e orientamento preferenziale N-S. mostra i tipici fenomeni legati alla dinamica fluviale, determinando localmente un'azione di scalzamento delle sponde e al contempo aumentandone la sinuosità. Il fenomeno erosivo si osserva nelle anse concave, mentre sul lato interno convesso, avviene la deposizione del materiale eroso precedentemente.

Tale rio è alimentato da una fitta rete idrografica che si sviluppa a partire dalle unità carbonatiche incidendo ed erodendo una serie di valli, e che confluiscono le acque in esso.

La caratteristica più importante dell'idrografia dei vari bacini è costituita dal regime prevalentemente torrentizio dei corsi d'acqua con piene improvvise e di breve durata, infatti, il regime dei corsi d'acqua è influenzato dalle condizioni climatiche, diventando importante in corrispondenza di precipitazioni particolarmente intense. Il contributo di molte parti dei bacini, al di fuori di questi eventi, è praticamente nullo.

Anche il regime dei corsi d'acqua considerati perenni (Rio San Girolamo), può risultare molto variabile, tanto che l'acqua scompare per lunghi tratti del corso durante i periodi siccitosi.

### **Idrologia sotterranea**

Il settore in questione costituisce un complesso idrogeologico ben caratterizzato e relativamente semplice in funzione dei suoi aspetti morfologici e geologici. In generale la parte più impermeabile o scarsamente permeabile della zona è costituita dalle formazioni metamorfiche e intrusive del Paleozoico, mentre le parti permeabili sono rappresentate dalle coperture sedimentarie del Giurese.

Le litologie del Complesso metamorfico del Paleozoico presentano permeabilità da bassa a nulla, che può variare a seconda dei termini maggiormente fessurati determinando solitamente acquiferi non eccessivamente ricchi d'acqua.

Le litologie del Complesso carbonatico del Mesozoico presentano coefficiente di permeabilità legata all'intensa fratturazione della roccia e dal carsismo, è nel complesso classificabile da media ad alta; tale unità idrogeologica è costituita dalle dolomie e da calcari dolomitici dei cosiddetti tacchi giurassici.

Alla base dei tacchi solitamente è alcune volte presente una facies clastica a permeabilità bassa e scarsa, costituita da litotipi da arenacei ad argillosi che costituiscono il livello impermeabile che permette alla falda di emergere.

I depositi alluvionali del Quaternario presentano coefficiente di permeabilità legato alla porosità della roccia, è nel complesso classificabile da media ad alta.

I depositi che coprono il fondovalle dei principali fiumi sono caratterizzati da tale permeabilità che permette una facile alimentazione degli acquiferi in essa contenuti; acquiferi che spesso coincidono con la stessa falda di subalveo alimentata dalle stesse acque fluviali.

All'interno della struttura idrogeologica, un ruolo di grande importanza è assunto dalla faglie; infatti fungono da sbarramento, condizionando così la direzione dei deflussi sotterranei e l'accumulo delle riserve.

A diverse quote, lungo i versanti scistosi, si rinvengono delle coperture detritiche più o meno estese, probabilmente di origine paleoalluvionale e paleodetrivita. Tali formazioni possono ospitare stagionalmente piccole riserve idriche che alimentano alla loro base sorgenti di limitata portata.

## **7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOTECNICA**

### **7.1 Criteri di programmazione ed i risultati delle indagini in situ e di laboratorio e le tecniche adottate con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti**

Come evidenziato nella relazione geologica allegata (a cui si rimanda per maggiori dettagli), le problematiche geologiche e, conseguentemente, geotecniche consistono essenzialmente nella movimentazione gravitativa del versante (costituito da materiale terrigeno eterogeneo quali argille, limi, sabbie e ciottoli eterometrici) dovuta alla compromissione statica delle caratteristiche meccaniche del deposito di versante, sovrastanti gli scisti paleozoici.

La causa scatenante del movimento franoso è da attribuire nelle abbondanti piogge, che hanno provocato:

- l'erosione dei materiali pseudo coerenti alla base del versante, comportando lo scalzamento dello stesso;
- la saturazione in acqua del materiale sciolto costituente le litologie affioranti.

La superficie di scorrimento è da individuare nella parte superiore degli scisti paleozoici, con giacitura a frana-poggio, l'attivazione della quale è stato accentuata dal materiale argilloso saturo d'acqua che ha lubrificato e innescato il movimento franoso.

Dal punto di vista geotecnico, per valutare la tipologia dell'intervento progettuale, si è ritenuto essenziale la individuazione della superficie di contatto tra le due tipologie litologiche (scisti compatti e materiale terrigeno sovrastante) e caratterizzare questi ultimi materiali che graviteranno sulle opere di consolidamento in progetto.

### **7.2 Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche.**

La campagna geognostica è stata articolata in:

- raccolta ed esame di studi geologici eseguiti nelle aree interessate ai lavori;
- rilievi superficiali di campagna con l'osservazione diretta dell'andamento dei versanti e individuazione dei litotipi affioranti;
- n° 4 sondaggi di cui due (S1, S2) verticali e due (S3, S4) inclinati di circa 28°, a rotazione a carotaggio continuo con carotiere doppio nelle parti significative, spinti nelle rocce compatte fino ad oltrepassare il contatto con l'ammasso roccioso, tramite l'utilizzo di corona diamantata;

- determinazione della massa volumetrica apparente su campione prelevato dai sondaggi al livello del materiale di ricoprimento;
- n.1 prove di taglio diretto sul campione prelevato dai sondaggi.

### **7.3 Scelta dei parametri geotecnici di progetto, riferiti alle caratteristiche dell'opera, caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, risultati dei calcoli geotecnici**

Le litologie attraversate con i carotaggi, che sono stati spinti ad alcuni metri (da due a sei metri) entro le litologie paleozoiche a diversi gradi di scistosità, ma in genere molto compatti e coerenti.

Il complesso basale paleozoico è rappresentato da un substrato scistoso caratterizzato da una irregolare alternanza di livelli da decimetrici a metrici di metarenarie quarzose e micacee, metapeliti, filladi quarzose, filladi e quarziti.

Le metarenarie e le quarziti presentano un grado di compattezza particolarmente elevato, mentre le metapeliti e le filladi presentano superficialmente scarsa compattezza.

Nel caso in esame, la presenza di una superficie di scivolamento ben levigata ormai consolidata, ha comportato la totale asportazione del possibile livello superficiale con scarsa compattezza, mantenendo in situ solo le litologie più coerenti.

Le caratteristiche geotecniche variano in funzione della fratturazione, della alterazione della roccia e della foliazione e della scistosità.

I depositi di versante olocenici presenti localmente nell'area (non cartografati nelle carte geologiche) sono costituiti da materiali eterometrici poco elaborati di metamorfiti con matrice limo - argillosa, da bruna a rossastra, disposti sui versanti impostati sul basamento paleozoico.

Le litologie risultano prive di coerenza e con caratteristiche geomecaniche molto limitate, i parametri di riferimento risultano:

Densità 1850 kg/mc

$\phi = 22,81^\circ$

C drenata = 12,03 kpa

#### **7.4 Dimensionamento dell'intervento**

Le opere in progetto riguardano il ripristino della strada comunale ubicata a mezza costa su un pendio che è stato interessato da un movimento franoso, i lavori consistono nella stabilizzazione del pendio con opere di sostegno mediante l'utilizzo di gabbionate metalliche riempite di pietrame grossolano (vedi Relazione specialistica per caratteristiche dei materiali) su tre allineamenti sfalsati a valle del tracciato stradale di muri.

Nel dettaglio (vedi elaborati grafici di progetto - tav. 2a, per l'individuazione degli interventi):

##### **- parte a valle del tracciato stradale:**

Intervento B di sottoscarpa alla viabilità, sono previste, in totale, tre file di gabbioni, di cui i primi due hanno uno sviluppo di 19 m per una profondità di 1.50 m, la terza fila ha una profondità di 1 m e uno sviluppo di 20 m, la forma complessiva è di un trapezio rovesciato.

Intervento C, anche qui è prevista una gabbionata su due file di cui la prima ha profondità di 1.50 m per uno sviluppo di 8 m, la seconda ha profondità di 1 m per uno sviluppo pari a quello della fila sottostante.

Intervento C' si prevede uno sviluppo di 16 m su due file, uguale all'intervento C riguardo la profondità.

Negli interventi B, C e C' verrà effettuato lo spianamento del piano di posa della base dei gabbioni mediante la realizzazione di un'unghia in cls armato, con ancoraggio dei gabbioni agli scisti sottostanti, con passanti in spezzoni di ferro attraverso lo spianamento in cls.

##### **- parte a monte del tracciato stradale:**

Intervento A di controripa alla viabilità, le gabbionata saranno realizzate su due file, per uno sviluppo lineare di 30 m, con una profondità di 1 m.

Nella parte a tergo delle opere di sostegno verrà posizionato un telo di tessuto non tessuto, con il posizionamento di tubi drenanti longitudinali alla muratura, al fine di diminuire le pressioni neutre nei terreni (*per maggior dettaglio si rimanda agli elaborati grafici di progetto*).

### **7.5 Verifica di stabilità del pendio**

Le verifiche (riguardo la stabilità globale, la stabilità a ribaltamento, la stabilità interna, a scorrimento, il comportamento come muro di sostegno) relative al muro di sostegno previsto a valle della strada, realizzato in gabbionate metalliche, vengono riportate nella relazione specialistica allegato E, e risultano rispondenti alla normativa di riferimento.

### **7.6 Interazioni con altre opere**

La realizzazione dei manufatto è connessa alla conduzione dell'azienda agricola e il complesso degli interventi mantengono la medesima destinazione d'uso.

Lo stabile realizzato, in considerazione della tipologia dell'intervento e dell'ubicazione planimetrica dello stesso, non sono da prevedersi interazioni costruttive future con altre opere, che potrebbero realizzarsi in futuro e di cui non ci sono previsioni di intervento.

### **7.7. Inquadramento dell'intervento nell'ambito del PAI - rischio frana**

L'intervento in esame riguarda la stabilizzazione del corpo di frana, con allineamento di muri in gabbionate metalliche e pietrame, e il ripristino della viabilità comunale.

#### **7.7.1 Ammissibilità intervento**

Il PAI elaborato dalla Regione Autonoma della Sardegna, attribuisce nella relativa cartografia, al lotto interessato ai lavori eseguiti, situato in località "Mariggedda" nel comune di Ussassai, una pericolosità geologica parte in Hg4.

Tale tipologia di lavori in sanatoria è consentita nelle aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4):

- (NdA PAI, art. 31 comma 1, lettera a) – *le opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi, di manutenzione e consolidamento dei versanti, di tutela dei suoli;*

#### **7.7.2 Analisi rischio frane**

In base ai dati analizzati, durante il rilievo geologico e geomorfologico, è stata valutata la possibilità che l'area interessata dall'intervento possa essere soggetta a fenomeni franosi.

Si è proceduto al calcolo della valutazione del rischio di frana riferendosi alle tabelle riportate nella relazione generale del PAI.

Quindi il rischio frana è stato così definito:  $Rg = Hg * E * V$  con:

**Rg** = Rischio frane (limitatamente al solo edificio esistente all'approvazione del PAI, in quanto le aree adiacenti risultano classificate con un grado di rischio inferiore)

- classe Rg 4, - intensità Molto elevata, - sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio economiche.

**Hg** = Pericolosità geologica

Per l'area in esame è stata individuata una pericolosità Hg4:

- classe Hg4, - intensità Molto elevata, - effetti: zone in cui sono presenti frane attive, continue e stagionali: zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti.

**E** = Elementi a rischio ( la viabilità interessata dal movimento franoso è da considerarsi secondaria e di utilizzo saltuario)

- classe Eg2, elementi: Aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane, poco abitate; edifici sparsi. Zona agricola generica (con possibilità di edificazione): zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato; parchi, verde pubblico non edificato;  
**infrastrutture secondarie.**

**V** = Vulnerabilità, intesa come capacità di resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento

Nel caso in esame, considerato che gli elementi a rischio riguardano la classe Eg2, la vulnerabilità è pari a 1.

**Pertanto, in fase di calcolo del rischio per la elaborazione della cartografia del PAI, quindi non sussiste alcun aumento del rischio con l'esame delle stesse opere.**

## **7.8 Misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento delle condizioni di rischio**

L'intervento in progetto prevede la stabilizzazione della frana mediante opere di contenimento, pertanto nella realizzazione delle opere in progetto non sussiste alcun aumento di rischio geologico, anzi si avrà una riduzione sensibile.

## **7.9 Piano manutenzione interventi**

Le opere in progetto, considerate le tipologie costruttive, prevede le opportune opere di manutenzione ordinarie.

## **8. Conclusioni**

Pertanto, relativamente allo studio di compatibilità geologica e geotecnica, le opere in progetto risultano inquadrate nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico ( PAI ), elaborato dalla Regione Autonoma della Sardegna, ( art. 31 comma 1, lettera a) delle NdA ) come opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi, di manutenzione e consolidamento dei versanti, di tutela dei suoli, quindi pienamente compatibili con il Piano PAI vigente.

## 9. Documentazione fotografica



Foto 1) sentiero residuale della viabilità a seguito del movimento franoso



Foto 2) sentiero residuale della viabilità a seguito del movimento franoso



Foto 3) Movimento franoso

Pinna Vincenzo - ingegnere  
Pilia Marco Valentino - geologo



Foto 4) Movimento franoso a monte della viabilità



Foto 5) Movimento franoso a monte della viabilità

## Indice

- 1. Premessa**
- 2. Localizzazione dell'area interessata dall'intervento**
- 3. Inquadramento dell'area**
- 4. Inquadramento nello strumento urbanistico comunale (PRG vigente e PUC adottato)**
- 5. Inquadramento degli interventi nel PAI**
- 6. STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA**
  - 6.1 Assetto geologico di inquadramento**
  - 6.2 Situazione litostratigrafica locale**
  - 6.3 Lineamenti geomorfologici della zona, eventuali processi morfologici i dissesti in atto e potenziali che possono interferire con l'opera da realizzare e la loro tendenza evolutiva**
  - 6.4 Schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea**
- 7. STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOTECNICA**
  - 7.1 Criteri di programmazione ed i risultati delle indagini in situ e di laboratorio e le tecniche adottate con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti**
  - 7.2 Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche**
  - 7.3 Scelta dei parametri geotecnici di progetto, riferiti alle caratteristiche dell'opera, caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, risultati dei calcoli geotecnici**
  - 7.4 Dimensionamento del manufatto o dell'intervento**
  - 7.5 Verifica di stabilità del pendio**
  - 7.6 Interazioni con altre opere**
  - 7.7 Inquadramento dell'intervento nell'ambito PAI – rischio frane**
    - 7.7.1 Ammissibilità intervento**
    - 7.7.2 Analisi rischio frana**
  - 7.8 Misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento delle condizioni di rischio**
  - 7.9 Piano manutenzione interventi**
- 8. Conclusioni**
- 9. Documentazione fotografica**