



Comune di Ussassai
Provincia di Nuoro
Regione Sardegna



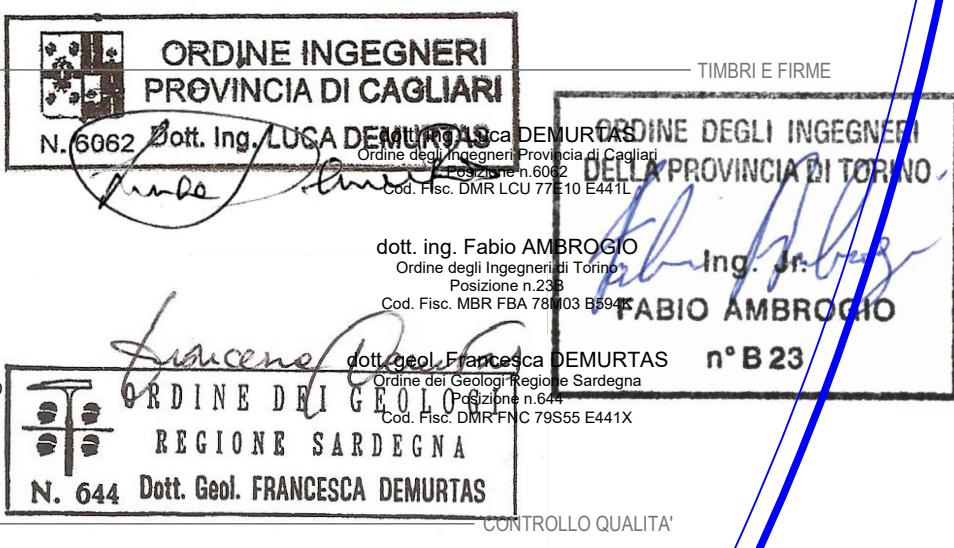
OPERE DI CONSOLIDAMENTO NEL CENTRO ABITATO DI USSASSAI
CUP: D16B20000980002 - CIG: 83154530E6

PROGETTO DEFINITIVO - Lotto 1

2 - STUDI AMBIENTALI E GEOLOGICI - GEOTECNICI

COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI
VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS GIULIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it



DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	GIU/2022
COD. LAVORO	445/SR
TIPOL. LAVORO	D
SETTORE	G
N. ATTIVITA'	02
TIPOL. ELAB.	RS
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	03
VERSIIONE	0

REDATTO
geol. Francesca DEMURTAS

CONTROLLATO
ing. Fabio AMBROGIO

APPROVATO
geol. Francesca DEMURTAS

ELABORATO

D.2.3



INDICE

1. PREMESSA	2
2. QUADRO NORMATIVO	3
2.1 CRITERI DI RIFERIMENTO PER LA PRESENTE COMPATIBILITÀ GEOLOGICA - GEOTECNICA	4
2.2 INQUADRAMENTO NEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO REGIONALE.....	4
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	7
4.1 ASSETTO GEOLOGICO DI INQUADRAMENTO.....	7
4.2 SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE	8
4.1 INQUADRAMENTO TETTONICO E CARATTERI GEOSTRUTTURALI GENERALI.....	10
5. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E STATO DEI LUOGHI.....	11
5.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO DI INQUADRAMENTO.....	11
5.2 CENTRO URBANO	11
5.3 PROCESSI MORFOLOGICI E CRITICITÀ GEOLOGICO IDRAULICHE	12
5.3.1 Pericolosità morfologica.....	12
5.3.2 Pericolosità idraulica	13
6. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA.....	14
6.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE	14
6.2 IDROLOGIA SOTTERRANEA	15
6.3 CARATTERI IDROGEOLOGICI DEI TERRENI	15
7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOTECNICA.....	16
7.1 DIMENSIONAMENTO DELL'INTERVENTO E CRITERI DI PROGRAMMAZIONE, RISULTATI DELLE INDAGINI IN SITO ED IN LABORATORIO E LE TECNICHE ADOTTATE CON MOTIVATO GIUDIZIO SULLA AFFIDABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI	16
7.2 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO, RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DELL'OPERA, CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO, RISULTATI DEI CALCOLI GEOTECNICI	18
7.3 VERIFICA DI STABILITÀ DEL PENDIO	18
7.4 INTERAZIONE CON ALTRE OPERE	19
8. CONCLUSIONI	20

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Estratto della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 –
- ALLEGATO 2 – Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica (di cui all'Art. 8 Comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI) del territorio comunale di Ussassai – Pericolosità da frana Centro Urbano –



1. PREMESSA

La presente relazione di compatibilità geologica - geotecnica è parte integrante del Lotto 1 del Progetto Definitivo attualmente coperto da finanziamento commissionato agli scriventi dal Comune di Ussassai per gli interventi denominati "*Opere di consolidamento nel centro abitato di Ussassai*". Gli interventi in progetto riguardano la realizzazione di opere di drenaggio, regimazione superficiale e opere strutturali funzionali alla mitigazione del rischio idraulico del centro abitato del paese.

La viabilità interessata dagli interventi tra cui è presente la SS189 e alcune strade comunali di minore importanza allo stato di fatto risulta sprovvista di efficaci opere di collettamento delle acque di versante. Solo lungo una minima parte dello sviluppo stradale sono presenti cunette alla francese che consentono la raccolta e lo smaltimento delle acque di versante e di piattaforma. Pertanto in occasione di eventi meteorici anche ordinari, le opere di collettamento esistenti non consentono il drenaggio efficace delle acque meteoriche causando allagamenti superficiali lungo la viabilità urbana di Ussassai.

Gli interventi di cui si valuta la compatibilità hanno lo scopo di mitigare tali fenomeni, andando a migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del reticolto idrografico all'interno del centro abitato, e dunque con una riduzione della pericolosità e di danno potenziale nello stesso.

A seguito dei sopralluoghi e dell'indagine geologica e geomorfologica diretta sull'intero versante dove ha sede il centro abitato, sono stati visionati lavori specifici messi a disposizione dalla Committenza, quali "*Sistemazione del guado in località "Marigedda" e regimazione acque a monte dell'abitato* (Luglio 2015)", "*Studio PAI art. 8 (2019)*", con cui sono stati integrati i dati sulle caratteristiche geotecniche del versante e dei materiali detritici presenti.

Il presente lavoro è stato redatto in osservanza alla normativa vigente, con particolare riferimento a quanto richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 ed inoltre secondo le Norme di Attuazione del PAI regionale.



2. QUADRO NORMATIVO

Il riferimento normativo principale per il presente elaborato è costituito dal *“Piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna”*¹ redatto, adottato e approvato ai sensi delle seguenti leggi:

- L. 18.5.1989, n. 183, “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- dell’articolo 1, commi 1, 4, 5 e 5-bis, del D.L. 11.6.1998, n. 180, *“Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania”*, convertito con modificazioni dalla legge 3.8.1998, n. 267;
- c. dell’articolo 1-bis, commi 1-4, del decreto legge 12.10.2000, n. 279, *“Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali”*, convertito con modificazioni dalla legge 11.12.2000, n. 365;
- D.P.C.M. 29 settembre 1998, *“Atto di indirizzo e coordinamento per l’individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all’art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180”*;
- L.R. 22.12.1989, n. 45, *“Norme per l’uso e la tutela del territorio regionale”*, e s.m.i., tra cui quelle della legge regionale 15.2.1996, n.9.

Nelle aree di pericolosità da frana in particolare il PAI ha le finalità di:

- garantire nel territorio della Regione Sardegna adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici e tutelare quindi le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni;
- inibire attività ed interventi capaci di ostacolare il processo verso un adeguato assetto idrogeologico di tutti i sottobacini oggetto del piano;
- costituire condizioni di base per avviare azioni di riqualificazione degli ambienti fluviali e di riqualificazione naturalistica o strutturale dei versanti in dissesto;
- stabilire disposizioni generali per il controllo della pericolosità idrogeologica diffusa in aree non perimetrati direttamente dal piano;
- impedire l’aumento delle situazioni di pericolo e delle condizioni di rischio idrogeologico esistenti alla data di approvazione del piano;
- evitare la creazione di nuove situazioni di rischio attraverso prescrizioni finalizzate a prevenire effetti negativi di attività antropiche sull’equilibrio idrogeologico dato, rendendo compatibili gli usi attuali o programmati del territorio e delle risorse con le situazioni di pericolosità idraulica e da frana individuate dal piano;
- rendere armonico l’inserimento del PAI nel quadro della legislazione, della programmazione e della pianificazione della Regione Sardegna attraverso opportune previsioni di coordinamento;
- offrire alla pianificazione regionale di protezione civile le informazioni necessarie sulle condizioni di rischio esistenti;

¹ *Interventi sulla rete idrografica e sui versanti Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni.*



- individuare e sviluppare il sistema degli interventi per ridurre o eliminare le situazioni di pericolo e le condizioni di rischio, anche allo scopo di costituire il riferimento per i programmi triennali di attuazione del PAI;
- creare la base informativa indispensabile per le politiche e le iniziative regionali in materia di delocalizzazioni e di verifiche tecniche da condurre sul rischio specifico esistente a carico di infrastrutture, impianti o insediamenti.

2.1 CRITERI DI RIFERIMENTO PER LA PRESENTE COMPATIBILITÀ GEOLOGICA - GEOTECNICA

L'articolo 25 delle Norme di Attuazione dei PAI prescrive che i progetti proposti per l'approvazione nelle aree di pericolosità da frana molto elevata, elevata e media debbano essere accompagnati da uno studio di compatibilità geologica e geotecnica predisposto secondo i criteri indicati all'Allegato F delle NdA.

Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica ha l'obiettivo di valutare il progetto con riferimento alla finalità ed agli effetti ambientali; analizza le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dei dissesti attivi o potenziali dell'area interessata, verifica e dimostra la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI, prevede adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto. La compatibilità geologica e geotecnica dell'intervento proposto è verificata in funzione dei dissesti in atto o potenziali che definiscono la pericolosità dell'area interessata in relazione alle destinazioni e alle trasformazioni d'uso del suolo collegate alla realizzazione dell'intervento stesso.

2.2 INQUADRAMENTO NEL PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO REGIONALE

Il Piano di Assetto Idrogeologico individua l'abitato di Ussassai nelle classi di **Pericolosità da frana elevata 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 instabilità dei versanti potenziali; frane di neoformazione presumibilmente in tempi pluriennali o pluridecennali" e **molto elevata Hg4** "Zone con frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici; zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi", così come censite dal PAI (vedi ALLEGATO 2).

Tale pericolosità è rappresentata da depositi detritici e materiale grossolano presenti lungo le aste torrentizie e lungo i versanti, terroso argillosi, di potenza variabile sino ad alcuni metri, potenzialmente mobilizzabili dal ruscellamento superficiale areale diffuso e incanalato, accentuato in assenza di vegetazione. Tali coperture detritiche sono poste in condizioni instabili lungo i versanti, caratterizzati da pendenze medio elevate, e nelle sponde dei corsi d'acqua, e potrebbero causare l'innesto di possibili colate detritiche in occasione di precipitazioni particolarmente intense, che si riverserebbero lungo le aste torrentizie attraversanti il centro urbano.



3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'intervento riguarda il centro urbano di Ussassai, paese ogliastrino ricadente nella provincia di Nuoro.

Cartograficamente l'area ricade:

- nel Foglio 531 "III" della cartografia IGM in scala 1:25.000;
 - nella sezione 531 130 della Carta tecnica regionale in scala 1:10.000;
 - al Foglio 218 "Isili", della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000.

Si riporta in Figura 1 un inquadramento da foto aerea a grande scala del territorio in esame.



Figura 1 – Inquadramento abitato di Ussassai su ortofoto regionale (Google Maps)

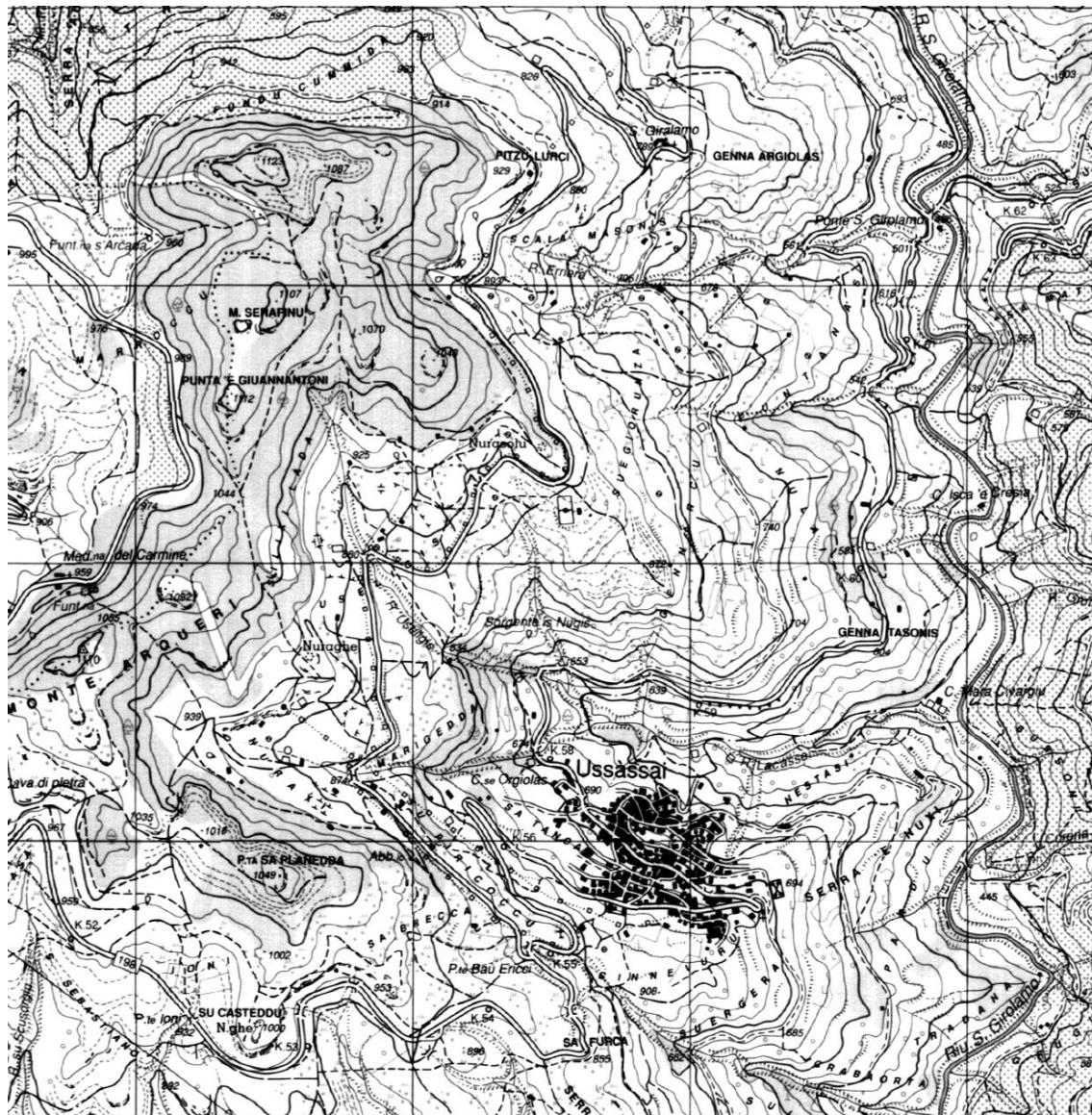


Figura 2 – Abitato di Ussassai su Cartografia IGM in scala 1:25.000



4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

4.1 ASSETTO GEOLOGICO DI INQUADRAMENTO

Il centro urbano di Ussassai si sviluppa in prevalenza su litologie appartenenti al Paleozoico, rappresentate dal Complesso metamorfico sedimentario, e locali intrusioni del Complesso filoniano in facies porfirica. Afferiscono al Quaternario i depositi detritici eluvio colluviali e di versante.

L'affioramento più antico è rappresentato dal Complesso metamorfico costituito da più facies a vario grado evolutivo, prevalentemente scistose e polifasiche, metarenarie e quarziti, alternate a filladi riferibili all'Ordoviciano sup. – Siluriano. L'alta scistosità contribuisce ad accentuare la sfaldabilità della roccia, che localmente si presenta con un alto grado di alterazione e con media e alta fratturazione.

Questa successione terrigena appartiene in scala più ampia alla Formazione delle filladi grigie del Gennargentu, del Complesso metamorfico di Basso Grado della Barbagia. All'interno di questo Complesso alcuni autori² hanno evidenziato la presenza di due Unità tettoniche sovrapposte, l'Unità Tettonica della Barbagia, il cui spessore apparente si aggira sui 2000 m, che si sovrappone alla seconda Unità di Meana Sardo, affiorante estesamente nel settore meridionale del territorio di Ussassai.

L'uniformità del Complesso metamorfico è interrotto dall'affioramento del Sistema filoniano, a prevalente chimismo acido, la cui messa in posto è ascrivibile alla fase estensiva tardo ercinica, ed è rappresentato da porfidi granitici e granodioritici, porfidi granitici rosati e filoni idrotermali a quarzo prevalente. Lo spessore di questi filoni è di circa 30 – 50 m in media, e presentano direzione prevalente NW-SE, parallele e coincidenti con le linee di fratturazione tettoniche del territorio.

Sui rilievi paleozoici nell'intorno dell'abitato, esternamente all'area di indagine, sono presenti le coperture sedimentarie afferenti al Mesozoico, costituite da calcari dolomitici giurassici della Formazione di Dorgali, con giacitura da suborizzontale a debolmente inclinata (2°-5°) rappresentanti piccoli altopiani tabulari, noti come "Tacchi" o "Tonneri", con spessore massimo affiorante di 60 m.

Il Quaternario è come detto rappresentato dalla copertura detritica eluvio-colluviale e di versante, costituita dai prodotti di alterazione delle rocce originarie, con talvolta inclusi blocchi di notevoli dimensioni, rinvenibili lungo le aree di impluvio e alla base del versante. Lo spessore di questa copertura è variabile dai pochi decimetri fino a spessori metrici. Sono poi riconoscibili sull'asta del rio Lacassei e del rio San Girolamo a valle del centro abitato depositi di origine fluviale e trasporto torrentizio, costituiti da ciottoli e blocchi eterometrici in matrice per lo più sabbioso – ghiaiosa, ma anche arenaceo limosa, e lungo i versanti, contenenti orizzonti rossastri dovuti all'ossidazione dei minerali ferrosi presenti nella roccia madre.

² Dessau G., Duchi G., Moretti A., Oggiano G. (1982) – Geologia della zona del valico del Correboi (Sardegna centro-orientale). Rilevamento, Tettonica, Giaciimenti Minerari – Boll. Soc. Geol. It. 101.



4.2 SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE

Le formazioni geologiche presenti nel territorio, e interessanti gli interventi di progetto, nell'area di interesse risultano essere, da quelle più antiche a quelle più recenti:

- **Basamento Metamorfico paleozoico**

Il basamento metamorfico costituisce l'ossatura dei versanti e dei bacini idrografici, è costituito da una successione terrigena potente, afferente a unità litostratigrafiche alloctone, trasposte e variate nei loro caratteri originari durante la fase orogenetica ercinica: esse sono costituite da un'alternanza di termini metarenacei quarzosi e metasiltstiti (Formazione delle filladi grigie, Unità tettonica della Barbagia) e da metarenarie micacee fini, metasiltiti e metapeliti (Formazione delle Arenarie di San Vito e Formazione di Monte Santa Vittoria, Unità tettonica di Meana Sardo). Il basamento metamorfico è individuato in questo studio come un unico complesso scistoso, intensamente fratturato e localmente intensamente alterato, in funzione della natura mineralogica e petrografica dei sedimenti.

- **Depositi detritici eluvio colluviali e detriti di versante**

Lungo i versanti e nelle aree di impluvio si rinvengono i depositi detritici eluvio colluviali e detriti di falda, formatisi in prevalenza per gravità ed erosione idrica superficiale delle rocce soprastanti e del basamento, nonché dall'alterazione ed erosione della roccia basale: essi sono costituiti da elementi litici di varia natura, poco elaborati, a struttura interna caotica, con matrice limo – argillosa, da bruna a rossastra, ricoprenti il basamento paleozoico; presentano spessori variabili da pochi cm a qualche metro.

- **Depositi fluvio - torrentizi**

Nella parte bassa dell'abitato, sulla valle del rio San Lacassei, i depositi di versante si raccordano alle alluvioni e ai depositi fluvio torrentizi del corso d'acqua, e sono caratterizzati da ciottoli da poco a molto elaborati, in abbondante matrice, moderatamente cementata.



Figura 3 – Affioramento del Complesso paleozoico metamorfico all'interno del centro abitato, in facies metarenaria, con giacitura a reggipoggio



Figura 4 – Depositi detritici e di versante disposti lungo l’impluvio del rio Sa Pira, in località Sa Tanca, a valle della SS 198



Figura 5 – Impluvio del Rio Nestasi a valle del centro abitato



4.1 INQUADRAMENTO TETTONICO E CARATTERI GEOSTRUTTURALI GENERALI

L'area, come l'intero territorio isolano, è stata interessata da varie fasi deformative legate a più eventi tettonici che nel corso delle varie epoche hanno profondamente influenzato la morfologia dell'intera regione, conferendole la conformazione attuale.

A livello regionale la fase deformativa più importante che ha definito la morfologia odierna è l'orogenesi ercinica. Essa si è manifestata in due eventi deformativi principali: una prima fase compressiva, avente come conseguenze un metamorfismo di basso grado associato a sistemi di pieghe isoclinali coricate con direzione assiale principale NW-SE, e scistosità penetrativa di piano assiale che rappresenta la superficie strutturale più evidente alla scala dell'affioramento; a tale periodo sono attribuibili le diffuse mineralizzazioni di quarzo presenti nell'area; tale fase ha portato al sovrascorrimento delle successioni arenacee Paleozoiche, con trasporto tettonico (tettonica a falde) secondo direzione SW.

Durante la seconda fase tardo-orogenica, caratterizzata da movimenti più distensivi, si è avuta la messa in posto del batolite ercinico lungo fratture e faglie preesistenti, la riattivazione delle faglie a carattere prevalentemente distensivo con direzione preferenziale N-S e NNW-SSE e secondario ortogonale E-W e ENE-WSW. Lungo tali direzioni successivamente si sono impostati i filoni sia acidi che basici che pervadono in modo diffuso l'ammasso granitico. Queste direzioni principali sono quelle che hanno determinato i maggiori lineamenti morfo-strutturali e le linee di cresta dei rilievi attuali secondo direzione prevalente N-S.

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. Il territorio di Ussassai è attraversato, con direzione da N-S a NNO –SSE, da una importante linea di dislocazione relativa appunto al periodo Plio – pleistocenico, che ha giocato un ruolo di primaria importanza nell'evoluzione della valle del Rio san Girolamo che è impostata sul substrato metamorfico.

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.

Diverse fasi neotettoniche sono state riconosciute nell'area, sulla base di un importante ringiovanimento del rilievo avvenuto probabilmente in momenti successivi. Si tratta di una tettonica distensiva con direttrice NO- SE generalmente sovrapposta a strutture precedenti.



5. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E STATO DEI LUOGHI

5.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO DI INQUADRAMENTO

Morfologicamente l'abitato di Ussassai ricade in un ambito prettamente montano. I rilievi sono spesso caratterizzati da sommità tabulari, rappresentate da strati orizzontali di rocce carbonatiche sedimentarie di età mesozoica o, dove l'erosione è più spinta, presentano in affioramento le successioni scistose paleozoiche con superficie di spianamento regolare, sub-pianeggiante, che si attesta a quote medie di 850-900 m s.l.m.; i versanti sono generalmente a forte acclività e caratterizzati da profonde incisioni fluvio torrentizie, che suddividono i tavolati stessi in più rilievi isolati.

Le incisioni presentano in prevalenza un andamento lineare dovuto a strutturazioni tettoniche, talvolta tortuosi e meandriformi, che si sviluppano in prevalenza nelle direzioni NW-SE e secondariamente ortogonali.

I versanti su cui insiste il centro abitato di Ussassai è caratterizzato da condizioni di pericolosità geomorfologica e da frana di elevata intensità, date da processi gravitativi, dovuti in primis alla variazione litologica tra le sequenze sedimentarie carbonatiche e gli scisti sottostanti sulle sommità dei rilievi, evidenziata dai bordi dei tavolati prevalentemente a pareti sub verticali, la cui intensa fratturazione per la tettonizzazione dell'area e l'esposizione agli agenti esogeni portano ad un loro continuo arretramento, con rilascio di cumuli di blocchi e massi, che generano spesso frane di crollo; in secondo luogo i versanti si rileva un'elevata pericolosità da frana legata alla presenza di coltri detritiche di versante, di potenza variabile da pochi cm a valori superiori al metro, dovuti allo smantellamento della roccia scistosa sottostante, spesso in continuità con detriti di falda provenienti dallo smantellamento delle coperture carbonatiche mesozoiche sommitali. Tali coltri sono poste in condizioni di instabilità sul versante, e soggette a continua erosione ad opera delle acque di ruscellamento superficiale.

I processi gravitativi e di frana sono funzione oltre che delle condizioni morfologiche, stratigrafiche e giaciturali del substrato, della struttura e tessitura del suolo, di molti fattori legati alla distribuzione e la concentrazione dell'intensità pluviometrica e alle acque superficiali, con la formazione di solchi di erosione e forme attive generate dall'incanalamento delle acque su superfici non protette dalla vegetazione o favorite da pratiche agricole non idonee, come le arature secondo le linee di massima pendenza.

5.2 CENTRO URBANO

L'abitato di Ussassai è posto a mezza costa su un versante esposto a Nord-Est, ad una quota media di 710 m s.l.m. che presenta pendenze medie di 25-30%. Il concentrico è attraversato da 3 torrenti di primo ordine, Rio Sa Pira, il Rio Cuali e Rio Nestasi, che scorrono per lo più tombati per l'intero tratto urbano, paralleli tra essi e con direzione di deflusso SW-NE. Essi confluiscono sul rio Lacassei, con direzione di deflusso ad essi ortogonale (NE-SW), il quale a sua volta confluisce sul Rio San Girolamo a valle, bacino montano del rio Flumineddu.

I corsi d'acqua drenano le acque di ruscellamento superficiale della zona di testata del versante, nonché le acque bianche dell'urbanizzato: allo stato di fatto, la viabilità interessata dagli interventi tra cui è presente la SS189 e alcune strade comunali di minore importanza risulta sprovvista di efficaci opere di collettamento delle acque di versante. Solo lungo una minima parte dello sviluppo stradale sono presenti cunette alla francese che consentono



la raccolta e lo smaltimento delle acque di piattaforma. Pertanto in occasione di eventi meteorici anche ordinari, le opere di collettamento esistenti non consentono il drenaggio efficace delle acque meteoriche causando allagamenti superficiali lungo la viabilità urbana di Ussassai

Inoltre dai sopralluoghi effettuati nei bacini montani prospicienti l'abitato, si è evidenziata la presenza di coperture detritiche in condizioni instabili lungo i versanti e nelle sponde dei corsi d'acqua, che potrebbero causare l'innesto di possibili colate detritiche in occasione di precipitazioni particolarmente intense, che si riverserebbero lungo le aste torrentizie attraversanti il centro urbano.

5.3 PROCESSI MORFOLOGICI E CRITICITÀ GEOLOGICO IDRAULICHE

5.3.1 Pericolosità morfologica

Il territorio su cui ha sede l'abitato di Ussassai è caratterizzato in generale da pendenze medio elevate, che ne determinano la pericolosità geomorfologica evidenziate dalle carte del PAI regionale. Tale pericolosità è rappresentata da depositi detritici e blocchi presenti lungo le aste torrentizie e lungo i versanti, terroso argillosi, di potenza variabile sino ad alcuni metri, potenzialmente mobilizzabili dal ruscellamento superficiale areale diffuso e incanalato, accentuato in assenza di vegetazione.

Un ulteriore fattore di instabilità morfologica è rappresentato dai tipici tagli nei versanti eseguiti per l'urbanizzazione e per il passaggio delle reti stradali, che portano all'aumento delle pendenze e alla mobilitazione dei materiali detritici lungo il versante.

I problemi di pericolosità franosa sono da imputare per un verso alla forte capacità erosiva dei corsi d'acqua torrentizi che lo attraversano, capaci di innescare, in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi, l'erosione dello strato superficiale pedogenetico fino alla presa in carico e il trasporto anche improvviso dei depositi detritici esistenti, e per un altro verso alle condizioni litologiche e tessiturali del basamento metamorfico affiorante.

Le differenze strutturali dei versanti hanno favorito l'instaurarsi di 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 dovuti alle acque superficiali, sono frequenti nel territorio i processi morfologici legati alla forza di gravità che, insieme ai precedenti, determinano l'accumulo delle coltri di detrito nelle vallecole e nei caniloni. Tale detrito è costituito da piccole coltri più o meno estese, terroso argilloso, di potenza variabile sino a pochi metri, poggiante sul substrato scistoso con soluzione di continuità spesso difficilmente definibile, caratterizzati talora da livelli discontinui grossolani, qua e là ciottolosi, in giacitura pensile, in corrispondenza di tracce di antichi terrazzi, probabilmente di origine paleoalluvionale o paleodetritica. Tali coperture detritiche sono poste in condizioni instabili lungo i versanti e nelle sponde dei corsi d'acqua, e potrebbero causare l'innesto di possibili colate detritiche in occasione di precipitazioni particolarmente intense, che si riverserebbero lungo le aste torrentizie attraversanti il centro urbano.



In particolare tali condizioni di criticità si evidenziano nel settore montano del Rio Sa Pira (anche detto Rio Sa Tanca), in località “Piricoccu”, a monte dell’attraversamento sulla SS 198, dove si evidenzia la presenza di coltri detritiche più o meno estese, di spessore variabile sino ad alcuni metri, poggianti sul substrato scistoso, amovibili dal ruscellamento superficiale diffuso ed incanalato. Situazioni analoghe si rinvengono negli altri due corsi d’acqua, il Rio Cuali e Rio Nestasi, ove i depositi detritici si presentano in giacitura pensile sulle aste torrentizie.

Sia il Rio Sa Pira sia il Rio Nestasi scorrono interamente tombati lungo il centro abitato: da evidenziare comunque la criticità sul primo torrente sopra detto, il Rio Sa Pira, vista la presenza di un canale tombato nell’attraversamento su via Europa, su cui sorge un edificio scolastico nell’alveo del torrente. L’asta del torrente del Rio Sa Pira, non oggetto del presente progetto, dovrà necessariamente essere oggetto di intervento di mitigazione vista, come detto, la probabilità di innesco di colata detritica lungo tale asta torrentizia. Nel presente progetto si procederà comunque all’alleggerimento di tale corso d’acqua veicolando, come si vedrà dalle tavole di progetto, parte delle portate liquide provenienti da monte verso il Riu Fonte S’impresa. Questo corso d’acqua risulta infatti esterno al centro abitato di Ussassai non comportando di fatto problemi di pericolosità idraulica nel centro abitato.

5.3.2 Pericolosità idraulica

I corsi d’acqua oggetto di intervento riguardano come detto impluvi di modesta dimensione, che attraversano però il centro abitato e confluiscono nel rio Lacassei; essi sono rii che hanno subito una forte artificializzazione all’interno del centro abitato di Ussassai, risultando per ampi tratti anche intubati. Solo dopo aver superato il centro abitato di Ussassai i rii recuperano le caratteristiche idrografiche naturali. Il Rio Sa Pira, che nasce a monte della SS 198, risulta completamente tombato per tutto il suo tratto urbano, con inizio del tombamento immediatamente a monte della scuola di via Europa, realizzata in posizione centrale rispetto all’impluvio. Come il primo, anche il Rio Nestasi risulta completamente tombato per tutto il suo tratto urbano: dallo Studio di compatibilità idraulica del Comune di Ussassai Riu Nestasi risulta caratterizzato da un rischio di allagamento H4 (Tr = 50 anni). Per le considerazioni idrauliche (modellazioni e verifiche idrauliche) si rimanda interamente agli elaborati pertinenti di progetto).



Figura 6 – SX: Immissione del tratto tombato del Riu Sa Pira a monte della scuola di via Europa – DX: Tratto tombato nei pressi del campo sportivo di Ussassai (Riu Nestasi)



6. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA

6.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il reticolo idrografico interessato dagli interventi di progetto ricade nel tratto montano del bacino del rio San Girolamo, sub bacino del Flumendosa. In questo tratto il bacino è caratterizzato da forti pendenze e profonde valli, la cui direzione è strettamente condizionata dall'assetto tettonico del territorio, e secondariamente dalla diversa erodibilità e permeabilità dei litotipi affioranti. La valle del rio San Girolamo è impostata sul complesso metamorfico paleozoico, su una linea di faglia avente direzione N-S e NNO-SSE, e mostra in generale un andamento meandriforme, con locali scalzamenti delle sponde e sinuosità nel suo percorso.

Le aste tributarie e i corsi d'acqua minori presentano uno schema di tipo dendritico, e si sviluppano su litologie prettamente impermeabili, a limitata acclività e omogenee. Presentano un regime tipicamente torrentizio, con piene improvvise e di breve durata, deflusso superficiale nullo per la maggior parte del periodo dell'anno, ma con piene importanti in corrispondenza di precipitazioni intense, in quanto l'impermeabilità del substrato determina valori unitari alti dei coefficienti di deflusso.

Le acque di ruscellamento superficiale prima di essere intercettate dalle linee di drenaggio svolgono un ruolo importante nella dinamica dei versanti. Le condizioni climatiche, l'elevata pendenza dei versanti, la degradazione della vegetazione e il modellamento antropico dei versanti operato per ricavare aree coltivabili, favoriscono l'erosione del suolo da parte delle acque superficiali con trasporto e movimentazione a valle dei depositi detritici sciolti, e continuo arretramento dei rilievi.

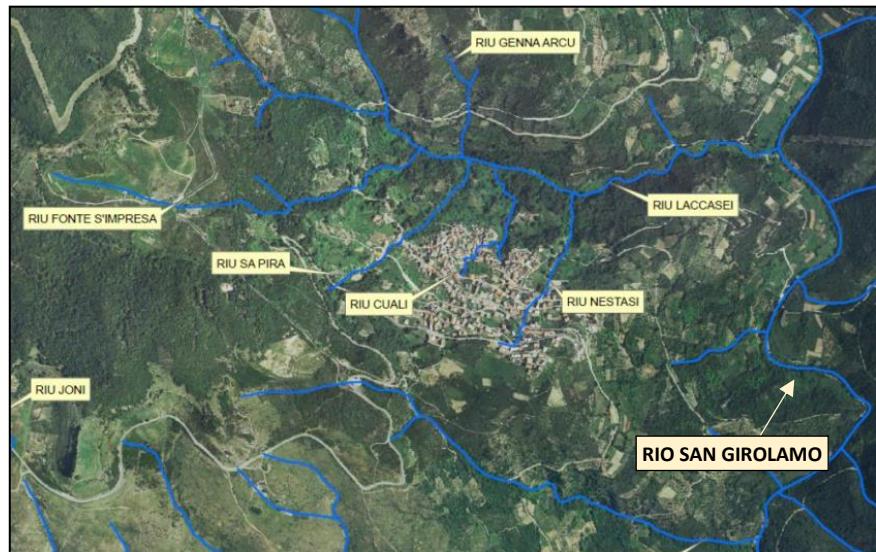


Figura 7 – Reticolo idrografico principale e secondario in studio del Comune di Ussassai



6.2 IDROLOGIA SOTTERRANEA

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni metamorfiche si presentano impermeabili, con locale permeabilità a seconda dei termini maggiormente fessurati, determinando solitamente acquiferi non rilevanti ed emergenze idriche in funzione dei rapporti di giacitura e alle caratteristiche litologiche.

Le litologie del Complesso carbonatico mesozoico presentano un coefficiente di permeabilità per fessurazione della roccia medio alto, che talvolta sono sede di importanti acquiferi sotterranei, e danno luogo a emergenze idriche di portata limitata, al contatto tra le litologie metamorfiche paleozoiche, che costituiscono il letto della falda idrica.

La circolazione idrica sotterranea si fa più marcata nei depositi detritici di versante e fluvio torrentizi, caratterizzati da medio alti coefficienti di permeabilità per porosità, la cui variabilità è funzione della presenza di sedimenti fini limo argillosi in matrice. I depositi del fondo valle sono caratterizzati da tale permeabilità, che permette una facile alimentazione degli acquiferi in essa contenuti, che coincidono spesso con la stessa falda in subalveo alimentata dalle acque fluviali.

6.3 CARATTERI IDROGEOLOGICI DEI TERRENI

Dal punto di vista idrogeologico le unità litologiche affioranti presentano caratteristiche differenti in funzione del loro grado di permeabilità. In particolare:

Complesso metamorfico del Paleozoico: esso presenta una permeabilità da bassa a nulla, che può variare a seconda dei termini maggiormente fessurati, determinando acquiferi di media portata.

Complesso carbonatico del Mesozoico: presenta un coefficiente di permeabilità medio alto, legato all'intensa fratturazione della roccia, è spesso sede di acquiferi importanti, con direzione di deflusso corrispondente alla direzione principale della fessurazione (NW-SE e ortogonale).

Depositi detritici di falda: sono caratterizzati da permeabilità bassa o nulla, funzione dei sedimenti argillosi e limosi in matrice.

Depositi alluvionali: presentano un coefficiente di permeabilità legato alla porosità della matrice, nel complesso classificabile medio alta.



7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOTECNICA

7.1 DIMENSIONAMENTO DELL'INTERVENTO E CRITERI DI PROGRAMMAZIONE, RISULTATI DELLE INDAGINI IN SITO ED IN LABORATORIO E LE TECNICHE ADOTTATE CON MOTIVATO GIUDIZIO SULLA AFFIDABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI

In relazione alle finalità e agli obiettivi con cui sono state individuate le soluzioni progettuali, si riporta di seguito il quadro sintetico complessivo degli interventi previsti nel presente progetto.

INTERVENTO A: realizzazione di un sistema di raccolta e drenaggio lungo la SS198 composto da pozetti in cls con caditoie di raccolta ubicati lato strada e da una tubazione di drenaggio in PVC di dimensione variabile da 315 mm a 710 mm per l'allontanamento delle portate meteoriche provenienti dal versante sovrastante. L'intervento prevede inoltre l'adeguamento del canale di scarico esistente attraverso una sua riprofilatura e una sua protezione in massi del fondo e delle sponde che rilasci le portate raccolte nel Riu Fonte S'impresa. L'intervento si conclude con il rispristino della pavimentazione stradale del tratto interessato.

Lunghezza intervento: 660 m

INTERVENTO B: realizzazione di un sistema di raccolta e drenaggio lungo la SS198 composto un primo tratto di canaletta semicircolare e da un secondo tratto con pozetti in cls e caditoie di raccolta ubicati lato strada che convogliano in una tubazione di drenaggio in PVC di dimensione 315 mm per l'allontanamento delle portate meteoriche provenienti dal versante sovrastante. L'intervento prevede inoltre l'adeguamento del canale di scarico esistente attraverso una sua riprofilatura e una sua protezione in massi del fondo e delle sponde che rilasci le portate raccolte nel Riu Sa Pira. L'intervento si conclude con il rispristino della pavimentazione stradale del tratto interessato.

Lunghezza intervento: 230 m

INTERVENTO C: realizzazione di un sistema di raccolta e drenaggio lungo la SS198 composto un primo tratto di canaletta semicircolare e da un secondo tratto con pozetti in cls e caditoie di raccolta ubicati lato strada che convogliano in una tubazione di drenaggio in PVC di dimensione variabile da 500 mm a 1.000 mm per l'allontanamento delle portate meteoriche provenienti dal versante sovrastante. L'intervento prevede di scaricare le portate raccolte nel Riu Nestasi che è oggetto di adeguamento con gli interventi D e F. L'intervento si conclude con il rispristino della pavimentazione stradale del tratto interessato.

Lunghezza intervento: 705 m

INTERVENTO D: primo intervento sul tratto urbano del Riu Nestasi attualmente tombato che prevede di riportarlo a cielo aperto e di adeguare la sezione idraulica per il deflusso di una tr 200 per i tratti tombati. L'intervento



prevede dunque di realizzare un canale a cielo aperto con sezione trapezia in malta e pietrame adiacente all'attuale tratto tombato che scorre al di sotto di una scalinata in cls e che permetta così di soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalla normativa vigente e di ridurre il rischio idraulico attuale. Le dimensioni della sezione trapezia sono di 1.5 m per la base minore e di 3 m per la base maggiore (altezza pari a 1,5 m). Nei punti in cui non è stato possibile riportare il canale a cielo aperto verrà invece realizzato un tratto tombato della dimensione di 150 x 200 cm che garantisce il rispetto del franco idraulico richiesto. Lungo l'intervento sono stati previsti una serie di salti di fondo che permettano il contenimento delle velocità di deflusso e una serie di aperture con griglie di accesso che garantiscono l'ispezionabilità del canale. L'intervento si conclude con il rispristino della pavimentazione stradale del tratto interessato e la sistemazione del terreno nei tratti in cui è realizzata la sezione a cielo aperto.

Lunghezza intervento: 240 m

INTERVENTO E: secondo intervento sul tratto urbano del Riu Nestasi attualmente tombato che prevede di riportarlo a cielo aperto e di adeguare la sezione idraulica per il deflusso di una tr 200 per i tratti tombati. L'intervento prevede dunque di realizzare un canale a cielo aperto con sezione trapezia in malta e pietrame adiacente all'attuale tratto tombato e che permetta così di soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalla normativa vigente e di ridurre il rischio idraulico attuale. Le dimensioni della sezione trapezia sono di 2.0 m per la base minore e di 4 m per la base maggiore (altezza pari a 1,5 m). L'intervento si conclude con la sistemazione del terreno in prossimità del nuovo cunettone.

Lunghezza intervento: 150 m

Per una migliore e approfondita descrizione si rinvia agli elaborati grafici e testuali che compongono il presente progetto.

Per quanto riguarda pertanto la tipologia dei lavori non si è ritenuto necessario sviluppare indagini geognostiche in situ specifiche per i lavori di progetto.

I lavori non prevedono opere di fondazione significative.

I lavori di interro per la posa delle nuove condotte, opportunamente dimensionate sulla base di quanto emerso dall'analisi idrologica e riportata nello specifico elaborato del presente progetto (Elab. 3.1 – Relazione idrologica) saranno effettuati sulla pavimentazione stradale esistente, non modificando o alterando le condizioni di permeabilità esistenti del suolo, piuttosto con lo scopo di migliorare le caratteristiche attuali di stabilità del versante mediante la regimazione stessa delle acque di ruscellamento superficiale.



7.2 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO, RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DELL'OPERA, CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO, RISULTATI DEI CALCOLI GEOTECNICI

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.

La giacitura degli scisti è essenzialmente a reggipoggio con una inclinazione media di 20°, ma localmente si possono osservare situazioni a franapoggio in corrispondenza degli assi di alcune pieghe che presentano una inclinazione di pochi gradi verso valle.

Le caratteristiche geotecniche variano in funzione della fratturazione, della alterazione della roccia e della foliazione e della scistosità. Più è spinto il grado di metamorfismo tanto più le superfici di scistosità sono coerenti, e quindi la roccia assume delle discrete caratteristiche geotecniche, che tendono a diminuire in presenza della foliazione, potendole definire come rocce semicoerenti.

I depositi di versante e i depositi di rimaneggiamento fluviale olocenici, presenti lungo i versanti e lungo le sponde dei corsi d'acqua, sono costituiti da materiali eterometrici poco elaborati di metamorfiti con matrice limo-argillosa, da bruna a rossastra. Tali litologie risultano in genere incoerenti e con caratteristiche geomeccaniche molto limitate.

Di seguito si descrivono i parametri geotecnici di riferimento per le litologie riscontrate.

Depositi detritici Olocenici:

Perso di Volume 1850 kg/m^3 $\phi = 22-25^\circ$ $C = 0 \text{ kPa}$

Complejo metamórfico Paleozoico alterado:

Perso di Volume 2400 kg/m^3 $\phi = 19^\circ - 23^\circ$ $C = 1,48 - 1,84 \text{ Kg/cm}^2$

Complejo metamórfico Paleozoico compacto:

Peso di Volume 2300 – 2800 Kg/m³ f = 45° - 50° Resistenza a compressione 1000-2500 Kg/cm²)

7.3 VERIFICA DI STABILITÀ DEL PENDIO

Le verifiche di stabilità globale del versante non sono state effettuate in quanto gli lavori di progetto non presentano interventi strutturali atti a modificare le condizioni di stabilità attualmente esistenti.

L'incremento dei carichi agenti sul terreno per la messa in opera dei nuovi canali di dreno e le tubazioni interrate, sono da considerarsi minimi, non producendo cambiamenti dello stato attuale del sistema opera - terreno.



7.4 INTERAZIONE CON ALTRE OPERE

La nuova rete di drenaggio in progetto prevede la regimazione delle acque lungo i bacini sotteranei al centro abitato: essa prevede la confluenza verso valle per i vari corsi d'acqua, talvolta andando a modificare gli apporti idrici degli stessi canali.

Con il fine di delineare un quadro conoscitivo esaustivo e completo dell'intero sistema di drenaggio relativo all'area in esame sono state effettuate considerazioni tecniche riguardo ai corpi idrici superficiali lungo i quali verranno scaricati gli apporti meteorici captati e drenati dalla rete di drenaggio in progetto, i cui dettagli di calcolo delle portate e di verifica idraulica sono descritti interamente negli elaborati costituenti lo Studio di Compatibilità idraulica, a cui si rimanda per maggiori dettagli.



8. CONCLUSIONI

Il presente studio di Compatibilità geologica e geotecnica è stato redatto a supporto della progettazione dei lavori di "*Opere di consolidamento nel centro abitato di Ussassai*" necessari per la regimazione delle acque lungo il versante e il centro urbano.

Al fine di ottemperare le prescrizioni previste dalle N.T.A. del PAI, nel presente Studio di Compatibilità geologica e geotecnica si valutano gli interventi in progetto in riferimento alle finalità e agli effetti attesi, analizzando inoltre l'interazione tra le varie opere ai fini di verificarne la compatibilità geologica e geotecnica.

Dalle analisi effettuate si evince che gli interventi di progetto:

- modificheranno favorevolmente le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo idrografico, andando a raccogliere le acque del versante e pertanto porteranno ad un miglioramento funzionale del sistema di drenaggio superficiale;
- porteranno alla riduzione delle cause di pericolosità e di danno potenziale del territorio;
- non modificano le condizioni di permeabilità esistenti del suolo, piuttosto migliorano le condizioni attuali di stabilità del versante mediante la regimazione stessa delle acque di ruscellamento superficiale;
- l'incremento dei carichi agenti sul terreno con la messa in opera delle opere di progetto sono da considerarsi minimi, pertanto non produrranno cambiamenti dello stato attuale del sistema opera-terreno.
- in seguito alla valutazione del progetto in riferimento alle finalità ed agli effetti attesi, viene verificata la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI, e si evince la compatibilità geologica e geotecnica delle opere previste in progetto.



REGIONE SARDEGNA – Provincia di Nuoro – *Comune di Ussassai*

Opere di consolidamento nel centro abitato di Ussassai – Lotto 1

Progetto Definitivo

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

ALLEGATI



REGIONE SARDEGNA – Provincia di Nuoro – *Comune di Ussassai*

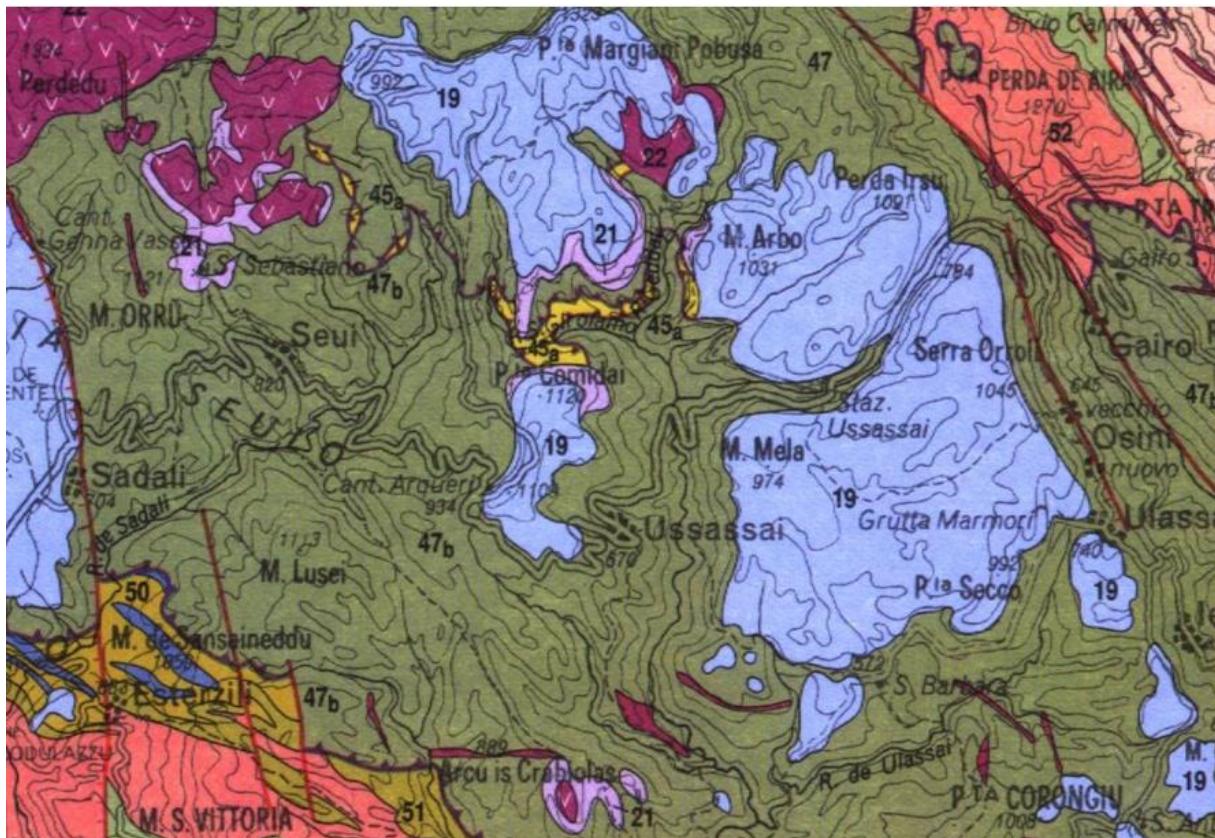
Opere di consolidamento nel centro abitato di Ussassai – Lotto 1

Progetto Definitivo

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

ALLEGATO 1

– Estratto della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 –



Legenda:

Successioni marine e transazionali del Trias medio - Cretaceo inferiore:

19 - Formazione di Dorgali: Dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici

Successione continentale del Carbonifero sup. - Trias medio:

21 - Conglomerato, arenarie, brecce vulcaniche, calcari e argilliti.

Complesso metamorfico ercino in facies a scisti verdi

45a - Filladi scure carboniose, metasiltiti, quarziti nere (Siluriano)

47b - Alternanze di metarenarie, quarziti e filladi (Cambriano - Ordoviciano inf.)

50 - Metapeliti scure carboniose (Scisti a graptoliti) (Siluriano inf. - Devoniano inf.)

51 - Metaconglomerati, metarcosi, metasiltiti, metagrovacche con Briozi (Caradoc - Ashgill)

Successione vulcano - sedimentaria della Barbagia

52 - Metavulcaniti e metagrovacche vulcaniche (Ordoviciano medio)



REGIONE SARDEGNA – Provincia di Nuoro – *Comune di Ussassai*

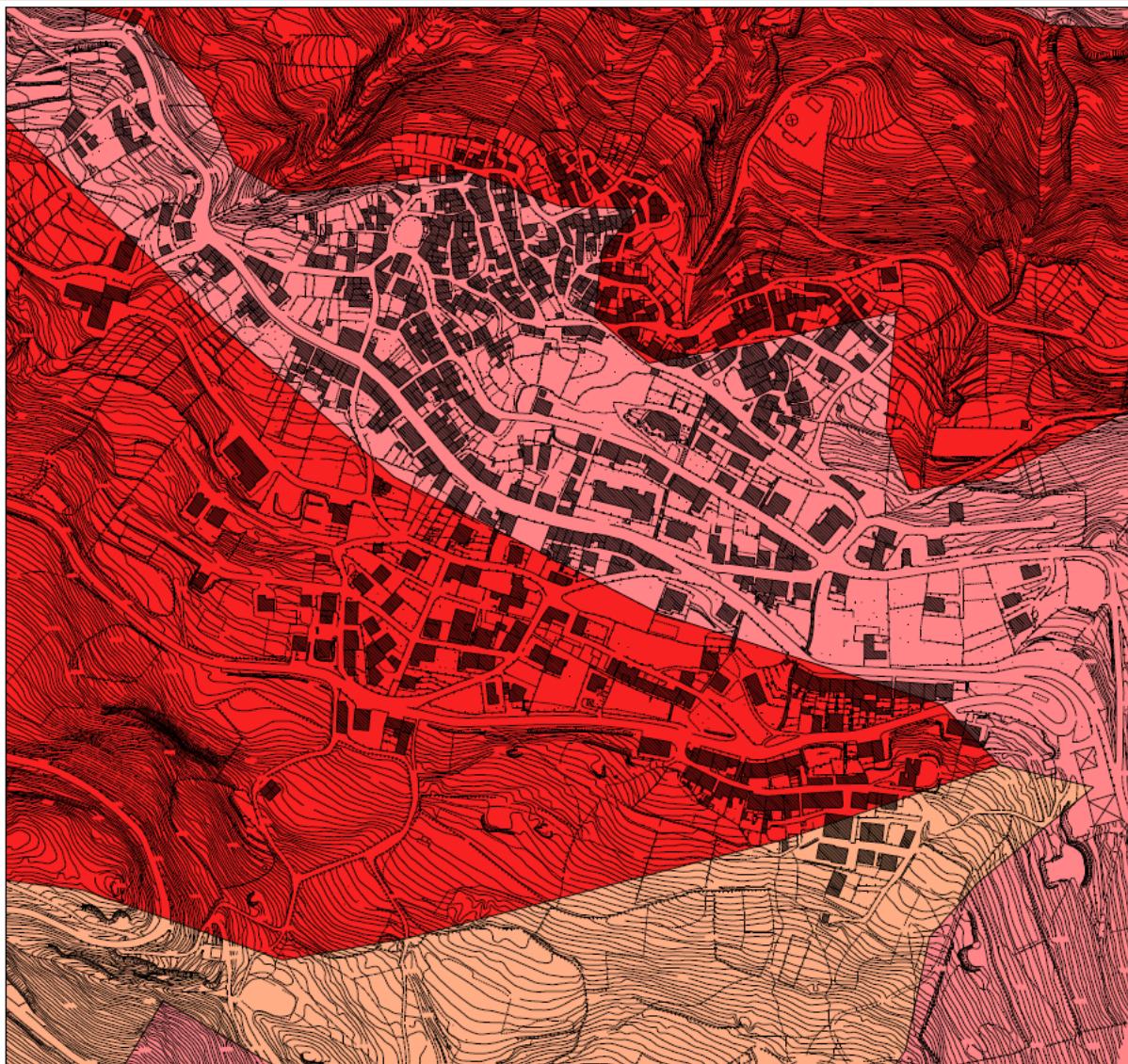
Opere di consolidamento nel centro abitato di Ussassai – Lotto 1

Progetto Definitivo

SRIA
s.r.l.
STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI

ALLEGATO 2

– Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica (di cui all'Art. 8 Comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI) del territorio comunale di Ussassai – Pericolosità da frana Centro Urbano –



Legenda

PERICOLOSITA' DA FRANA

	Hg1 Moderata	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
	Hg2 Media	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento) zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla presunibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti;
	Hg3 Elevata	Zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono osservare fenomeni franosi attivi, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale
	Hg4 Molto Elevata	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti