



COMUNE DI SELARGIUS

MESSA IN SICUREZZA DELL'INTERSEZIONE AL km 7+650 DELLA SS N.387 MEDIANTE REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Novembre 2020	Emissione	M. Pompei	M. Pompei	M. Pompei
1					
2					
3					

01-RELAZIONI RELAZIONE GEOLOGICA PIANO DELLE INDAGINI GEOTECNICHE	TAVOLA N°: RE05
	SCALA: -
	Commessa: 2020/24.MP
	Sottocommessa:



Dott. Mauro Pompei
geologo

Via Lorenzo il Magnifico n. 7
09134 Cagliari (Italy)
Tel./Fax +39 0706499009
Mobile +39 336815504
e-mail pompei.mauro61@gmailcom
PEC pompei.mauro@epap.sicurezza postale.it

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

DOTT. ING. ENRICO SABA

IL GEOLOGO:

DOTT. GEOL. MAURO POMPEI



SOMMARIO

1. GENERALITÀ	1
1.1. Premessa	1
1.2. Inquadramento topografico e territoriale.....	1
1.3. Richiami normativi.....	6
1.4. Descrizione sommaria dell'intervento	6
2. MODELLO GEOLOGICO.....	7
2.1. Contesto geologico	7
2.2. Assetto litostratigrafico locale.....	7
2.3. Assetto strutturale.....	11
2.4. Sismicità storica dell'area	13
2.5. Classificazione sismica	13
2.6. Assetto geomorfologico e idrografico	16
2.7. Assetto idrogeologico.....	17
3. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	18
3.1. Pericolosità sismica.....	18
3.2. Pericolosità idrogeologica	18
3.3. Pericolosità da frana	18
3.4. Pericolosità da inondazione	18
4. PROGRAMMA SOMMARIO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	20
5. CONCLUSIONI	21



1. GENERALITÀ

1.1. Premessa

Il presente documento si redige nell'ambito delle attività e studi a supporto della progettazione di fattibilità tecnico-economica riguardante l'«**Intervento per la messa in sicurezza dell'intersezione al km 7+650 della S.S. 387 mediante realizzazione di una rotatoria a Selargius**» dallo scrivente **Dott. MAURO POMPEI⁽¹⁾** in qualità di geologo incaricato dall'Amministrazione Comunale.

Le considerazioni di seguito esposte si basano su dati in possesso dello scrivente, provenienti da indagini geognostiche (mediante sondaggi, pozzetti geognostici, prove geotecniche in situ e di laboratorio) condotte nello stesso ambito territoriale in prima persona per vari interventi edilizi, tra cui quello del vicinissimo dell'Osservatorio astronomico, coadiuvati da quelli ricavati da rilievi diretti all'uopo eseguiti lungo il settore di intervento, oltreché dalla miscellanea e cartografia geotematica regionale.

Sono stati così analizzati, con il dettaglio consentito dalla fase progettuale in essere, gli aspetti litologici, morfologici, geologici ed idrogeologici effettivamente interagenti con l'opera in progetto, al fine di individuare eventuali criticità e predisporre il programma di indagini più consono a supportare la progettazione in relazione alla natura dell'intervento e dell'assetto geologico s.l. dei luoghi.

1.2. Inquadramento topografico e territoriale

L'intersezione oggetto di adeguamento ricade entro le pertinenze territoriali del Comune di Selargius (Città Metropolitana di Cagliari - Sardegna meridionale), a nord-ovest del centro abitato e in prossimità del limite amministrativo con il Comune di Monserrato, alle pendici orientali del rilievo collinare di *Cuccuru Angius*.

La rotatoria andrà ad interessare l'attuale svincolo a raso dell'intersezione al km 7+650 tra la S.S. n. 387 e la S.P. n. 93.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 557 "CAGLIARI" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 557-III "CAGLIARI" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 557-100 "MONSERRATO" della C.T.R. [scala 1:10.000]

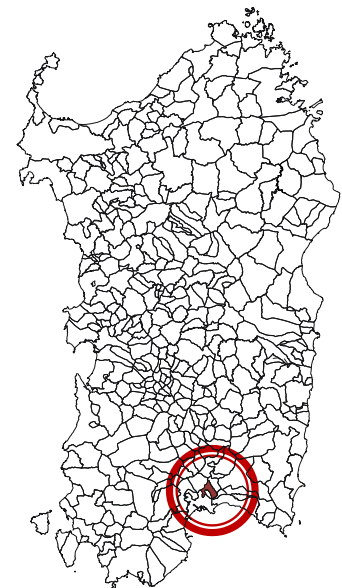


FIGURA 1.1
Comune di Selargius
Inquadramento geografico.

⁽¹⁾ Albo Geologi della Regione Sardegna N. 211 – Sezione A.



FIGURA 1.2 - Ubicazione del sito di intervento su immagini estratte da Google Earth

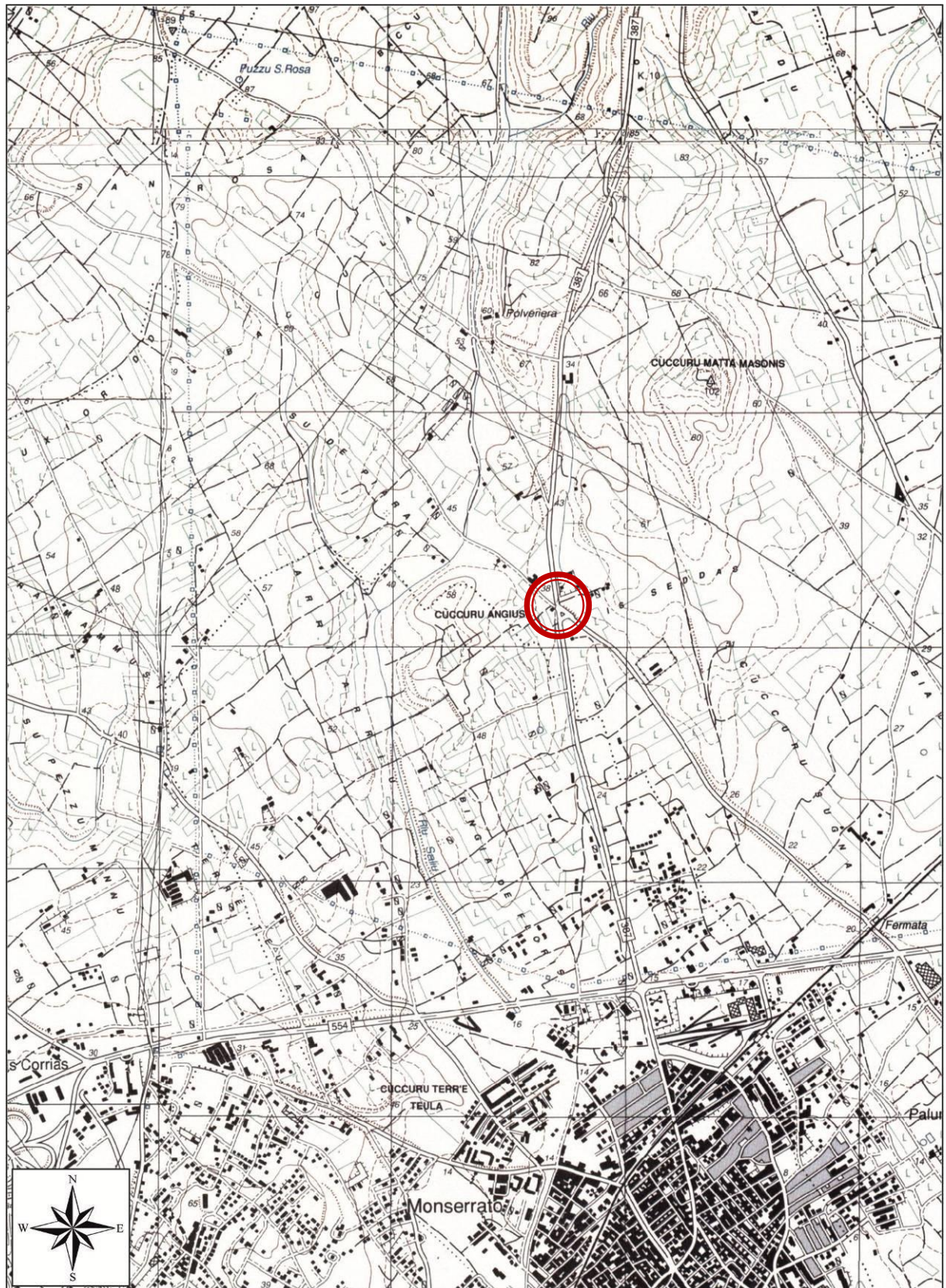


FIGURA 1.3 - Ubicazione del sito di intervento su stralcio cartografia I.G.M.I. in scala 1:25.000.

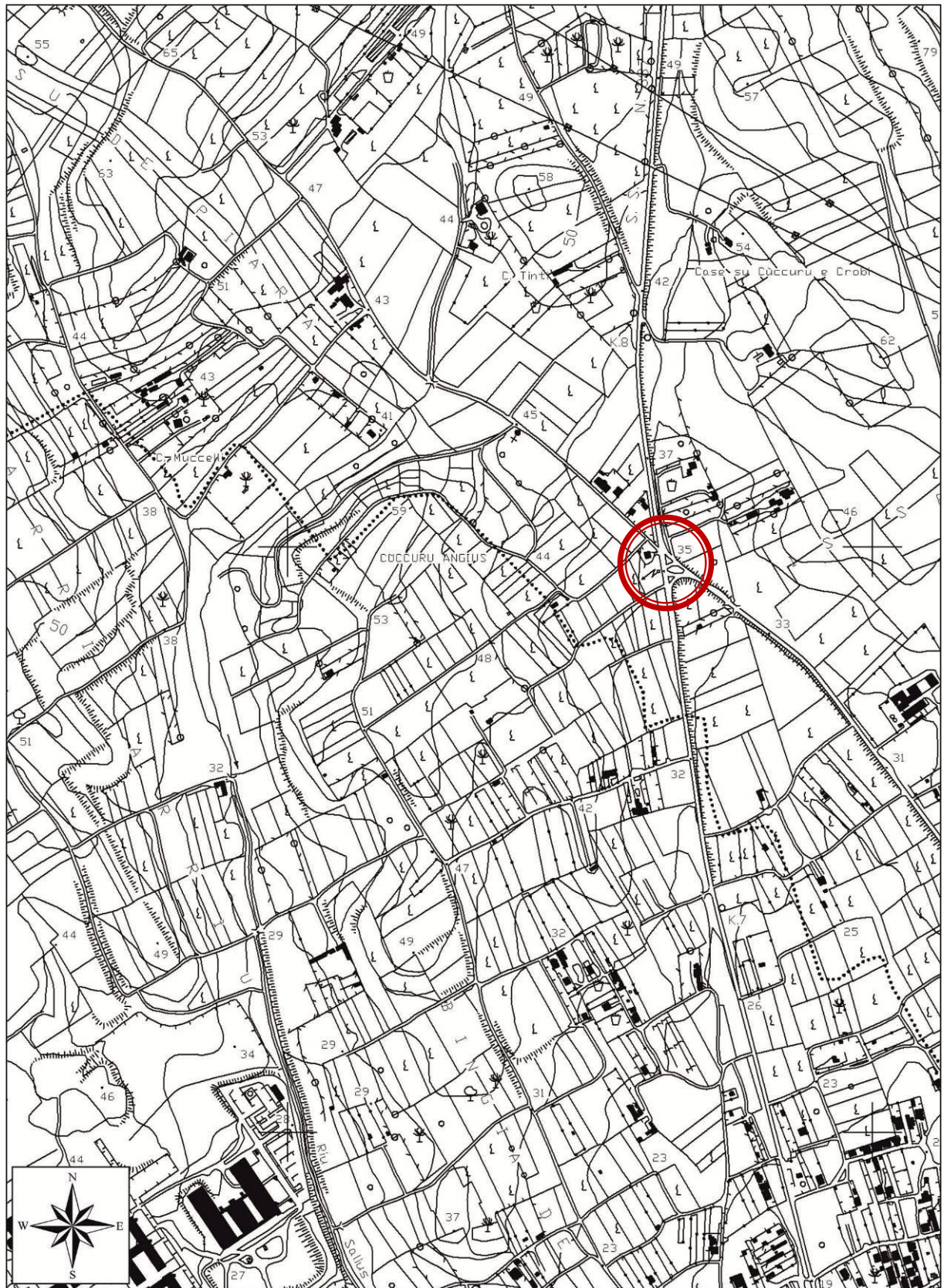


FIGURA 1.4 - Ubicazione del sito di intervento su stralcio cartografia C.T.R. in scala 1:10.000.



FIGURA 1.5 - Ubicazione del sito di intervento su immagine ortofotogrammetrica in scala 1:10.000.

1.3. Richiami normativi

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- **Decreto 17.01.2018** «*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*»;
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009** «*Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008*»;
- **D.M. 14.01.2008** «*Norme Tecniche per le Costruzioni*»;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02.10.2003** «*Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri*»;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003** «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*»;
- **D.M. LL.PP. 16.01.1996** «*Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche*»;
- **Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996** «*Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica*»;
- **D.M. LL.PP. 11.03.1988** «*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*» e relativa **Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988**;
- **Legge n. 64 del 02.02.1974** «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*», che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero LL.PP.;
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005;
- **Decreto del Presidente della R.A.S. n. 35 del 21.03.2008** «*Norme di Attuazione del P.A.I.*»;
- **D. Lgs. 12.04.2006, n. 163** «*Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE*»;
- **A.G.I. 1977** «*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*».

1.4. Descrizione sommaria dell'intervento

L'intervento in argomento si esplicherà nella realizzazione di una rotatoria per l'eliminazione dell'attuale svincolo a raso dell'intersezione al km 7+650 della SS 387 e la S.P. 93, di diametro interno 26 m ed esterno 40 m che si ritiene capace di smaltire oltre 20.000 veicoli/giorno.

La configurazione e collocazione dell'intersezione in rotatoria come da ipotesi progettuali, garantiranno il mantenimento dell'accesso alle proprietà e fondi agricoli localizzati in destra alla attuale S.P. 93, della cabina elettrica esistente, minimizzando al contempo le relative interferenze con le linee elettriche e con le condotte del Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale.

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1. Contesto geologico

L'area in studio è localizzata nella Sardegna meridionale, in prossimità del bordo orientale del *Campidano*, settore notoriamente identificato come una zona importante nel quadro dell'evoluzione geodinamica recente della Sardegna e che si estende per circa 100 km con direzione NW-SE dal *Golfo di Oristano* al *Golfo di Cagliari*. Tale piana si sovrappone alla più vasta fossa tettonica sarda (di epoca oligo-miocenica) che attraversa longitudinale la Sardegna occidentale unendo il *Golfo dell'Asinara* con quello di *Cagliari*, la cui formazione si deve a un'intensa tettonica transtensiva sviluppatasi durante il Terziario che ne ha provocato lo sprofondamento mediante un complesso sistema di faglie a carattere in prevalenza trascorrente impostate probabilmente su linee di debolezza erciniche.

La colmata della depressione oligo-miocenica si esplica con la messa in posto di un insieme eterogeneo di sedimenti continentali e marini che vulcanici che, localmente, raggiunge lo spessore di qualche migliaio di metri. In particolare la sequenza miocenica, piuttosto variegata nello sviluppo dei tre cicli di sedimentazione, per una parte coevi all'intenso vulcanismo calco alcalino, nel settore di interesse è composta prevalentemente da una sequenza marnoso-arenacea conosciuta con il nome di *Formazione delle Marne di Gesturi* ed attribuita al Burdigaliano superiore-Langhiano medio (Miocene medio): trattasi di marne grigio-verdognolo ben stratificate e con giacitura sub-orizzontale a ricca fauna in prevalenza pelagica ma con rilevante presenza anche di organismi bentonici di ambiente marino profondo, con frequenti intercalazioni di bancate arenacee e conglomeratiche talora con ricca componente vulcanoclastica, aventi spessori variabili da decimetrici a decametrici.

La fossa campidanese ("*graben campidanese*" Auct.) invece, connessa con l'evoluzione del bacino sud-tirrenico nel corso del Pliocene e del Quaternario antico, risulta contornata sia dai sedimenti del Terziario (prevalentemente oligo-miocenici ed in subordine eocenici) affioranti nella Marmilla, Trexenta e Parteolla e dai terreni paleozoici dell'Iglesiente-Sulcis e Arburese, questi ultimi costituiti essenzialmente da scisti cambro-ordoviciani, siluriani e devoniano-carboniferi, iniettati da porfidi e da graniti ercinici e post-ercinici. La sua colmata avviene proprio per effetto del trasporto dei prodotti di erosione dei suddetti terreni nel corso del Pliocene medio e superiore e del Quaternario antico, sino a dare origine alla attuale pianura del Campidano.

2.2. Assetto litostratigrafico locale

Il settore di intervento vede la diffusa presenza di terreni detritici di genesi eluvio-colluviale ed alluvionale, associati ai relativi prodotti di alterazione pedogenetica ("*SUOLI*") che sormontano il basamento litificato locale, costituito in prevalenza da rocce appartenenti alla successione vulcano-sedimentaria miocenica. Con riferimento alla cartografia geologica ufficiale si distinguono:

Coperture oloceniche

b2	Coltri eluvio-colluviali	[Olocene]
ba	Depositi alluvionali	[Olocene]
bb	Sabbie con subordinati limi e argille	[Olocene]
bna	Depositi alluvionali terrazzati sabbiosi	[Olocene]
bnb	Depositi alluvionali terrazzati ghiaiosi	[Olocene]

Basamento litificato miocenico

GTS	Formazione delle Marne di Gesturi	[Burdigaliano superiore – Langhiano medio]
------------	-----------------------------------	--

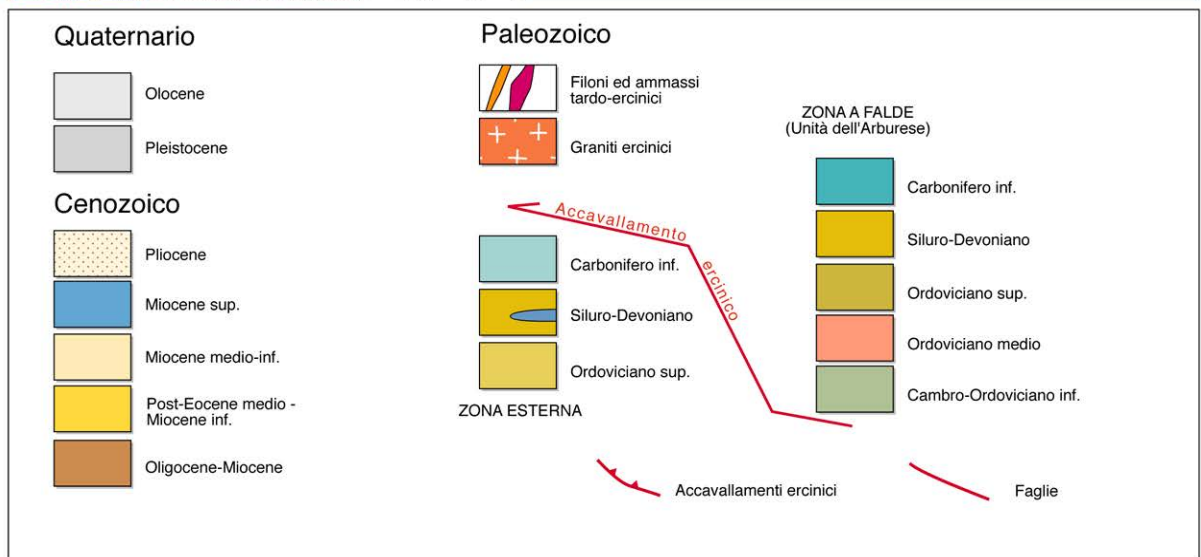
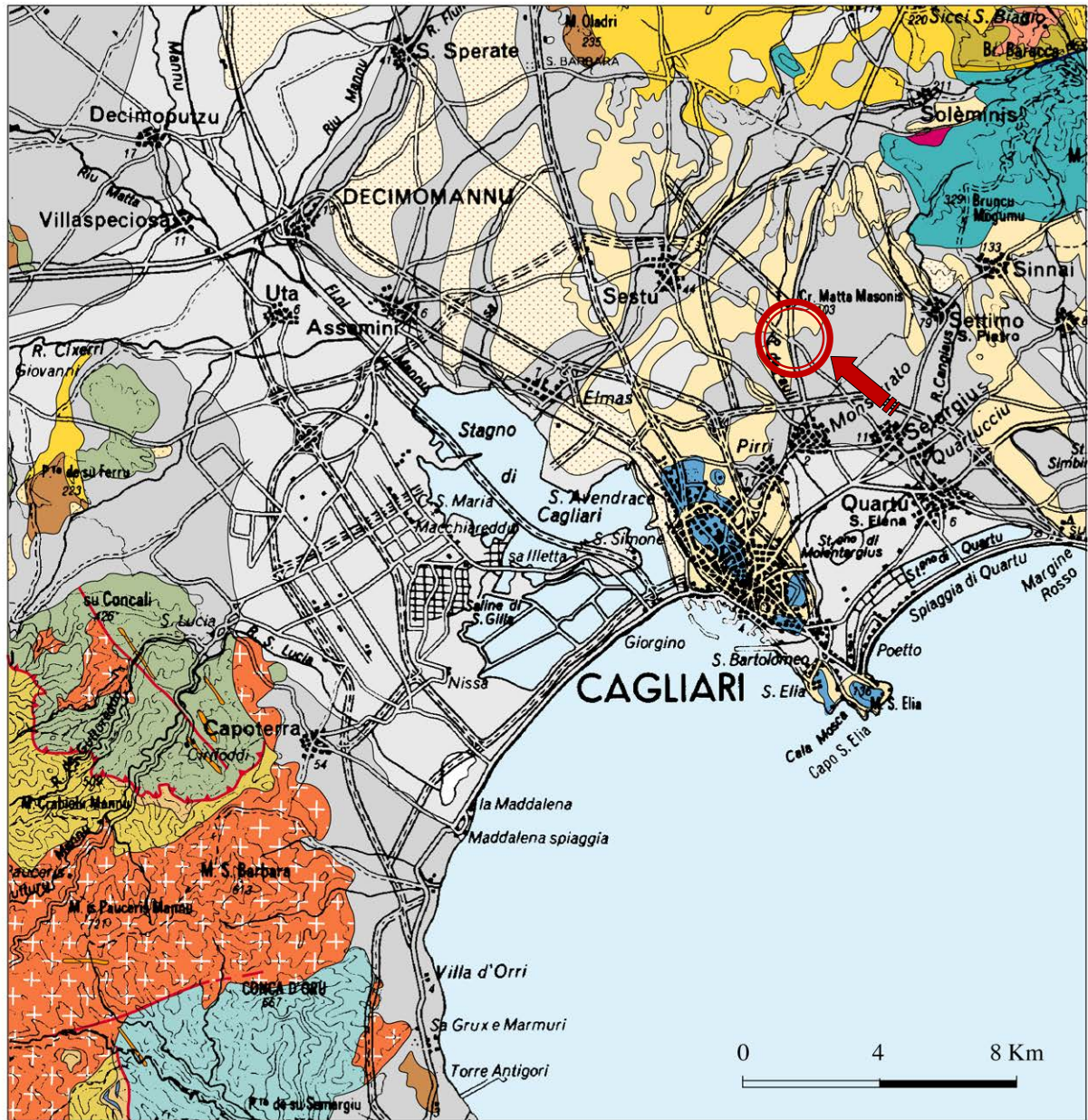
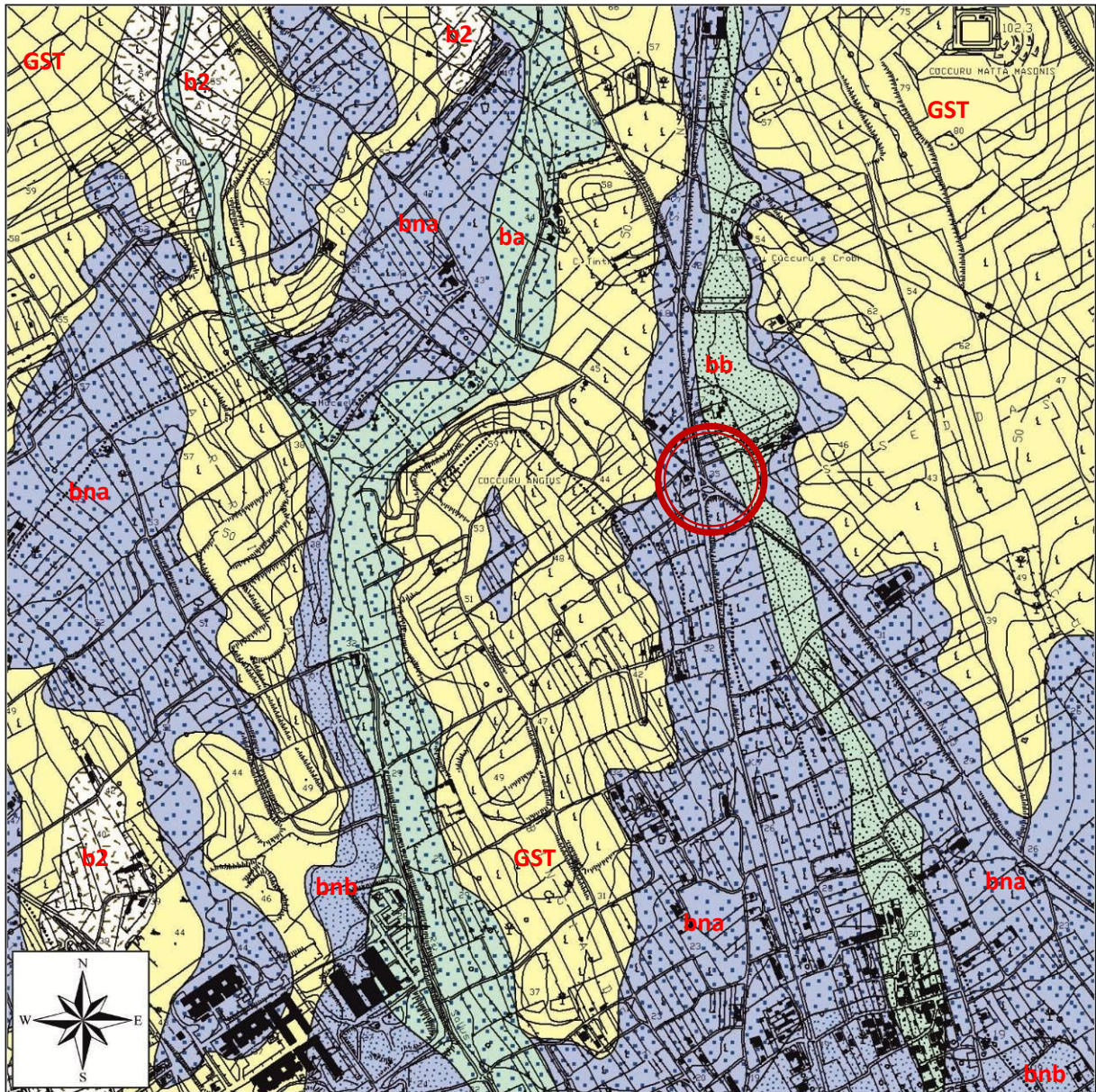


FIGURA 2.1 – Inquadramento geologico dell'area vasta (fuori scala).









-  Coltri eluvio colluviali costituite da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica (Olocene).
-  Depositi alluvionali costituiti da sabbie con subordinati limi ed argille (Olocene).
-  Depositi alluvionali costituiti da ghiaie da grossolane a medie (Olocene).
-  Depositi alluvionali terrazzati costituiti da sabbie (Olocene).
-  Depositi alluvionali terrazzati costituiti da ghiaie con subordinate sabbie (Olocene).
-  *Marne di Gesturi* - Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali, etc. (Burdigaliano superiore - Langhiano medio).

FIGURA 2.2– Ubicazione dell'opera su stralcio della "Carta Geologica d'Italia" a cura di: APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia, modificata in scala 1:10.000.

Di seguito le diverse unità litostratigrafiche caratterizzanti il sito nel quale verrà realizzata l'opera e di un adeguato intorno, verranno sinteticamente descritte in attesa di una loro maggiore definizione mediante l'esecuzione di una specifica campagna di indagine conoscitiva del sottosuolo.

La distribuzione delle unità litostratigrafiche in un congruo intorno rispetto al sito di intervento è rappresentato in **FIGURA 2.2** si riportata uno stralcio della "Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000" curata da APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia. In attesa di acquisire le informazioni sito specifiche attraverso l'esecuzione delle indagini geognostiche, si descrivono i caratteri salienti dei diversi terreni.

b2 - Colluvi limo-sabbioso-argillosi

Si tratta di terre costituite da limo, sabbia ed argilla in svariate proporzioni e per tale motivo a comportamento geotecnico molto variabile (incoerente, coesivo, misto), ad elevata componente carbonatica in quanto derivano dalla alterazione e risedimentazione delle marne costituenti i rilievi miocenici circostanti. Si rinvencono generalmente in corrispondenza di paleo-depressioni o lungo i pendii collinari meno acclivi.

Sovente contengono livelli da pluridecimetrici sino a submetrici fortemente carbonatici (accumuli di CaCO_3 di precipitazione - "crostoni s.l.") dal tipico colore biancastro, compatti allo stato asciutto e leggermente compressibili in presenza d'acqua. Talora possono caratterizzarsi per la presenza di uno scheletro clastico sabbio-ghiaioso derivante dal rimaneggiamento dei termini arenacei miocenici e delle alluvioni del Quaternario antico.

Il grado di consistenza è spesso discreto laddove non sono presenti rimaneggiamenti da parte di attività agricola. Il colore è in genere marrone con varie sfumature più chiare in funzione della presenza o meno di carbonati. Localmente questi depositi sono indistinguibili da terreni riportati di origine storica. Si ritiene rappresentino il substrato più interessato dalle opere in progetto.

b - Depositi alluvionali

Sono rappresentati da alluvioni sabbio-limose e talora ghiaioso sabbio-limose in genere con un'importante componente argillosa nella matrice, legate alla evoluzione olocenica del locale reticolo di drenaggio a carattere torrentizio che drena sia i rilievi metamorfico-cristallini del Parteolla-Sarrabus meridionale sia quelli basso-collinari impostati sulle litologie mioceniche.

Si distinguono depositi alluvionali grossolani, prevalentemente formati da ghiaie ± ciottolose poligeniche con abbondante matrice sabbio-limosa [**ba**] e depositi alluvionali in prevalenza sabbiosi [**bb**] ma con intercalazioni sia di ghiaie poligeniche sia di limi e argille.

Gli spessori variano in genere da submetrici a plurimetrici e interessano gli attuali fondovalle formati a seguito dei più recenti episodi di terrazzamento.

bn - Depositi alluvionali terrazzati

Questi depositi alluvionali, che nel settore di interesse convergono verso sud sino a formare l'ampia piana costiera che contorna l'area stagnale di Molentargius e su cui si sono sviluppati gli abitati dell'hinterland cagliaritano a est del capoluogo, mostrano caratteristiche generali analoghe a quelle descritte in precedenza poiché le modalità di sedimentazione risultano identiche come anche le aree di drenaggio dei paleocorsi d'acqua che le hanno prodotte.

Trattasi pertanto di alluvioni a granulometria variabile ma per lo più ghiaioso-ciottolose [**bn**a], eterometriche e poligeniche con elementi derivanti dallo smantellamento dei rilievi paleozoici del Gerrei (scisti, quarziti, etc.), più rari clasti di rocce mioceniche (arenarie, marne, calcari) e spesso ricche in concrezioni carbonatiche. Queste facies si rinvencono soprattutto nel settore settentrionale della piana costiera mentre man mano che ci si sposta verso l'area morfologicamente depressa del Molentargius, aumenta la presenza di depositi prevalentemente sabbiosi [**bn**b], con matrice limo-argillosa più o meno rilevante.

L'addensamento di entrambe le litofacies è solitamente elevato, presentando talora una leggera cementazione da ossidi e idrossidi di ferro e manganese nonché da carbonati di ricircolazione secondaria. Il loro grado di ossidazione è moderato e talora mostrano colorazioni arancio-rossastro derivanti dall'erosione e risedimentazione dei depositi alluvionali di conoide più antichi [**PVM2** - *Sintema di Portovesme*], maggiormente interessati da fenomeni di ossidazione primaria.

Lo spessore è in genere pluridecametrico, con locali eteropie verticali e laterali conseguenti alle variazioni del regime idrico dei corsi d'acqua, dando luogo a lenti e lingue di materiali a granulometria più fine (limi e argille) o a sacche conglomeratiche.

Il sito di intervento poggia interamente su questi depositi ed in particolare su quelli in facies più grossolana [**bn**a], e relativa coltre eluvio-colluviale.

GST - Marne di Gesturi

Questa unità costituisce il locale basamento litificato, rappresentato da una sequenza monotona, potente diverse centinaia di metri, di marne arenacee e siltitiche con subordinate intercalazioni di arenarie, localmente calcaree, in giacitura suborizzontale o debolmente inclinata a causa della tettonica plio-quadernaria. Talora possono essere presenti intercalazioni di depositi vulcanici in facies pomiceo-cineritica, connessi con le ultime manifestazioni del ciclo effusivo calco alcalino in facies piroclastica.

In affioramento si presentano solitamente di colore giallastro per effetto della alterazione mentre in profondità (in genere non superiore ai 2,00÷3,00 m dal p.c.) appare la colorazione grigio-verdastra originaria. Per le granulometrie più sottili, in funzione della struttura ben stratificata e dell'alterazione corticale, possono aver luogo particolari tipologie di frammentazione della roccia con produzione di clasti da sub arrotondati ad allungati.

2.3. Assetto strutturale

Le principali discontinuità tettoniche osservabili al contorno dell'area, di impostazione tardo-miocenica e pliocenica come in tutto il settore meridionale del Campidano di Cagliari, sono rappresentate prevalentemente da faglie subverticali di direzione circa N-S e NNW-SSE che dislocano la successione miocenica e sono sigillate dalla sedimentazione detritico-alluvionale quadernaria. Trattandosi di una complessa deformazione crostale di tipo rigido, lo sprofondamento generalizzato che ha interessato l'ampio settore compreso tra il Golfo di Oristano e quello di Cagliari, ha consentito di preservare dall'intensa erosione pliocenica, proprio l'intera successione stratigrafica miocenica cagliaritana.

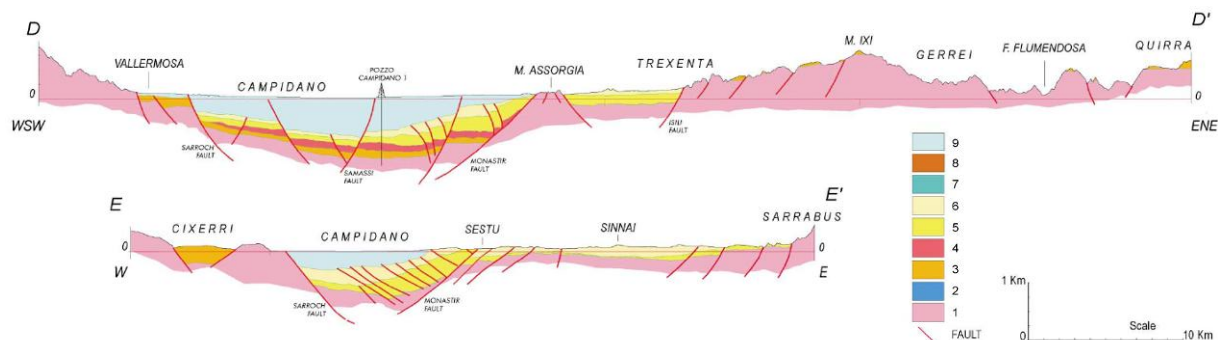


FIGURA 2.3 - Sezione geologiche che schematizzano la struttura del “Rift oligo-miocenico” nella Sardegna meridionale e la sovrapposizione, ad esso, della Fossa Campidanese (estratte da «The Cenozoic graben system of Sardinia (Italy): geodynamic evolution from new seismic and field data», 2001. Autori: G. Casula, A Cherchi, L. Montadert, M. Murru, E. Sarria.).

- 1) Basamento paleozoico indifferenziato
- 2) Depositi del Permiano e Mesozoico
- 3) Depositi del Paleocene- Eocene
- 4) Depositi vulcanici dell’Oligocene e Miocene inferiore
- 5) Depositi syn –rift (Oligocene superiore – Miocene inferiore)
- 6) Depositi post-rift (Miocene medio e superiore)
- 7) Depositi del Pliocene inferiore marino
- 8) Depositi vulcanici del Pliocene e Quaternario)
- 9) Depositi continentali del Pliocene medio-superiore e Quaternario

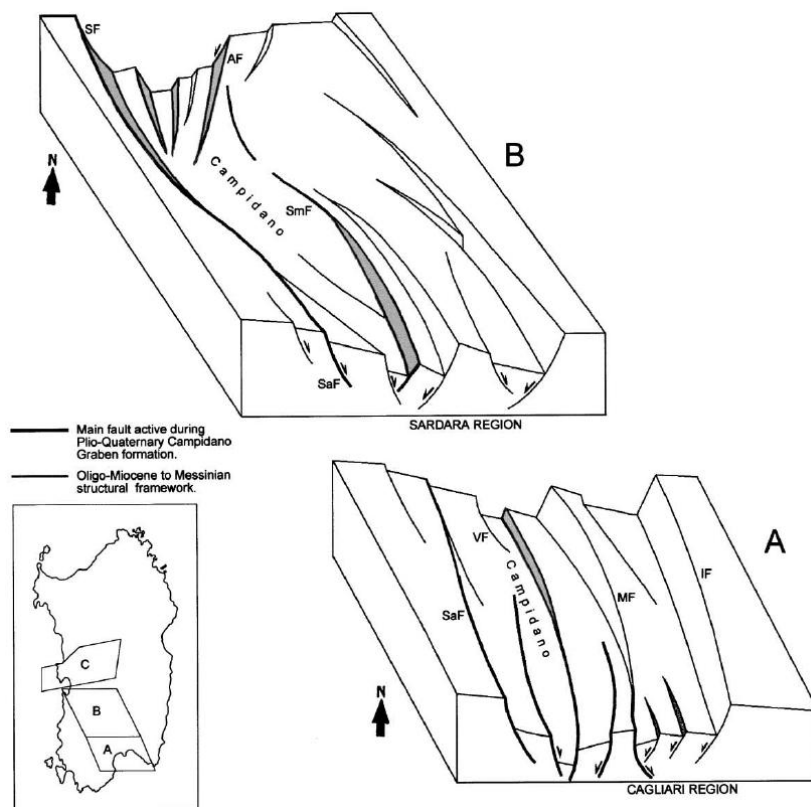


FIGURA 2.4 - Rappresentazione schematica in blocco diagramma della strutturazione Plio-Quaternaria del Campidano centrale e meridionale (stralcio da: «The Cenozoic graben system of Sardinia (Italy): geodynamic evolution from new seismic and field data», 2001. Autori: G. Casula, A Cherchi, L. Montadert, M. Murru, E. Sarria)

L'attività tettonica attuale nel settore considerato, come per tutta l'Isola, viene considerata molto bassa o quiescente e generalmente non si rilevano deformazioni significative nel corso del tardo Quaternario (Pleistocene superiore e Olocene).

Anche la subsidenza, se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, è un fattore assolutamente irrilevante tra i processi morfodinamici dell'Isola.

Non si esclude in ogni caso, stante la scarsa documentazione relativa a terremoti avvenuti in Sardegna in epoca storica nonché di recente, che eventi sismici di eccezionale intensità localizzati in vari settori dell'area tirrenica, possano indurre in alcuni areali dell'Isola vibrazioni i cui effetti sulla struttura in progetto possono comunque considerarsi ininfluenti.

2.4. Sismicità storica dell'area

Nonostante la nota bassa sismicità della Sardegna conseguente alla generale stabilità geologica del blocco sardo-corso (gli ultimi episodi vulcanici dell'isola vengono fatti risalire a circa 90.000 anni fa, nel Pleistocene superiore, con l'emissione di lave e scorie nel settore dell'*Anglona*), sono noti indizi di eventi sismici risalenti a 3-4000 anni fa sulla base di importanti danneggiamenti rilevati in alcuni edifici nuragici. Dai dati macrosismici storici provenienti da studi dell'Istituto NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (INGV) e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 (consultabili dal sito web "DBMI04") per l'Isola sono segnalati eventi sismici con un massimo di danno valutato del VI grado della scala MERCALLI-CANCANI-SIEBERG.

Si porta ad esempio il terremoto del 04.06.1616 che determinò danneggiamenti vari a edifici della *Cagliari* di allora e ad alcune torri costiere attorno a *Villasimius*. Altri terremoti degni di nota (oltre ai primi registrati dall'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel *Canale di Sardegna*, verso la *Tunisia*, VI grado) e al 1960 (V grado), con epicentro i dintorni di *Tempio Pausania*).

Degno di attenzione è sicuramente anche quello avvertito nel cagliaritano il 30.08.1977 provocato dal vulcano sottomarino *Quirino* mentre, più recentemente (03.03.2001) è stato registrato un sisma di magnitudo 3,3 Richter (IV grado scala MERCALLI) nella costa di *San Teodoro* ed un sisma di analoga magnitudo il 9 novembre 2010, nella costa NW dell'Isola.

Altri episodi, con epicentro nel settore a mare poco a ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati in Sardegna nel 2011 con magnitudo RICHTER compresa tra 2,1 e 5,3 ed ipocentro a profondità tra 11 km e circa 40 km di profondità.

Si segnalano altri terremoti tra il 2006 e il 2007 nel *Medio Campidano* seppure di magnitudo mai superiore e 2,7 (13.07.2006, magnitudo 2,7 a 10 km di profondità con epicentro *Capoterra*; 23.05.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro *Pabillonis*; 02.10.2007, magnitudo 1,4 a 10 km di profondità con epicentro tra *Pabillonis* e *Guspini*).

2.5. Classificazione sismica

Il panorama legislativo in materia sismica è stato rivisitato dalle recenti normative nazionali ovvero dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*» entrata in vigore dal 25.10.2005, in concomitanza con la pubblicazione della prima stesura delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e dalla successiva O.P.C.M. n. 3519/2006.

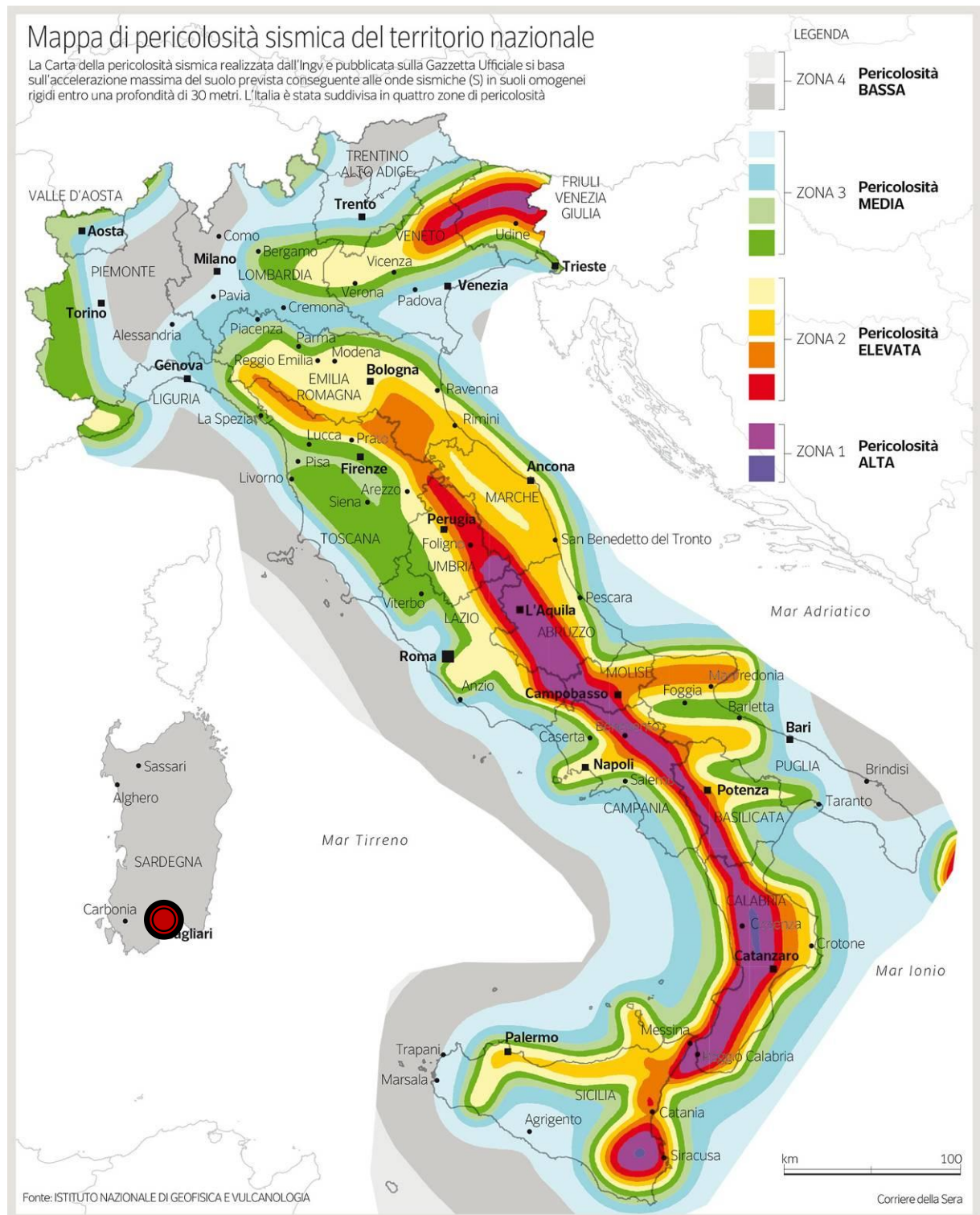


FIGURA 2.5 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale realizzata (INGV 2018).

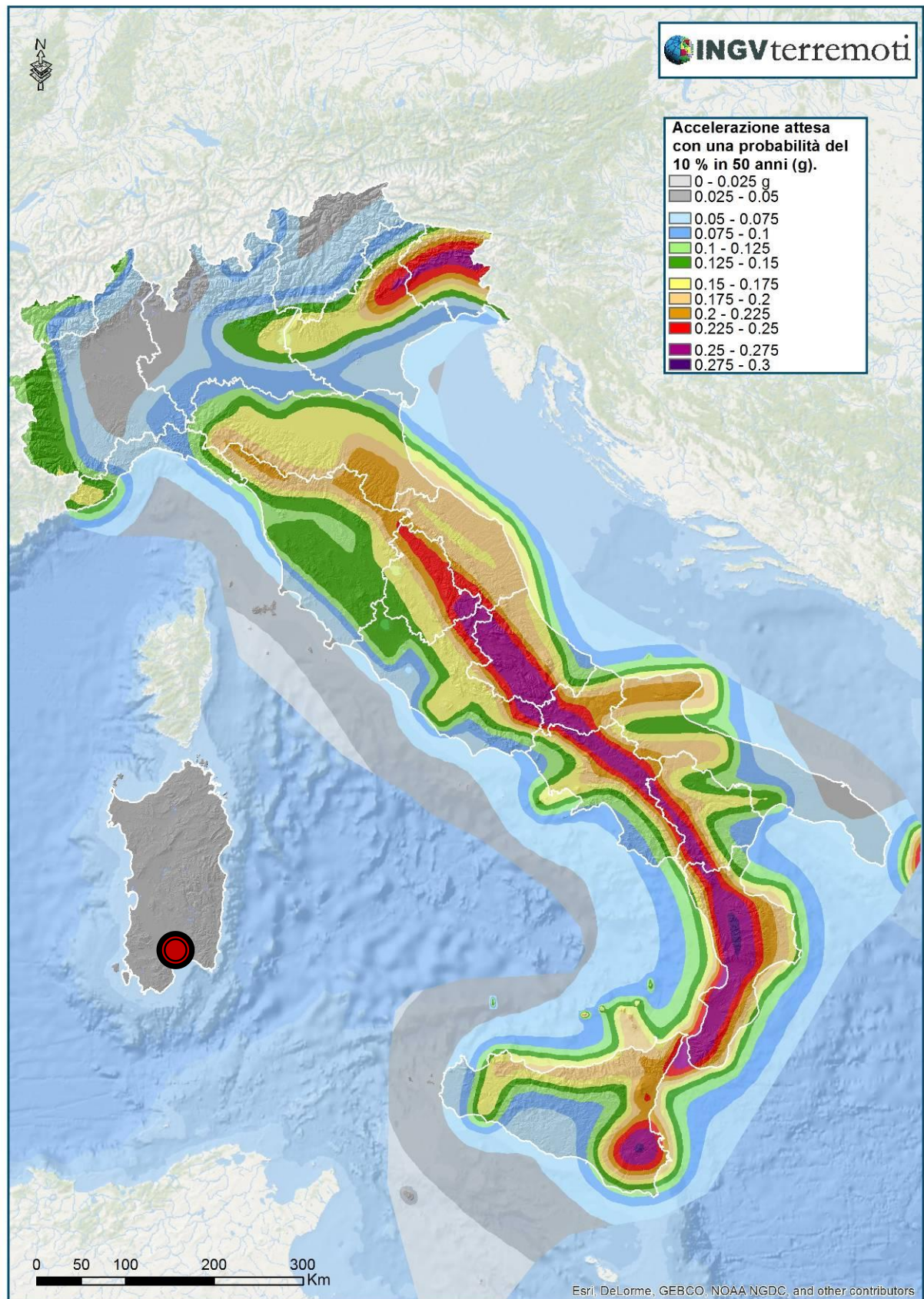


FIGURA 2.6 – Mappa dell'accelerazione attesa con una probabilità del 10% in 50 anni (INGV 2018).

In relazione alla pericolosità sismica - espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi - il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione di altrettanti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo (a_{g475}), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% attribuiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s alle quali si applicano norme tecniche differenti le costruzioni.

La classificazione sismica del territorio nazionale è rappresentata in **FIGURA 2.5**.

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di a_{g475} con una tolleranza 0,025g (**FIGURA 2.6**): a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g), che deve essere considerato in sede di progettazione. Tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro a_g è assegnato un valore di **0,025÷0,05 g** da adottare nella progettazione.

Pur tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica I_{max} (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente) si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità (I_{max}/pon), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione. Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

2.6. Assetto geomorfologico e idrografico

L'areale che ospiterà l'intervento ricade nella zona di raccordo tra le basse colline localizzate a nord della S.S. 554 e le antiche aree di pertinenza idraulica dello Stagno di Molentargius, rappresentate da un'ampia area morfologicamente depressa circondata dall'insieme di abitati che formano oramai una fascia urbanizzata continua da Cagliari a Quartu Sant'Elena.

Solo mediante l'analisi della cartografia storica antecedente al rapido sviluppo urbano degli ultimi 4÷5 decenni, si può ricavare l'originario schema di drenaggio superficiale che attraversava l'hinterland di Cagliari e, soprattutto il sovrapporsi nel tempo d'interventi infrastrutturali di significativa entità quali deviazioni, canalizzazioni, tombinamenti, colmate e bonifiche: l'assetto idraulico del settore metropolitano a nord e a nord-est di Cagliari è infatti condizionata dalla presenza di vari corsi d'acqua a carattere torrentizio che attraversano o delimitano gli areali tra gli abitati di Pirri e Monserrato (*Rio Saliu* o "*Rio de Pauli*"), Monserrato e Selargius (*Rio San Giovanni* o *Rio di Selargius*) e Quartucciu e Quartu (*Rio de is Cungiaus*).

A questi si aggiunge anche una serie di limitate incisioni di direzione prevalentemente N-S che poi vanno a disperdere le loro acque occasionali lungo il tracciato della S.S. 554 la quale forma una vera e propria barriera trasversale al libero deflusso verso i centri abitati favorendo, conseguentemente, la formazione di ristagni nelle località più depresse.

La copertura artificiale pressoché totale del substrato terrigeno sul quale si sono sviluppati gli abitati di Pirri, Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu ha modificato sostanzialmente la dinamica dei corsi d'acqua che hanno perduto il naturale collegamento con le adiacenti aree di pertinenza idraulica, con il risultato che nei loro alvei tombinati o incanalati possono defluire esclusivamente le acque drenate nei settori esterni agli abitati e facenti parte dei rispettivi bacini idrografici.

Nello specifico l'area di intervento si trova all'interno di una delle vallecicole secondarie che scaricavano le proprie acque nel Molentargius e ora totalmente disconnessa idraulicamente con l'area stagnale se non in un tratto a nord est di Monserrato che è stato utilizzato per deviare le acque del Rio Mortu. Per tale vallecicola, anche nella cartografia CTR non è rappresentata alcuna linea di deflusso poiché l'originario alveo, seppure molto ridotto, è stato completamente obliterato dall'azione dell'uomo.

È pur vero che in caso di eventi meteorologici intensi prolungati ben al di fuori della media, è possibile la formazione di una lama d'acqua capace di interessare tutta la fascia maggiormente depressa, con possibilità di ristagni dovuti a tutti gli ostacoli trasversali al deflusso determinati da interventi antropici (strade, recinzioni trasversali e limiti di proprietà, murature etc.). In particolare assume un ruolo determinante il tombino sulla S.P. 93 che potrebbe rallentare il deflusso delle acque causando fenomeni di accumulo a monte.

2.7. Assetto idrogeologico

L'assetto idrogeologico del settore è condizionato dalla presenza di una copertura detritica alluvio-colluviale (di spessore variabile da metrico a plurimetrico, sino a decametrico), da poco permeabile a moderatamente permeabile e dal sottostante substrato marnoso miocenico che funge da limite impermeabile inferiore. Sulla base dell'assetto planoaltimetrico dei luoghi, caratterizzato da una sostanziale orizzontalità, i contributi alla circolazione idrica sotterranea provengono essenzialmente dall'infiltrazione idrometeorica diretta.

Allo stato attuale delle informazioni, non conoscendo lo spessore di depositi alluvionali terrazzati non si hanno altresì dati certi riguardo alla presenza di una falda freatica e alle sue caratteristiche idrodinamiche. Si ritiene comunque molto probabile che una circolazione idrica di tipo freatico possa essere presente nei luoghi, ad una profondità in ogni caso non inferiore ai 3,00÷4,00 m rispetto al p.c. sulla base della individuazione di numerose fontane a largo diametro presenti al contorno, utilizzate per la conduzione dei lotti agricoli.

La presenza di stratificazioni a differente permeabilità entro il sottosuolo può favorire, localmente, la formazione di limitate falde sospese temporanee e di spessore limitato a qualche decimetro, alimentate essenzialmente da locali ristagni superficiali in occasione di piogge intense e persistenti.

Fermo restando gli opportuni accertamenti nella successiva fase progettuale, considerato che non sono previsti scavi significativi non si prevedono interazioni a livello strutturale in caso di risalita del livello piezometrico.

3. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

3.1. Pericolosità sismica

La bassa sismicità dell'Isola fa escludere elementi di pericolosità sismica che possano compromettere l'integrità e la fruibilità dell'opera in progetto.

3.2. Pericolosità idrogeologica

L'assetto idrogeologico del settore è condizionato dalla presenza di una coltre detritico-alluvionale entro cui i flussi idrici sotterranei si impostano a maggiore profondità rispetto alle quote direttamente influenzate dalle opere di fondazione.

Dalle informazioni attualmente in possesso, che indicano l'assenza di una falda idrica stabilizzata entro i primi 3,00÷4,00 m profondità dal p.c., non si prevedono interazioni di quest'ultima con le opere di fondazione delle opere d'arte o con la sovrastruttura stradale in progetto. Per le stesse ragioni non sussistono i presupposti affinché l'opera in progetto possa influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

3.3. Pericolosità da frana

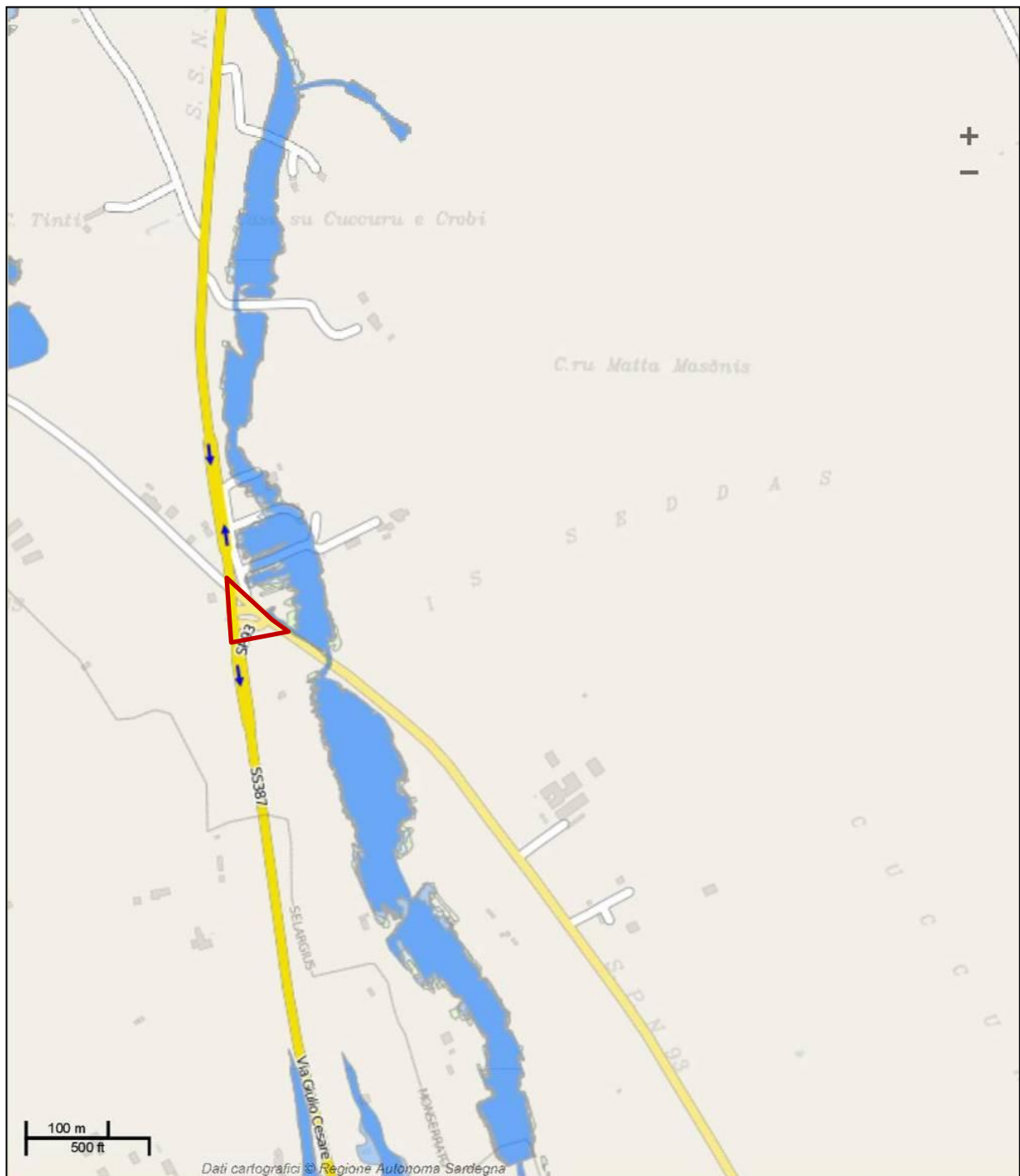
Già in condizioni di naturalità dei luoghi, il settore in studio è risultato esente da problematiche legate a dissesto per franosità in quanto non sottoposto all'influenza diretta delle dinamiche morfogenetiche connesse con la presenza dei rilievi al contorno perché troppo distanti o caratterizzati da pendii poco acclivi.

Dalla consultazione della relativa cartografia P.A.I., per l'areale in studio ed un suo congruo intorno, non sono indicate condizioni di pericolosità da frana. Questa constatazione è altresì suffragata dall'esito dei rilievi all'uopo condotti che non hanno fatto ravvisare condizioni di criticità ante e post-operam.

3.4. Pericolosità da inondazione

Nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), l'areale di intervento appartiene al *Sub-bacino Flumendosa-Campidano-Cixerri (N. 7)*: con riferimento alle cartografie (art. 8 comma 2) ufficiali di pericolosità idraulica (**Hi**) non vengono indicate criticità per sito di intervento specifico ma per la fascia immediatamente adiacente ad est gravata da un vincolo Hi4 per via del compluvio che si sviluppa a est della rotonda, nonostante l'essenza di una linea di scorrimento delle acque superficiali (**FIGURA 3.1**).

Non sono altresì da sottovalutare i fenomeni di ristagno e/o accumulo idrico che potrebbero essere ulteriormente favoriti dalle lavorazioni connesse con l'attuazione delle opere d'arte funzionali all'opera stradale stessa. Detta eventualità dovrà essere considerata durante la progettazione della rete di opere di controllo e canalizzazione delle acque meteoriche in modo da allontanarle efficacemente verso le quote inferiori ed evitare qualsiasi interferenza con la sovrastruttura di prossima realizzazione.



- Hi1** - Aree con pericolosità idraulica moderata
- Hi2** - Aree con pericolosità idraulica media
- Hi3** - Aree con pericolosità idraulica elevata
- Hi4** - Aree con pericolosità idraulica molto elevata

FIGURA 3.1 – Ubicazione dell'opera su stralcio cartografia della pericolosità da alluvione art. 8 delle N.A. del P.A.I. (estratta da Sardegna Mappe).

4. PROGRAMMA SOMMARIO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per supportare adeguatamente la successiva progettazione definitiva ed esecutiva, si ritiene necessario prevedere una specifica campagna di indagini geognostiche, atte a chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e le incertezze sulle caratteristiche litotecniche del sottosuolo per valutare la necessità di apportare dei miglioramenti al sottofondo stradale.

Nello specifico si prevede l'esecuzione di saggi geognostici a mezzo escavatore meccanico, nonché prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno. Più precisamente:

- ⇒ n. 4÷5 pozzetti geognostici a mezzo escavatore meccanico da approfondire di 2,00 m dal p.c.
- ⇒ n. 4 classificazioni delle terre secondo norma CNR-UNI 11531-1 (Granulometria + Limiti di Atterberg)
- ⇒ n. 4 prove C.B.R.

Resta inteso che le suddette quantità si intendono indicative e potrebbero subire variazioni qualora in corso di esecuzione si ravvisassero situazioni non contemplate in questa sede che richiedessero un approfondimento conoscitivo.

Una possibile ubicazione delle verticali di indagine è rappresentata in **FIGURA 4.1**.



FIGURA 4.1 – Prevista ubicazione dei pozzetti geognostici su immagine satellitare 2020 estratta da Google Earth.

5. CONCLUSIONI

Dagli elementi esaminati, l'assetto litostratigrafico del settore territoriale che ospiterà la rotonda stradale in progetto vede l'esclusiva presenza di terreni recenti (olocenici) in facies alluvionale a granulometria ghiaioso-sabbiosa [**bnb**] ricoperti da uno spessore sub metrico o più di depositi eluvio colluviali sabbioso-limoso-argillosi [**b2**], localmente ricoperti da terre di riporto eterogenee.

Lo spessore della coltre alluvionale olocenica terrazzata [**bn**] si prevede almeno plurimetrico e si ritiene, attraverso confronti con situazioni analoghe analizzate nel corso di altri interventi di ingegneria stradale, che tali depositi siano dotati di ottimali caratteristiche di portanza. È invece possibile il rinvenimento di una marcata frazione limo-argillosa nella matrice dei terreni eluvio-colluviali sovrastanti, entro i quali può risultare il piano di posa della sovrastruttura ("cassonetto") stradale.

Ferme restando le opportune verifiche a supporto della progettazione definitiva attraverso mirate indagini in situ e prove geotecniche di laboratorio, la prospettata configurazione imporrebbe, per le scarse caratteristiche di portanza come sottofondo stradale che in genere contraddistinguono queste terre costituenti lo strato superficiale (che potrebbero aver subito anche rimaneggiamenti ad opera di lavorazioni agricole pregresse), una bonifica di alcuni decimetri (c.a. 50-60 cm) dello strato corticale su cui realizzare la sovrastruttura e la posa di un telo di T.N.T..

Allo stato attuale delle informazioni, non conoscendo lo spessore di depositi alluvionali terrazzati non si hanno altresì dati certi riguardo alla presenza di una falda freatica e alle sue caratteristiche idrodinamiche. Si ritiene comunque molto probabile che una circolazione idrica di tipo freatico possa essere presente nei luoghi, ad una profondità in ogni caso non inferiore ai 3,00÷4,00 m rispetto al p.c. sulla base della individuazione di numerose fontane a largo diametro presenti al contorno, utilizzate per la conduzione dei lotti agricoli.

Fermo restando gli opportuni accertamenti nella successiva fase progettuale, considerato che non sono previsti scavi significativi non si prevedono interazioni a livello strutturale in caso di risalita del livello piezometrico.

Non sono altresì da sottovalutare i fenomeni di ristagno e/o accumulo idrico che potrebbero essere ulteriormente favoriti dalle lavorazioni connesse con l'attuazione delle opere d'arte funzionali all'opera stradale stessa. Detta eventualità dovrà essere considerata durante la progettazione della rete di opere di controllo e canalizzazione delle acque meteoriche in modo da allontanarle efficacemente verso le quote inferiori ed evitare qualsiasi interferenza con la sovrastruttura di prossima realizzazione. **MP**

DATA: Novembre 2020

IL GEOLOGO:

Dott. Mauro Pompei

