



COMMISSARIO STRAORDINARIO
DELEGATO PER L'ATTUAZIONE DEGLI
INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL
DISSESTO IDROGEOLOGICO NELLA
REGIONE SARDEGNA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI

COMUNE DI SASSARI

PROVINCIA DI SASSARI

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO SISTEMAZIONE IDRAULICA DELL'ALVEO RIO CALAMASCIU DALLA Z.I. PREDDA NIEDDA ALLA BORGATA DI CANIGA NEL COMUNE DI SASSARI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

ELABORATO :

RELAZIONE GEOLOGICA

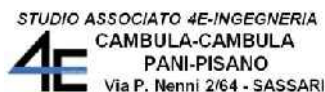
REVISIONI				ALLEGATO C	SCALA	
n°	MODIFICA	DATA	CTRL		CODICE	
01	consegna	Luglio 2023				
					NOTE	

R.T.I. tra:

Capogruppo:



Mandanti:



STUDIO SILVA srl

Dott. Geol. Angelo Vigo

Dott. Geol. Donatella Giannoni

Dott. Archeol. Emanuela Atzeni

Il Dirigente del Settore Infrastrutture
Dott. Ing. Fabio E. Spurio

Il R.U.P.:
Dott. Ing. Efisio Mureddu

Il Sindaco:
Prof. Gian Vittorio Campus

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INTERVENTI IN PROGETTO	3
3. GEOLOGIA	6
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
3.2 GEOLOGIA	7
3.2.1 <i>Quadro geologico e strutturale</i>	7
3.2.2 <i>Quadro litostratigrafico</i>	11
3.2.3 <i>Quadro litostratigrafico dei siti di progetto</i>	17
3.3 GEOMORFOLOGIA	23
3.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	24
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	25

1. PREMESSA

Il Comune di Sassari con Determinazione dirigenziale ha aggiudicato l'appalto dei servizi di progettazione, direzione lavori, coordinamento della sicurezza per gli *"Interventi mitigazione rischio idrogeologico - Sistemazione idraulica dell'alveo Rio Calamasciu dalla Z.I. Predda Niedda alla borgata di Caniga - PGRASS_I452_002"* al RTP costituito da ETATEC studio Paoletti srl, Studio tecnico associato 4E - Cambula Pani Pisano, Dott. Geol. Angelo Vigo, Dott. Geol. Donatella Giannoni e Dott. Emanuela Atzeni. Nell'ambito di tale progetto i sottoscritti professionisti Dott. Geol. Angelo Vigo e Dott. Geol. Donatella Giannoni si sono occupati della redazione degli elaborati geologico-geotecnici.

Il Rio Calamasciu ha origine nella zona urbana di Sassari e nel suo percorso attraversa un'area dove, negli ultimi decenni, si è sviluppata la zona industriale-commerciale denominata Predda Niedda nella quale il rio è stato tombato per lunghi tratti; questo ha determinato restringimenti delle sezioni idrauliche, con conseguenti allagamenti di vaste aree, anche in caso di precipitazioni non particolarmente elevate. Tra Predda Niedda e la borgata di Caniga si riscontrano le maggiori situazioni di rischio idraulico in quanto sono presenti edifici di civile abitazione all'interno dell'alveo di piena e diversi attraversamenti stradali e ferroviari che risultano inadeguati.

L'area interessata dagli interventi ricade, per tali motivi, in area perimetrata a pericolosità idraulica molto elevata Hi4 sia dal P.A.I. che dallo studio comunale di assetto idrogeologico di cui all'art. 8 comma 2 delle NA, redatto nell'ambito della predisposizione del PUC, approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna con Deliberazione n. 4 del 12/12/2012. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) approvato dall'Autorità di Bacino in data 15/03/2016 riporta fasce di pericolosità idraulica da P1 - bassa a P3 - elevata, riprendendo sostanzialmente la cartografia del PUC.

Tale quadro ha reso necessari e urgenti gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico che nel presente progetto vengono proposti attraverso l'individuazione di un nuovo tracciato per il corso d'acqua da realizzare prevalentemente in sinistra della linea ferroviaria procedendo in direzione sud; tale configurazione consente di eliminare 3 attraversamenti della linea sul Calamasciu le cui luci di passaggio sono insufficienti anche per eventi di piena con tempi di ritorno ordinari.

Il presente elaborato è stato redatto in armonia con la normativa vigente in materia (D.M. L.L. 11.03.88: *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità*

dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione ed il collaudo delle opere di fondazione" e D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni"); questa prescrive che le scelte progettuali devono tener conto della modellazione geologica e devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove, scelte in funzione dell'opera da realizzare e alle previste modalità esecutive.

Più in particolare il progetto delle opere e dei sistemi geotecnici deve articolarsi nelle seguenti fasi (par 6.2 -NCT 2018):

- 1 caratterizzazione e modellazione geologica del sito;*
- 2 scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;*
- 3 caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce nel volume significativo e definizione del modello geotecnico del sottosuolo;*
- 4*

La caratterizzazione e la modellazione geologica consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio. In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

2. INTERVENTI IN PROGETTO

Il presente intervento rappresenta il completamento del progetto per gli "*Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto Rio Calamasciu Z.I. Predda Niedda sud - PGRA SS_I452_002*", affidato al medesimo RTP, per il quale è in fase di progettazione la sistemazione idraulica del tratto più a nord, compreso tra il sovrappasso stradale della Str.10 di Predda Niedda e l'attraversamento stradale della S.V. Funtana di Lu Colbu.

Gli interventi oggetto del presente incarico riguardano la sistemazione complessiva e la mitigazione del rischio idraulico sia della borgata di Caniga che della rete ferroviaria e, nello specifico, prevedono la realizzazione di un nuovo tracciato adiacente alla ferrovia per una lunghezza di circa 200 m, la sistemazione del tratto naturale più a valle lungo il quale si rendono opportuni la risagomatura con allargamento della sezione e realizzazione di protezioni spondali e l'adeguamento del canale a cielo aperto esistente. Si prevede inoltre la demolizione dell'attraversamento stradale a valle del canale a cielo

aperto e la conseguente revisione dell'assetto viario con la realizzazione di un nuovo tratto di viabilità di circonvallazione, e la contestuale integrazione della rete di raccolta delle acque meteoriche nel bacino urbano di Caniga. (Fig. 2).

L'eliminazione degli attraversamenti ferroviari e la rettifica del tracciato isolerà l'attuale ansa della quale (Intervento 2 in Fig.2), tuttavia, si conserverà comunque parte della funzionalità idraulica destinandola alla raccolta dei deflussi del bacino residuo. Il tratto in rettifica (Intervento 1), a sezione rettangolare e rivestito in cls, costeggerà il tracciato ferroviario in destra idraulica, e renderà necessario l'arretramento e la riprofilatura verso monte delle scarpate ricadenti in sinistra idraulica, al fine di conservare la distanza minima della sponda destra dal suddetto tracciato e consentire la realizzazione della relativa pista di servizio.

Il tratto rivestito si interrompe a ridosso del centro abitato, in corrispondenza dell'immissione nel tracciato naturale (Interventi 3 e 4) attualmente profilato a sezione rettangolare con difese spondali realizzate in gabbioni.

A partire dal successivo attraversamento ferroviario (Intervento 5), escluso dal presente progetto, si procederà con l'adeguamento dell'attuale tracciato che manterrà la sezione rettangolare ma sarà ampliato e rivestito in cls. Sarà inoltre eliminato il collo di bottiglia (intervento 7) rappresentato dall'attraversamento stradale in corrispondenza dell'immissione sul tratto naturale sul quale non sono previsti ulteriori interventi.

Quest'ultimo intervento ha reso necessaria la riorganizzazione della viabilità interna alla borgata, che consiste nella realizzazione di una nuova circonvallazione sfruttando un tratto esistente della via Piras e due nuovi tratti che ne consentiranno il collegamento alla SS127 bis, a sud in prossimità del bivio per la via Padre Luca, ed a nord sul cavalcaferrovia attuale. Tutti gli incroci esistenti e di nuova realizzazione saranno regolati da rotatorie.

Nell'ambito del presente intervento sarà adeguata e potenziata l'intera rete di smaltimento delle acque bianche di centro abitato di Caniga (intervento 8), mediante la realizzazione di canali scatolari, di nuove tubazioni e l'adeguamento dimensionale di quelle esistenti. (Fig. 1).

INTERVENTI MITIGAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO - SISTEMAZIONE IDRAULICA DELL'ALVEO RIO CALAMASCIU DALLA Z.I. PREDDA NIEDDA ALLA BORGATA DI CANIGA - PGRASS_I452_002

Progetto di fattibilità tecnico-economica - *Relazione Geologica* -



Figura 1: Planimetria degli interventi

3. GEOLOGIA

3.1 Inquadramento geografico

L'area interessata dagli interventi è contraddistinta da una pericolosità idraulica molto elevata e riguarda un tratto del Rio Calamasciu, tra la zona industriale di Predda Niedda sud, all'altezza del primo attraversamento ferroviario, e la borgata di Caniga, dove il corso d'acqua interseca varie volte la linea ferroviaria Sassari-Chilivani, che si snoda lungo la valle, e più limitatamente quella Sassari-Alghero; inoltre la S.S. 127 bis lo attraversa a sud della borgata di Caniga. (Fig. 2).

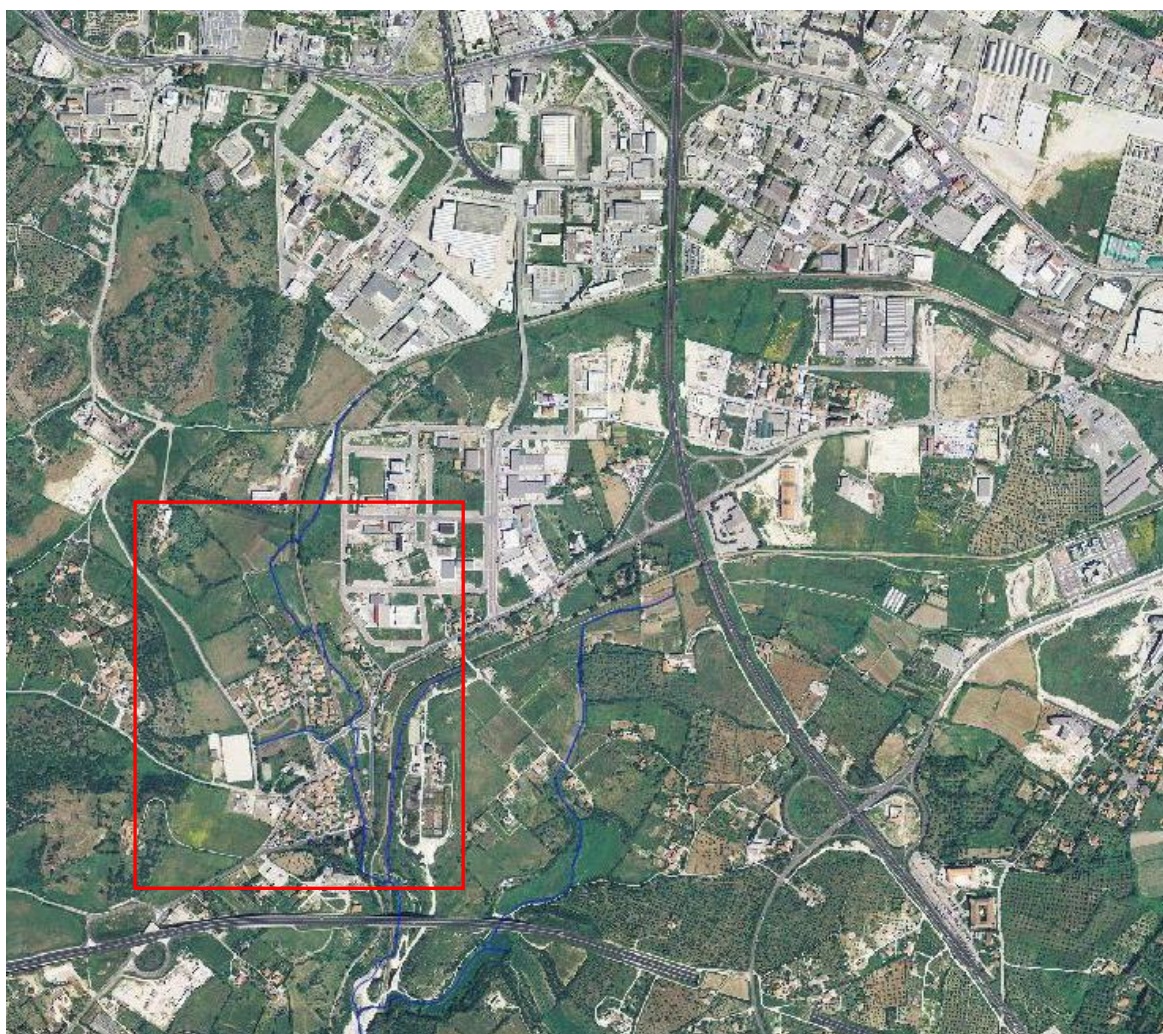


Figura 2: Inquadramento geografico del presente intervento.

Il Rio Calamasciu nasce nell'area urbana di Sassari, ha un bacino allungato secondo una direzione E-W con un'estensione di circa 4.7 kmq, sotteso alla sezione di interesse rappresentata dall'attraversamento stradale lungo la Via Caniga - S.S. 127bis. (Fig. 3).



Figura 3: Bacino idrografico del Rio Calamasciu alla sezione dell'attraversamento lungo la Via Caniga.

I riferimenti cartografici utilizzati sono i seguenti:

- Foglio n° 459 sezione I della Carta Topografica d'Italia IGM, alla scala 1:25.000.
- Sezioni 459070 "Sassari" della CTR, in scala 1:10.000.

3.2 Geologia

3.2.1 Quadro geologico e strutturale

I riferimenti geologici utilizzati per definire il quadro geologico generale sono i seguenti:

- Carta Geologica d'Italia - Ispra - Foglio 459 Sassari (in scala 1:50.000)
- Carta Geologica di base della Regione Sardegna
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - RAS

La strutturazione geologica della Sardegna è caratterizzata, schematicamente, da un basamento metamorfico paleozoico, intruso da plutoniti tardo erciniche, e da coperture sedimentarie e vulcaniche. Il bacino idrografico in esame è ubicato nel settore settentrionale dalla "fossa sarda", la depressione che si estende dal golfo dell'Asinara fino a quello di Cagliari delimitata a Ovest e ad Est da alti strutturali del basamento; questa struttura regionale associata è associata alla fase tettonica distensiva oligo-miocenica alla cui apertura sono legati due importanti fenomeni della geologia sarda: un'intensa attività vulcanica che ha messo in posto potenti spessori di prodotti lavici e piroclastici, e varie

ingressioni marine che hanno portato alla formazione di importanti coltri sedimentarie e vulcano sedimentarie.

Gli orientamenti della struttura, principalmente N 60° E e N-S, sono ben evidenziati, in questa parte della Fossa, sia dal sistema di faglie che dall'orientamento dei contatti tra le litologie del basamento (ercinico-mesozoico) e quelle delle coperture vulcano-sedimentarie (Fig. 4).

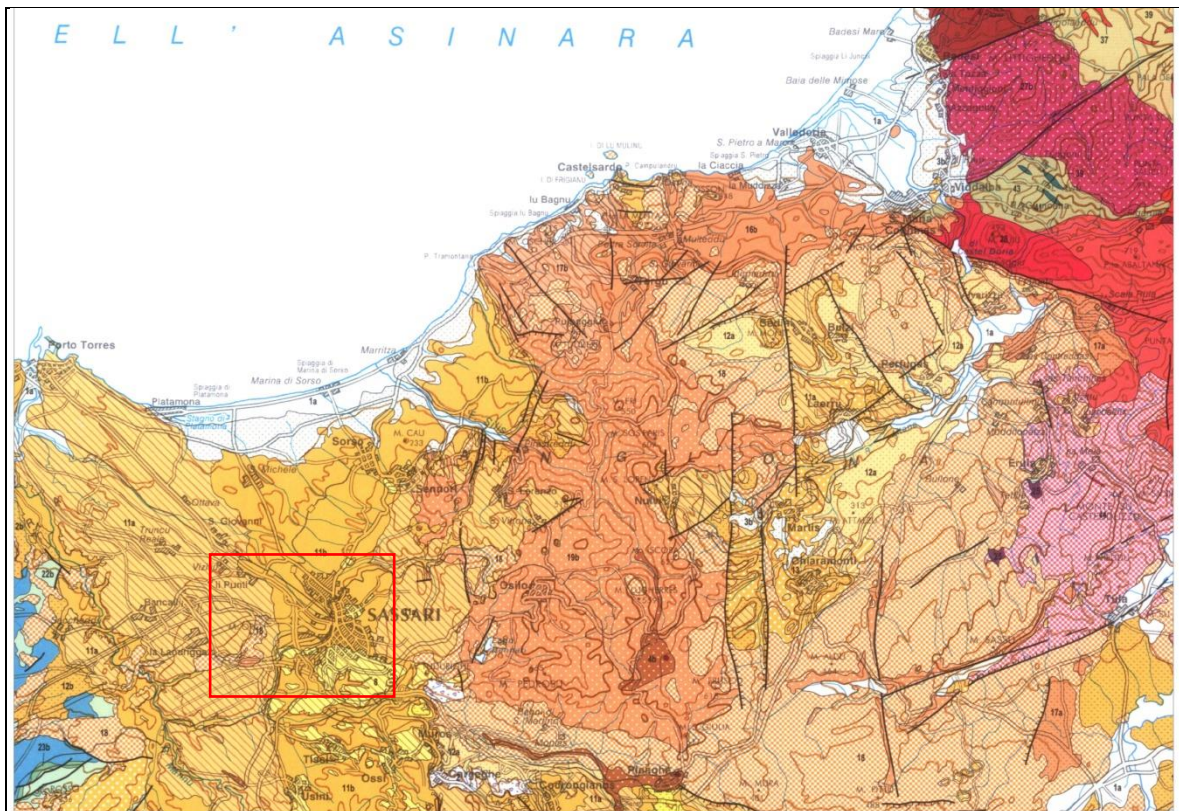


Figura 4: Inquadramento geologico (da "Carta Geologica della Sardegna" in scala 1:250.000_2008).

Il quadro geologico del bacino idrografico studiato si sviluppa prevalentemente sulle formazioni sedimentarie del Miocene, trasgressive sulle vulcaniti oligo-mioceniche, e formate da due sequenze deposizionali: la prima costituita da depositi continentali fluviali e di piana alluvionale, deltizi e marini di piattaforma, la seconda da depositi fluvio-marini e carbonatici di piattaforma. La struttura geologica è di tipo monoclinale con strati a debole immersione prevalentemente verso i quadranti occidentali (Fig. 5).

INTERVENTI MITIGAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO - SISTEMAZIONE IDRAULICA DELL'ALVEO RIO CALAMASCIU DALLA Z.I. PREDDA NIEDDA ALLA BORGATA DI CANIGA - PGRASS_I452_002

Progetto di fattibilità tecnico-economica - *Relazione Geologica* -

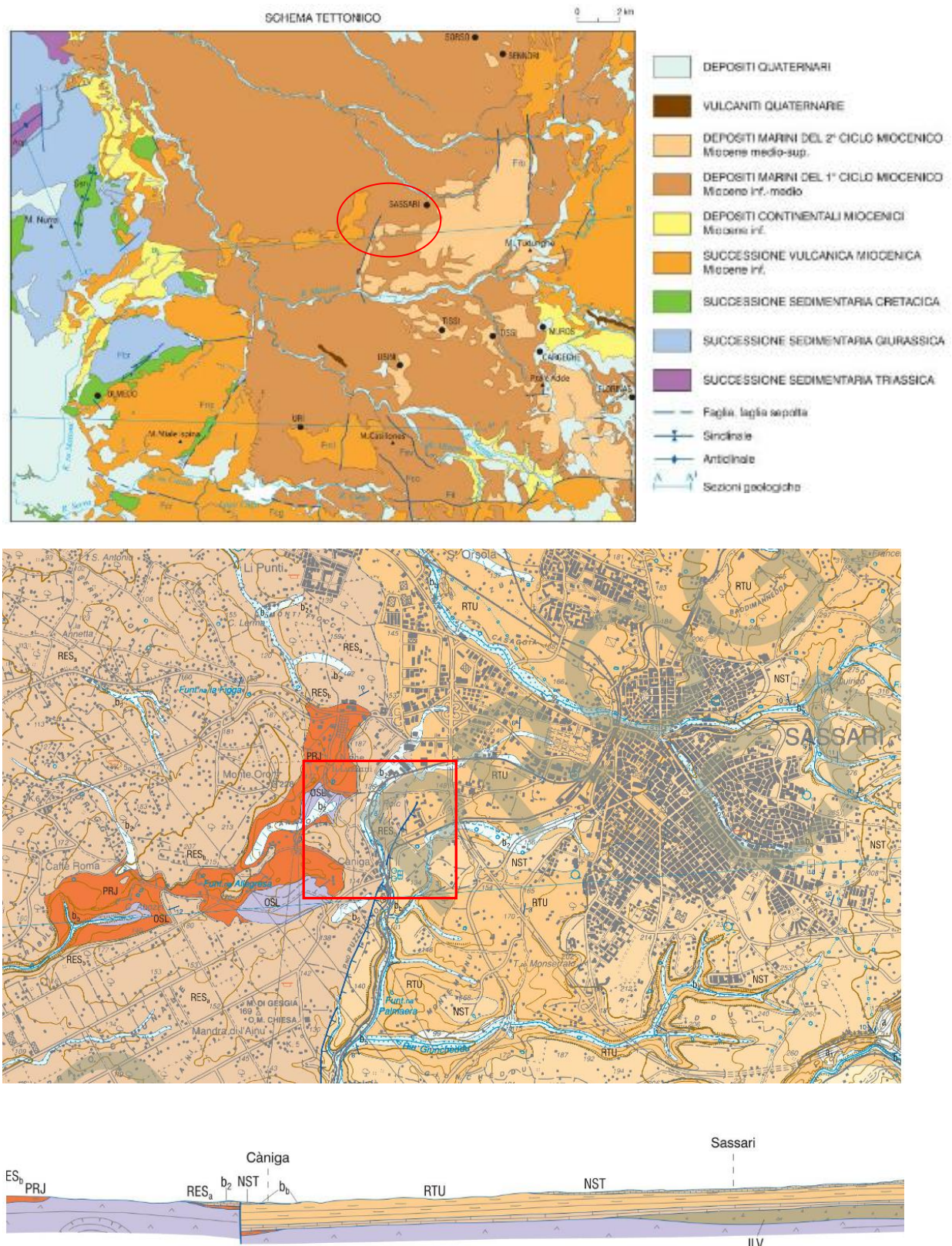


Figura 5: Schema tettonico, carta geologica e sezione (Foglio 459 "Carta Geologica d'Italia" in scala 1:50.000_2016).

INTERVENTI MITIGAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO - SISTEMAZIONE IDRAULICA DELL'ALVEO RIO CALAMASCIU DALLA Z.I. PREDDA NIEDDA ALLA BORGATA DI CANIGA -
PGRASS_I452_002

Progetto di fattibilità tecnico-economica - *Relazione Geologica* -

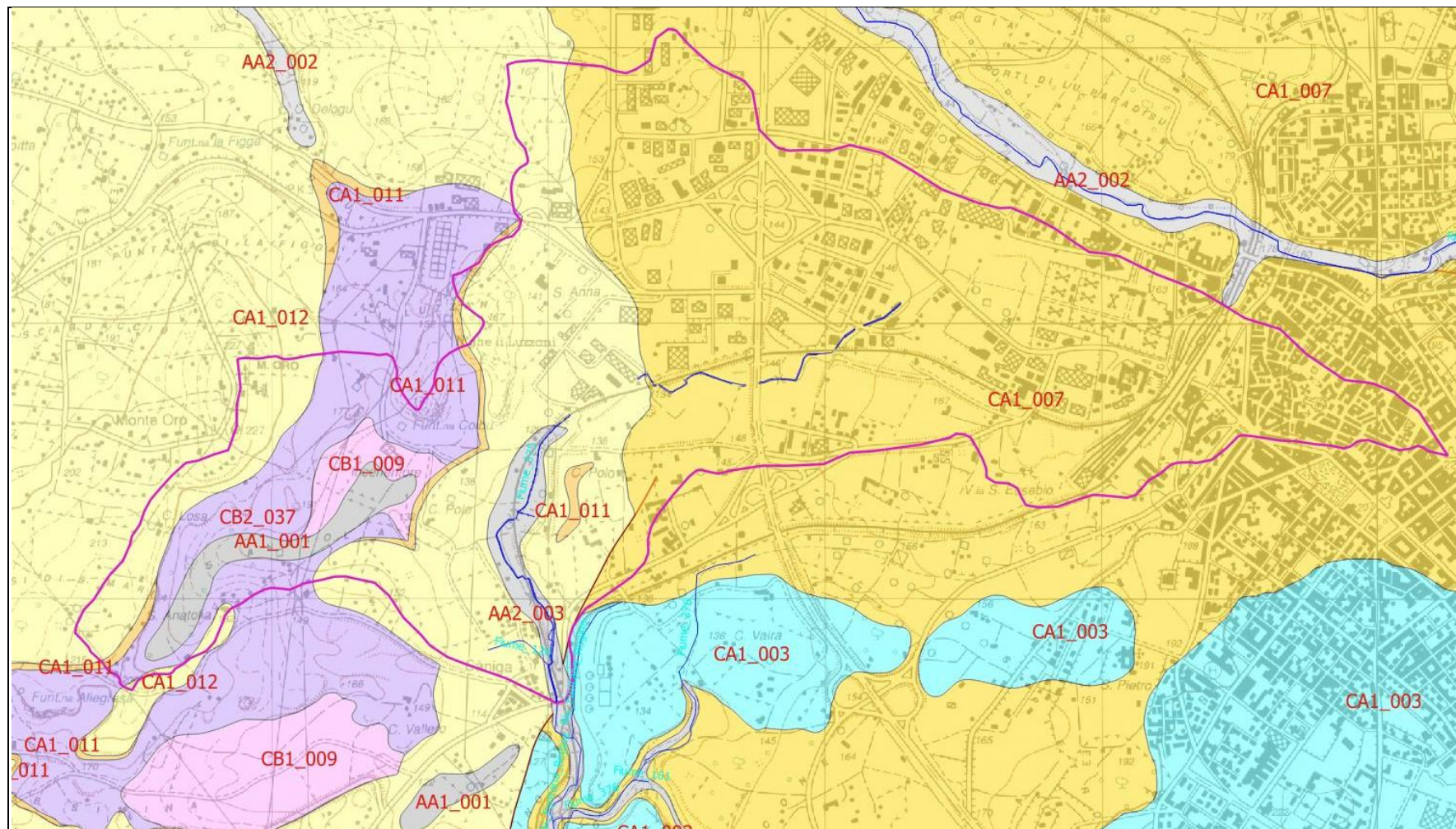


Figura 6: Stralcio della carta geologica della Sardegna (fonte RAS).

3.2.2 Quadro litostratigrafico

Di seguito le principali formazioni geologiche presenti nel bacino idrografico come riportate nello stralcio della Carta Geologica della Sardegna (fonte RAS) della Fig 6.

Complesso vulcanico Oligo-Miocenico

E' costituito da ammassi lavici, duomi e piroclastiti messi in posto in condizioni subaeree, e da subordinate epiclastiti.

UNITA' DI OSILO CB1_009 - Lave andesitiche in cupole e colate con struttura porfirica per la presenza di fenocristalli di Plagioclasti, Anfiboli e Pirosseni. (?Aquitano-Burdigaliano).

UNITA' DI PUNTA RUIA CB2_037 - Depositi di flusso piroclastico a composizione riolitico-dacitica pomiceo-cineritici, da mediamente a fortemente saldati, di colore da rosato a violaceo, con litici e pomici (Burdigaliano).

Successione sedimentaria Miocenica

Le litologie appartenenti a tale successione sono da ricollegare all'ingressione marina che ha accompagnato la seconda fase di rifting, durante la quale si ebbe la sedimentazione dell'importante sequenza calcareo-marnosa.

FORMAZIONE DI MORES CA1_011 CA1_012 - Calcareni e calciruditi algali con echinidi e bivalvi (Pecten), subordinati calcari biohermali a coralli (RESa). Spessore variabile fino a 40-50 metri. Arenarie e conglomerati da grigi a beige, ad elementi di quarzo, metamorfiti, vulcaniti e calcari mesozoici, localmente con intercalazioni carbonatiche, con fossili di echinidi, bivalvi e più raramente coralli (RESb). Spessore variabile fino a 30-40 metri. (Burdigaliano sup.).

FORMAZIONE DI BORUTTA CA1_007 Alternanze regolari di strati decimetrici di marne, marne arenacee, siltiti e, nella parte alta, calcareniti marnose, localmente bioturbate, in stratificazione piano-parallela, con ricca associazione fossilifera comprendente bivalvi, echinidi e foraminiferi. Spessore: da alcune decine di metri, fino a 200 metri. (Burdigaliano sup.-Langhiano).

FORMAZIONE DI MONTE SANTO CA1_003 Calcari bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni di sabbie quarzoso-feldspatiche, calcareniti e calciruditi clinostratificate con foraminiferi, gasteropodi, bivalvi, echinidi. Spessore variabile fino a 50 metri. (Tortoniano-Messiniano inf.)

Depositi quaternari dell'area continentale

DEPOSITI ALLUVIONALI AA2_003 Sabbie, sabbie limose e argillose e argille sabbioso-limose. (Olocene).

DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI AA1_001 Depositi a prevalente tessitura limo-sabbiosa con immersi clasti eterometrici derivanti sia da accumulo per ruscellamento diffuso (depositi colluviali) che per elaborazione in posto (prodotti eluviali) (Olocene).

Le lave a composizione andesitica delle Unità di Osilo rappresentano la base della successione stratigrafica e affiorano, in finestra, alla base delle piroclastiti saldate di Punta Ruia, a W e NW della borgata di Caniga. Sono strutturate in colate e all'osservazione macroscopica si mostrano come formazioni litoidi massive, di colore da grigio scuro a nero; presentano struttura porfirica per plagioclasti e pirosseni (Foto 1).



Foto 1: Unità di Osilo

Le piroclastiti di Punta Ruia formano le colline comprese tra la località Monte Oro e la borgata di Caniga, nel settore occidentale del bacino idrografico. Si presentano in colate massive con fratturazione prevalentemente verticale e frequenza metrica; sono caratterizzate da tessitura fluidale marcata da fiamme nerastre isoorientate di dimensioni centimetriche, con abbondanti litici di ignimbriti, andesiti e pomici, in matrice con tessitura eutassitica. (Foto 2). Alla base può essere presente una porzione poco saldata, di colore beige-ocra, la cui saldature tende ad aumentare verso l'alto.



Foto 2: Fiamme nerastre nell'Unità di Punta Ruia.

La Formazione di Mores in quest'area è costituita da due facies che presentano caratteri di eteropia: una facies costituita da biocalcareni e calcari bioclastici a banchi di ostriche ed echinidi (Resa) (Foto 4), e una facies formata da arenarie medio-fini, classate e costituite prevalentemente da elementi di quarzo, subordinatamente biotite e muscovite, con cemento carbonatico. Si presentano più o meno cementate, scarsamente fossilifere, sia massive che stratificate in strati decimetrici e, localmente, con stratificazioni incrociate (Resb). La Formazione di Mores affiora in tutto il settore centrale del bacino idrografico, trasgressiva sulle piroclastiti di Punta Ruia (Foto 3).

Il passaggio alla soprastante Formazione di Borutta difficilmente è osservabile alla scala dell'affioramento, anche perché presenta caratteri di eteropia.

La potente Formazione di Borutta (fino a 200 metri) occupa un vasto settore orientale del bacino idrografico ed è costituita da una fitta alternanza di marne, marne arenacee e siltiti di colore da grigio-bruno a bianco-giallastro, con livelli più francamente carbonatici (Foto 5 e 6). L'abbondante contenuto fossilifero ad echinidi, bivalvi, gasteropodi, foraminiferi e ostracodi permette di riferirla ad un ambiente di piattaforma esterna. La giacitura è in genere monoclinale, con deboli inclinazioni.

Superiormente si passa alla formazione calcarea di Monte Santo che si presenta in bancate massive, con giacitura suborizzontale o leggermente inclinata verso i quadranti occidentali di

5-7° e giunti di stratificazione poco marcati, con diaclasi subverticali di modesta frequenza e densità. Affiora esternamente al bacino idrografico, nel settore a sud-orientale.



Foto 3: Formazione di Mores sulle piroclastiti di Punta Ruia.



Foto 4: Facies calcarenitica della Formazione di Mores (Caniga).



Foto 5 e Foto 6: Facies marnosa e marnoso-arenacea della Formazione di Borutta

Tutte le litologie che formano il substrato litoide sono affioranti o sub-affioranti al di sotto di esigui spessori, generalmente non superiori ad 1 m, di coperture superficiali, che solo in corrispondenza del fondovalle del Riu Calamasciu raggiungono spessori significativi, mediamente compresi tra 1.50 e 4.50 m (Foto 7). I depositi alluvionali sono rappresentati prevalentemente da sabbie e subordinatamente limi mentre sono pressochè assenti le granulometrie ghiaiose e rare quelle argillose, queste ultime per lo più confinate al passaggio con le sottostanti litologie calcareo-marnose del substrato miocenico. I depositi eluvio-colluviali, l'insieme dei depositi derivanti da accumulo per ruscellamento diffuso e per elaborazione in posto del substrato, occupano i fondovalle secondari o aree a debole pendenza periferiche al fondovalle.



Foto 7: Alluvioni fluviali lungo il Rio Calamasciu.

3.2.3 *Quadro litostratigrafico dei siti di progetto*

Nello specifico l'area strettamente interessata dagli interventi in progetto, rappresentata nella Tav. GEO-01 Carta Geologica di dettaglio, si sviluppa in corrispondenza della borgata di Caniga, delimitata ad est proprio dal corso d'acqua. Il progetto prevede di intervenire nel tratto fluviale immediatamente a monte della borgata fino all'attraversamento stradale lungo la Via Caniga-S.S. 127bis, la cui eliminazione rende necessaria la riorganizzazione della viabilità interna alla borgata, tramite la realizzazione di una nuova circonvallazione che collegherà il cavalcaferrovia, a nord, con la SS127 bis, a sud, in prossimità del bivio per la via Padre Luca.

Lungo il tracciato del Rio Calamasciu e della nuova viabilità sono state programmate ed eseguite le indagini mirate alla ricostruzione dei modelli geologico e geotecnico.

Sulla base delle verticali geognostiche, le cui colonne stratigrafiche sono allegate al Rapporto sulle Indagini, e del rilievo in affioramento, lungo i tracciati in progetto è stata ricostruita la seguente la stratigrafia:

Depositi antropici (ha/ha_s)

Sono presenti in diverse zone sia in corrispondenza della zona industriale, dove sono stati eseguiti i sondaggi S1 ed S2, che lungo il fondovalle del Riu Calamasciu, riconducibili questi ultimi a lavori lungo la ferrovia e a precedenti interventi di riordino idraulico del Rio Calamasciu. Gli spessori variano tra 0.80 m. e 2.50 m. Si tratta spesso di materiali alluvionali rimaneggiati con materiali antropici.

Depositi eluviali e colluviali (b)

Sabbie fini limose da poco a mediamente addensate, con rari litici prevalentemente carbonatici e con spessori compresi tra 0.30 e 1.80 m. Possono essere ricompresi tra questi i suoli superficiali sciolti presenti sul substrato litoide con spessori modesti di 0.30÷0.50 m. Derivano per elaborazione in posto del substrato litoide o per accumulo dai versanti delle colline presenti in destra idrografica. Poggiano sul substrato calcarenitico con contatto per lo più netto; solo in corrispondenza dei pozzetti P10 e P12, al passaggio col sottostante substrato calcareo, sono presenti sabbie bianco/ocra e calcareniti semilitoidi.

Depositi alluvionali (b/b1/b2)

Sabbie limose e argillose fini, da scarsamente addensate ad addensate, (b) con rari litici

calcarei e argille sabbiose poco addensate (b1); le prime più superficiali e con spessori compresi tra 1.40 (P4) e 3.75 (P5) m, le seconde più profonde, non sempre presenti e con spessori da 0.50 (SP8) a 1.50 (P6) m.; i sondaggi non hanno mai incontrato livelli ghiaiosi. I depositi sabbiosi sono riconducibili all'azione di deposito del corso d'acqua sul substrato miocenico, con contatto netto fatta eccezione per il pozzetto P2 dove al passaggio si rinviene un livello residuale (b2), riconducibile all'alterazione in posto delle sottostanti litologie calcarenitiche. All'interno dei depositi alluvionali è stata riscontrata la presenza di acqua nei pozzetti P6 e P8, in entrambe i casi a - 2.70 m, mentre nel pozzetto P7, intermedio tra i due, è comparsa a - 2.20 m, al contatto con le calcareniti.

Formazione di Mores(c/c1)

Su tutta l'area di intervento il substrato lapideo è rappresentato dalla Formazione di Mores, comprensiva in generale di numerose e differenti litofacies ma qui rappresentata prevalentemente da due facies: una biocalcarenitica (c) ed una arenacea (c1) con componente clastica costituita da sabbie fini, ben classate, a prevalenti elementi di quarzo arrotondati. Il differente grado di cementazione produce livelli decimetrici, talora centimetrici, da litoidi (Foto 8, 9 e 10) e semilitoidi (Foto 11) fino a una sabbia debolmente cementata, scarsamente recuperata anche durante la perforazione, quest'ultima resa laboriosa proprio dal frequente passaggio dei tipi litologici. Questa caratteristica di variabilità verticale è osservabile anche alla scala dell'affioramento sia nei tagli artificiali della ferrovia che in quelli stradali dove, nel lungo periodo, la maggiore erodibilità dei livelli scarsamente cementati ha prodotto sottoescavazioni che hanno privato i livelli litoidi della base di appoggio provocandone la fratturazione ed il conseguente crollo (Foto 12, 13 e 14). Questa caratteristica del substrato può rappresentare un vantaggio in fase di scavo dei fronti che nel breve periodo mantengono una buona stabilità, ma necessitano di una protezione e/o una adeguata profilatura nel lungo periodo.



Foto 8: P15 - campione litoide.



Foto 9: S3 - m. 3.40



Foto 10: S1 - m. 6.00



Foto 11: S2 (Predda Niedda) - m. 1.50



Foto 12: Taglio artificiale lungo la ferrovia all'altezza del sondaggio S1.



Foto 13: Taglio stradale vicino al passaggio a livello di Caniga



Foto 14: Affioramento delle litologie calcaree lungo la Via Caniga.

E' stato possibile ricostruire, mediante l'interpolazione dei rilievi di superficie con le verticali geognostiche (sondaggi a carotaggio e pozzetti), il profilo litostratigrafico di dettaglio lungo l'alveo GEO-02. Il quadro geologico che deriva è quello di un basamento litoide formato dalle litologie lapidee e semilapidee carbonatico-arenacee, e dalle coperture alluvionali, costituite da terreni sabbiosi, da scarsamente addensati ad addensati con aumento della componente argillosa in profondità.

Interventi lungo l'alveo.

Gli scavi per i primi 60 m circa percorrono il fondovalle interessando le coperture superficiali, per i successivi 120 m circa tagliano il versante dell'alto morfologico attraversando le litologie lapidee e semilapidee carbonatico-arenacee mioceniche ed infine si sviluppano di nuovo nelle coperture superficiali del fondovalle fino dell'immissione nel tracciato naturale, in corrispondenza del secondo attraversamento ferroviario. Da questo punto in poi i lavori interesseranno solo i depositi alluvionali e quelli artificiali.

Interventi lungo la nuova viabilità.

Partendo dall'incrocio tra il cavalcaferrovia e la via Peppino Mereu la struttura stradale si sviluppa, per circa 120 m, sugli affioramenti calcarei che danno luogo ad un piccolo alto morfologico; successivamente proseguono verso sud, lungo un tracciato suborizzontale mantenendosi tra le quote di 117 e 115 m, nell'ampia area pianeggiante occupata dalle

coperture superficiali eluviali e colluviali e le sabbie, l'insieme delle quali presenta spessori compresi tra 1.70 e 2.90 m.

3.3 Geomorfologia

Il bacino del Rio Calamasciu si inserisce in una morfologia collinare le cui quote più elevate si trovano nel settore orientale del centro abitato di Sassari. In grande si osserva un'ampio versante degradante omogeneamente verso W modellato sui calcari di Monte Santo, che formano i rilievi ad Est del centro abitato, e sulle calcareniti della Formazione di Mores, ad Ovest, intercalate dalle più erodibili formazioni marnose di Borutta.

Quest'ampia superficie è incisa, con medesimo andamento E-W, dai principali corsi d'acqua come il Rio S. Orsola, il Riu Giuncheddu, e il ramo iniziale del Rio Calamasciu, tributario del Rio Mascari, con medesimo andamento; il Rio Calamasciu modifica la sua direzione con un'ampia curva verso sud, in coincidenza con una struttura che solleva il blocco occidentale fino a far affiorare le vulcaniti oligo-mioceniche.

Il corso d'acqua si origina dall'area urbana di Sassari, risulta quindi impossibile individuare il corso naturale in corrispondenza dell'edificato, dove le acque sono convogliate in diversi canali tombati il principale dei quali lo porta ad attraversare la ferrovia Sassari-Chilivani, nella Z.I. di Predda Niedda; da qui è possibile osservare il corso naturale del Rio, per quanto ancora deviato e incanalato in più tratti anche a valle.

Tra la Z.I. di Predda Niedda e la borgata di Caniga il corso d'acqua scorre in un fondovalle ampio e a fondo piatto, per diversi tratti regimato all'interno di argini in gabbionate eseguiti negli anni passati, principalmente nei punti dove corre adiacente o vicino alla ferrovia, che l'attraversa 3 volte in circa 700 m; la pendenza media nel tratto di interesse è intorno a 1,5% e quella dell'intera asta, fino alla sezione di interesse, è inferiore al 2%.

Tali caratteristiche geomorfologiche denotano modeste energie del corso d'acqua e scarsa tendenza al trasporto solido, come rilevabile anche dalla natura sabbioso-limosa dei sedimenti fluviali, privi di componente ghiaiosa. In linea con queste osservazioni è l'assenza di forme fluviali riconducibili ad erosione delle sponde. Per tale motivo è possibile escludere significativi fenomeni di pericolosità geologica connessi a trasporto solido di massa.

I potenziali dissesti rilevati riguardano i versanti del settore occidentale del bacino idrografico, dove il "Piano per l'Assetto Idrogeologico" vigente individua alcune scarpate rocciose nelle colate vulcaniche oligo-mioceniche e nelle testate di strato mioceniche come

aree a pericolo di frana da medio (Hg2) a molto elevato (Hg4) (Fig. 7); le stesse aree non risultano invece tra quelle censite dal progetto IFFI. Si tratta di aree periferiche o esterne al bacino idrografico di interesse e che non interferiscono con le aree di progetto.

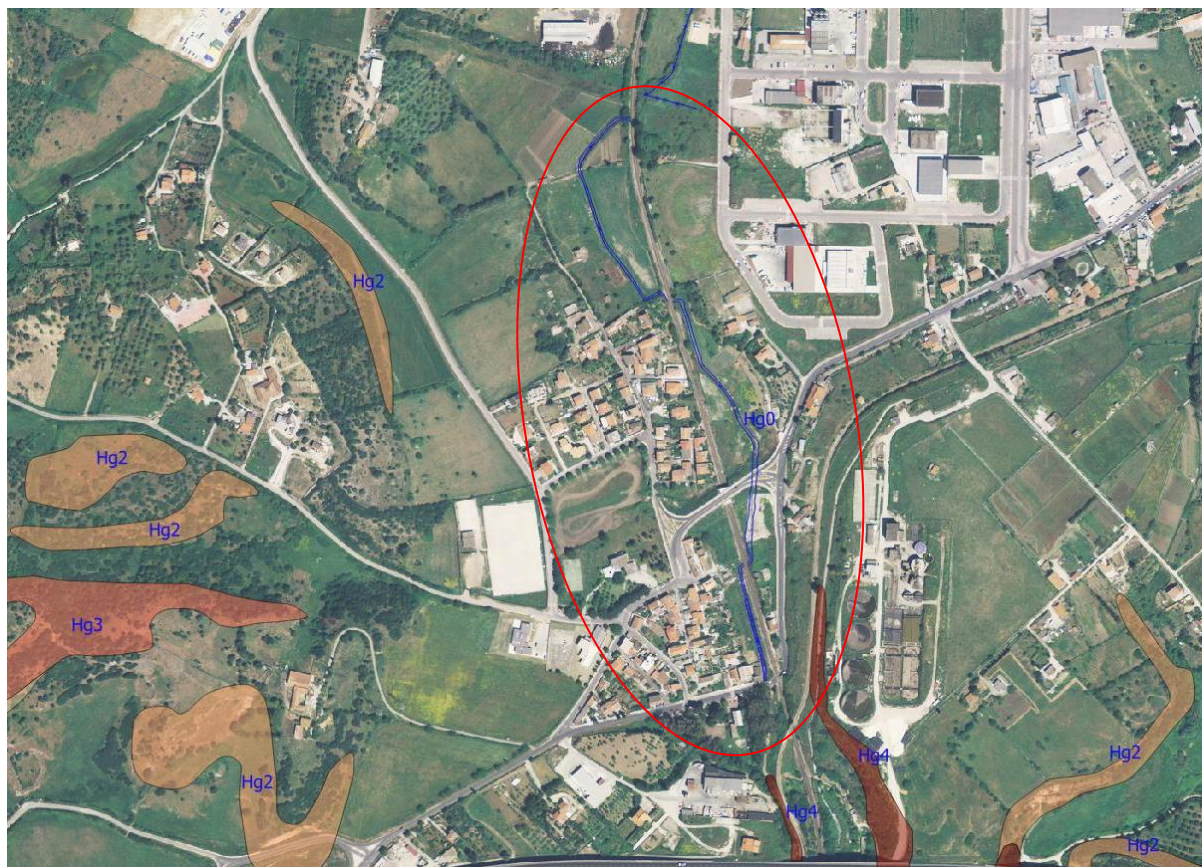


Figura 7: Foto aerea con l'ubicazione dell'area di intervento e delle aree di pericolosità da frana individuate dal PAI vigente.

3.4 Inquadramento idrogeologico

Il Rio Calamasciu, tributario del Rio Mascari, nasce nell'area urbana di Sassari, dove è difficilmente ricostruibile la rete di drenaggio in quanto nascosta o modificata dal tessuto edilizio. Il Rio riprende il suo corso naturale nella Z.I. di Predda Niedda, sebbene ancora deviato e incanalato in più tratti.

Qui in destra idrografica riceve l'apporto di alcuni piccoli affluenti, di 1° e 2° ordine, che attraversano la borgata di Caniga, in parte incanalati artificialmente.

In sinistra idrografica i tributari, in parte artificiali, affluiscono a valle della borgata di Caniga, provenienti dall'area urbana di S. Pietro.

La circolazione sotterranea è condizionata dagli spartiacque morfologici descritti nel precedente paragrafo, che ha rilevato una morfologia degradante omogeneamente verso W, modellata sulle litologie calcareo-calcarenitiche mioceniche intercalate dalle più erodibili formazioni marnose e incisa, con medesimo andamento E-W, dai principali corsi d'acqua.

L'acquifero principale è contenuto nelle litologie carbonatiche mioceniche che presentano un tipo di permeabilità di tipo secondario, per fessurazione e carsismo, di grado *medio*: in queste litologie l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo avviene quindi principalmente lungo il reticolo di fratturazione della roccia, all'interno del quale le acque, attraverso un processo chimico-fisico di alterazione, producono un'azione di dissoluzione del carbonato di calcio, con conseguente allargamento delle fratture e creazione di cavità.

La formazione miocenica è sede di una falda principale con piezometrica a varie decine di metri di profondità. Durante l'esecuzione dei sondaggi, che hanno attraversato la formazione fino a - 13,00 m circa dal p.c., la falda non è mai stata intercettata.

Il fondovalle è occupato dai depositi alluvionali che, nel sito specifico, sono rappresentati prevalentemente da sabbie limose e argillose caratterizzate da una permeabilità per porosità di grado medio. Modesti acquiferi possono essere contenuti in questi depositi ma presentano carattere prettamente stagionale, alimentati dal corso d'acqua principale. Durante l'esecuzione dei pozzetti ubicati più a valle (P6-P8) la falda è stata intercettata a - 2.70 m dal p.c., qualche decina di centimetri al di sopra del livello impermeabile delle argille.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo scopo del presente lavoro è quello di fornire tutti i dati di carattere geologico-geotecnico (litologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici) necessari alla ricostruzione del modello geologico del sito interessato dal progetto per gli "*Interventi mitigazione rischio idrogeologico - Sistemazione idraulica dell'alveo Rio Calamasciu dalla Z.I. Predda Niedda alla borgata di Caniga - PGRA SS_I452_002*". Gli interventi sono finalizzati a ridurre il rischio idraulico nella borgata di Caniga, e lungo la linea ferroviaria Sassari-Chilivani, che interseca il corso d'acqua varie volte.

Lo studio ha permesso la ricostruzione del seguente modello geologico:

→ Gli interventi in progetto riguardano la sistemazione complessiva e la mitigazione del rischio idraulico sia della borgata di Caniga che della rete ferroviaria lungo il Rio Calamasciu, ad Ovest del centro abitato di Sassari. Il bacino idrografico del Rio Calamasciu è

caratterizzato dalla presenza dei depositi sedimentari del Miocene, poggiati sulle vulcaniti oligo-mioceniche. L'area strettamente interessata dagli interventi in progetto, investigata tramite indagini geognostiche, è costituita da un basamento litoide formato dalle litologie lapidee e semilapidee carbonatico-arenacee al di sotto delle coperture alluvionali ed eluvio/colluviali, costituite da terreni sabbiosi, da scarsamente addensati ad addensati con aumento della componente argillosa in profondità.

- L'analisi geomorfologica ha evidenziato che i potenziali dissesti rilevati e individuati come aree a pericolo di frana da medio (Hg2) a molto elevato (Hg4) dal PAI vigente riguardano aree periferiche o esterne al bacino idrografico che non interferiscono con le aree di progetto. Le caratteristiche geomorfologiche denotano modeste energie del corso d'acqua e scarsa tendenza al trasporto solido. In linea con queste osservazioni è l'assenza di forme fluviali riconducibili ad erosione delle sponde. Per tale motivo è possibile escludere significativi fenomeni di pericolosità geologica connessi al corso d'acqua.
- Il substrato a prevalenza carbonatico-arenacea presente nelle aree interessate dal progetto è sede di una falda principale con piezometrica a varie decine di metri di profondità. Modesti acquiferi possono essere contenuti nei sedimenti quaternari, permeabili per porosità, ma presentano carattere prettamente stagionale; alimentati dal corso d'acqua principale. Durante l'esecuzione dei pozzetti ubicati più a valle la falda è stata intercettata a - 2.70 m dal p.c., qualche decina di centimetri al di sopra del livello impermeabile delle argille; non sono state rilevate sorgenti all'interno delle aree di progetto.
- Il progetto prevede un nuovo tracciato del Rio Calamasciu adiacente alla ferrovia per una lunghezza di circa 200 m, più a valle la risagomatura con allargamento della sezione e realizzazione di protezioni spondali e l'adeguamento del canale a cielo aperto esistente. Si prevede inoltre la demolizione dell'attraversamento stradale a valle del canale a cielo aperto e la conseguente revisione dell'assetto viario con la realizzazione di un nuovo tratto di viabilità di circonvallazione, e la contestuale integrazione della rete di raccolta delle acque meteoriche nel bacino urbano di Caniga.

✓ Interventi lungo l'alveo. Gli scavi per i primi 60 m circa percorrono il fondovalle interessando le coperture superficiali, per i successivi 120 m circa tagliano il versante dell'alto morfologico attraversando le litologie lapidee e semilapidee carbonatico-arenacee mioceniche ed infine si sviluppano di nuovo nelle coperture superficiali del fondovalle fino dell'immissione nel tracciato naturale, in corrispondenza del secondo

attraversamento ferroviario. Da questo punto in poi i lavori interesseranno solo i depositi alluvionali e quelli artificiali.

- ✓ Interventi lungo la nuova viabilità. Partendo dall'incrocio tra il cavalcaferrovia e la via Peppino Mereu la struttura stradale si sviluppa, per circa 120 m, sugli affioramenti calcarei che danno luogo ad un piccolo alto morfologico; successivamente proseguono verso sud, lungo un tracciato suborizzontale mantenendosi tra le quote di 117 e 115 m, nell'ampia area pianeggiante occupata dalle coperture superficiali eluviali e colluviali e le sabbie, l'insieme delle quali presenta spessori compresi tra 1.70 e 2.90 m.

→ L'analisi di stabilità dei fronti di scavo è stata dettagliatamente trattata nella Relazione geotecnica; qui si evidenzia che il substrato lapideo, rappresentato dalla Formazione di Mores, è rappresentato essenzialmente da una facies arenacea il cui differente grado di cementazione produce livelli decimetrici, talora centimetrici, da litoidi e semilitoidi fino a una sabbia debolmente cementata. Questa caratteristica di variabilità verticale è osservabile anche alla scala dell'affioramento proprio nei tagli artificiali della ferrovia dove, nel lungo periodo, la maggiore erodibilità dei livelli scarsamente cementati produce sottoescavazioni che privano i livelli litoidi della base di appoggio provocandone la fratturazione e il conseguente crollo. Questa caratteristica del substrato può rappresentare un vantaggio in fase di scavo dei fronti che nel breve periodo mantengono una buona stabilità, ma necessitano di una protezione e/o una adeguata profilatura nel lungo periodo.