



# COMUNE DI ORISTANO

**PROCEDURA NEGOZIATA** PER L'APPALTO DEI SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA-ESECUTIVA, STUDI SPECIALISTICI, DIREZIONE DEI LAVORI, MISURA E CONTABILITÀ, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, STUDI GEOLOGICI INERENTI I LAVORI PER LA "**COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST - LOTTO 2 - COLLEGAMENTO NORD**".

Codici Appalto: CUP: H17H19000210002 - CIG: 82599137D5

## PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

Allegato:

**1.R05**

Scala:

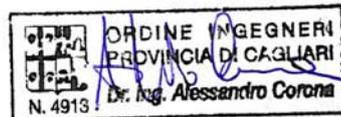
**Affidatario del servizio:**

RTP

Ing. Serafino Rubiu, "mandatario";  
Ing. Luciano Biggio, "mandante";  
Ing. Alessandro Corona, "mandante";  
Ing. Michele Rubiu, "mandante";  
Geol. Mauro Pompei, "mandante";  
Archeol. Daniela Deriu, "mandante".

**Coordinatori del progetto:**

Ing. Luciano Biggio;  
Ing. Alessandro Corona.



**Il Dirigente del Settore Lavori Pubblici  
e Responsabile del Procedimento:**

Ing. Alberto Soddu



Rev.0	Settembre 2022
Rev.1	
Rev. 2	
Rev. 3	
Rev. 4	

## SOMMARIO

1. GENERALITÀ.....	1
1.1. Premessa.....	1
1.2. Inquadramento topografico e territoriale.....	1
1.3. Descrizione sommaria dell'intervento.....	5
1.4. Richiami normativi.....	6
1.5. Campagna investigativa eseguita.....	7
2. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO.....	8
2.1. Inquadramento geologico dell'area vasta.....	8
2.2. Assetto litostratigrafico locale.....	10
2.3. Stratigrafia del sottosuolo.....	12
2.4. Assetto geomorfologico ed idrografico.....	16
2.5. Assetto idrogeologico.....	16
3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	17
3.1. Sismicità dell'area.....	17
3.2. Sismicità storica del sito.....	17
3.3. Classificazione sismica.....	19
3.4. Pericolosità sismica.....	22
4. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	24
4.1. Pericolosità sismica.....	24
4.2. Subsidenza.....	24
4.3. Pericolosità da frana.....	25
4.4. Pericolosità da inondazione.....	25
5. CONCLUSIONI.....	26

 <b>ORISTANO</b>	 <b>R.A.S</b>	 <b>FSC</b> Fondo per lo Sviluppo e la Coesione	AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD” CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51
--	---	---	---

## 1. GENERALITÀ

### 1.1. Premessa

Nell'ambito delle attività a supporto della progettazione definitiva/eseccutiva degli «**Interventi di completamento della circonvallazione ovest mediante realizzazione di una rotatoria**» in Comune di Oristano, lo scrivente geologo *Dott. MAURO POMPEI<sup>(1)</sup>* – in qualità di mandante del R.T.P. costituito con *Ing. SERAFINO RUBIU* (mandatario), *Ing. MICHELE RUBIU*, *Ing. ALESSANDRO CORONA* e *Ing. LUCIANO BIGGIO*, aggiudicatario della gara d'appalto espedita dall'amministrazione comunale – ha svolto, per specifica competenza professionale, gli studi riguardanti gli aspetti geologici e geotecnici del settore su cui verrà realizzata l'opera in argomento.

Per ricostruire l'assetto geologico e geotecnico in corrispondenza del sedime che le opere previste con l'approfondimento adeguato alla fase in essere e verificare l'idoneità dei terreni ai fini stradali per la posa della sovrastruttura della viabilità piuttosto che come piano di fondazione per le opere di contenimento (muri e gabbionate), nel marzo 2022 è stata condotta (compatibilmente alle incertezze sui numerosi sottoservizi presenti) una campagna investigativa esplicata in pozzetti stratigrafici, prove penetrometriche dinamiche continue e prove geotecniche di laboratorio. Alla luce delle evidenze poco confortanti ed esaustive in ordine alle caratteristiche dei terreni nelle sezioni di imposta delle opere di contenimento, nel mese di aprile si è proceduto con un'indagine integrativa mediante sondaggi a carotaggio continuo e prove di taglio in laboratorio su un congruo numero di campioni rappresentativi.

I risultati dell'analisi geologica sono illustrati nel presente elaborato, incentrato sui seguenti aspetti:

- ⇒ modello geologico,
- ⇒ ricostruzione della stratigrafia dei terreni,
- ⇒ ricostruzione dell'andamento dell'interfaccia terreni di riporto / substrato naturale,
- ⇒ verifica della presenza di circolazioni idriche alle quote di intervento,
- ⇒ individuazione di eventuali criticità di natura geologica,
- ⇒ elaborazione delle necessarie indicazioni progettuali.

Si rimanda alla **relazione sulle indagini geognostiche e geotecniche** a firma del medesimo scrivente per quanto attiene gli aspetti tecnici e metodologici delle campagne di indagine.

Costituiscono l'oggetto della **relazione geotecnica** il modello geotecnico di riferimento e le verifiche geotecniche.

### 1.2. Inquadramento topografico e territoriale

L'areale ove si prevede la realizzazione della rotatoria in progetto ricade nella periferia settentrionale di Oristano (Sardegna centro-occidentale), in prossimità del Centro commerciale Porta Nuova, poco a nord all'innesto tra la S.P. 54 e la S.P. 93.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio n. 528 "ORISTANO" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 528- I "CABRAS" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 528-080 "ORISTANO" della C.T.R. [scala 1:10.000]

<sup>(1)</sup> Albo Geologi della Regione Sardegna N. 211 – Sezione A.

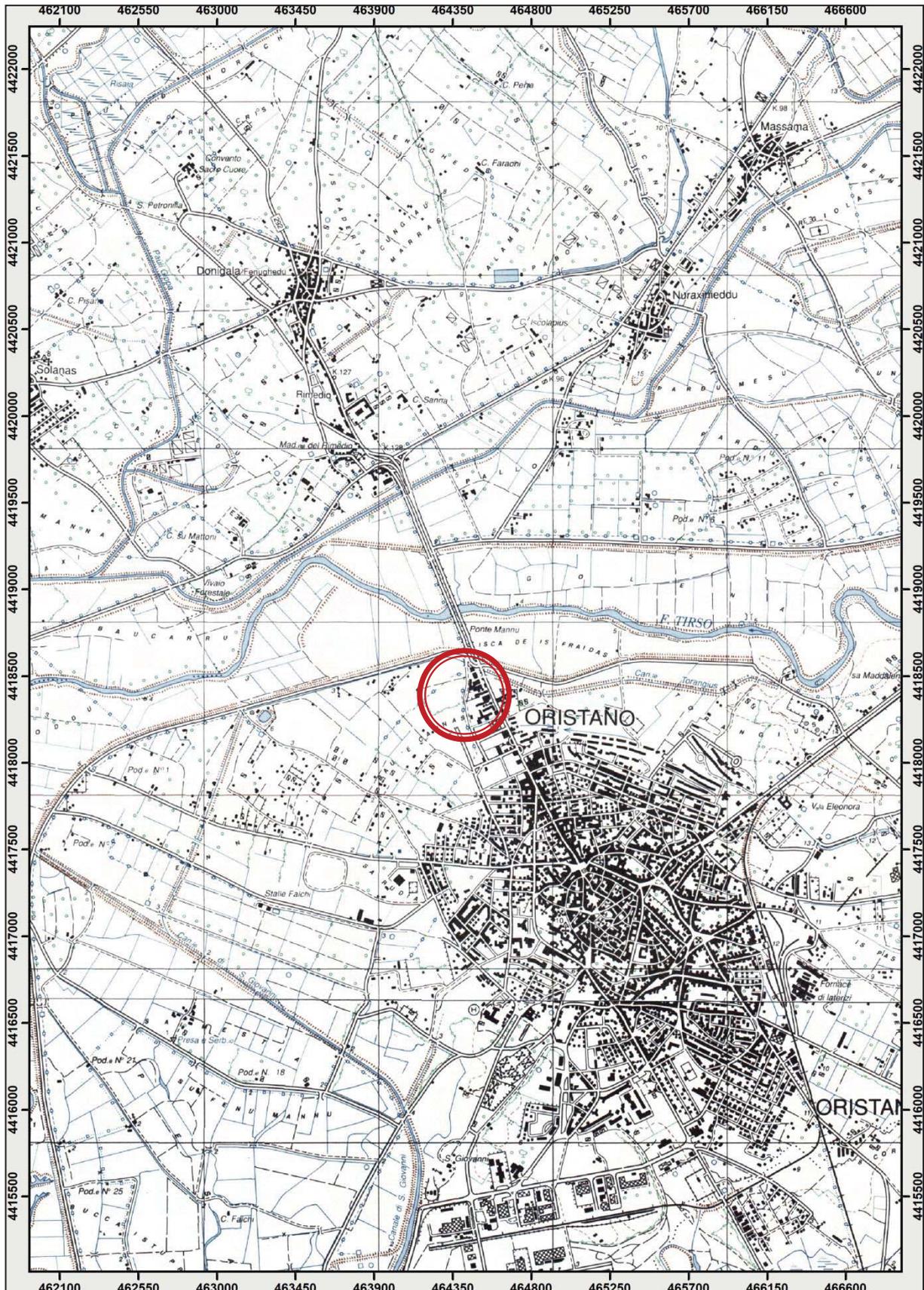


FIGURA 1.1 - Ubicazione dell'opera in progetto su cartografia I.G.M.I. in scala 1:25.000.

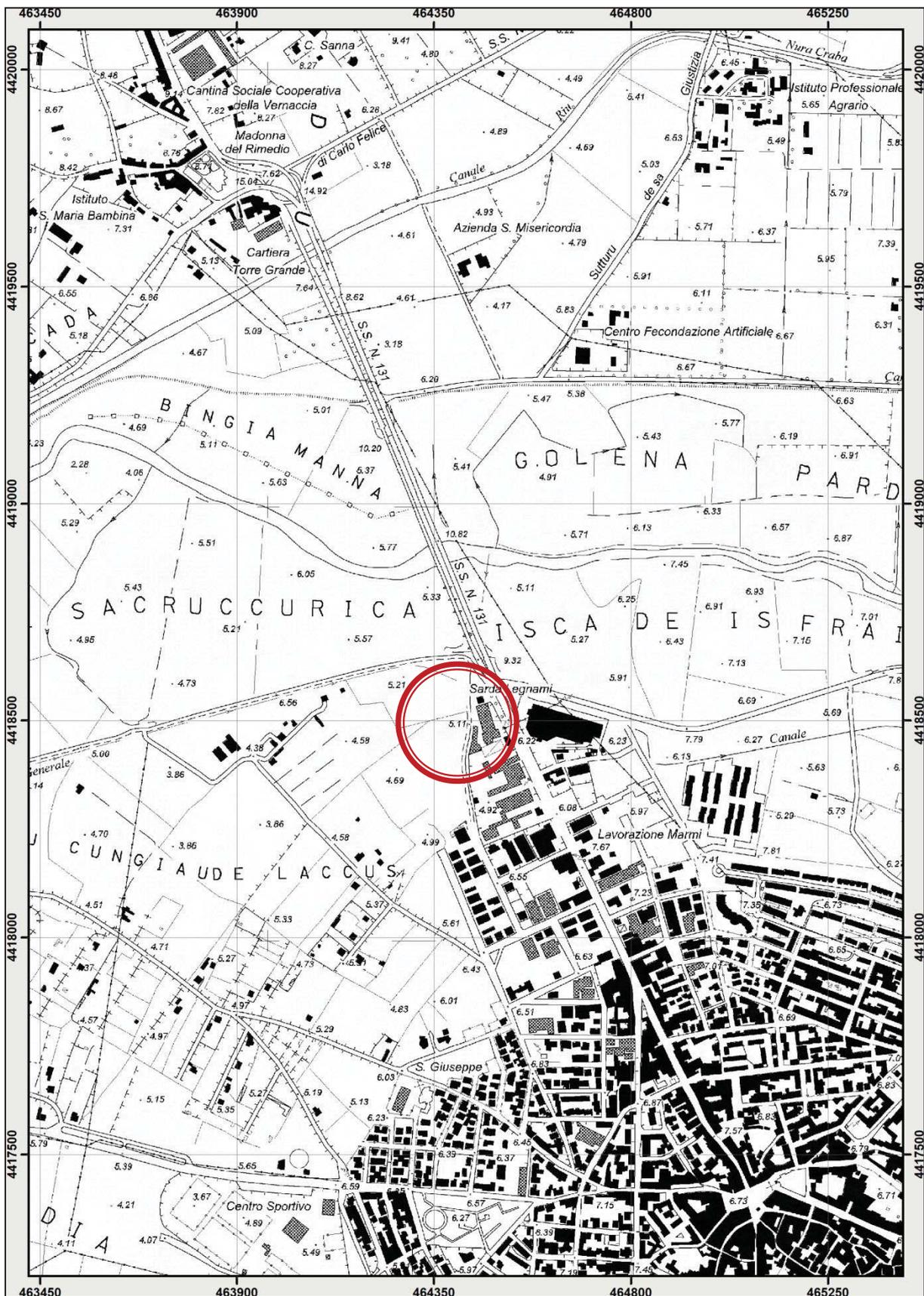


FIGURA 1.2 - Ubicazione dell'opera in progetto su cartografia C.T.R. in scala 1:10.000.

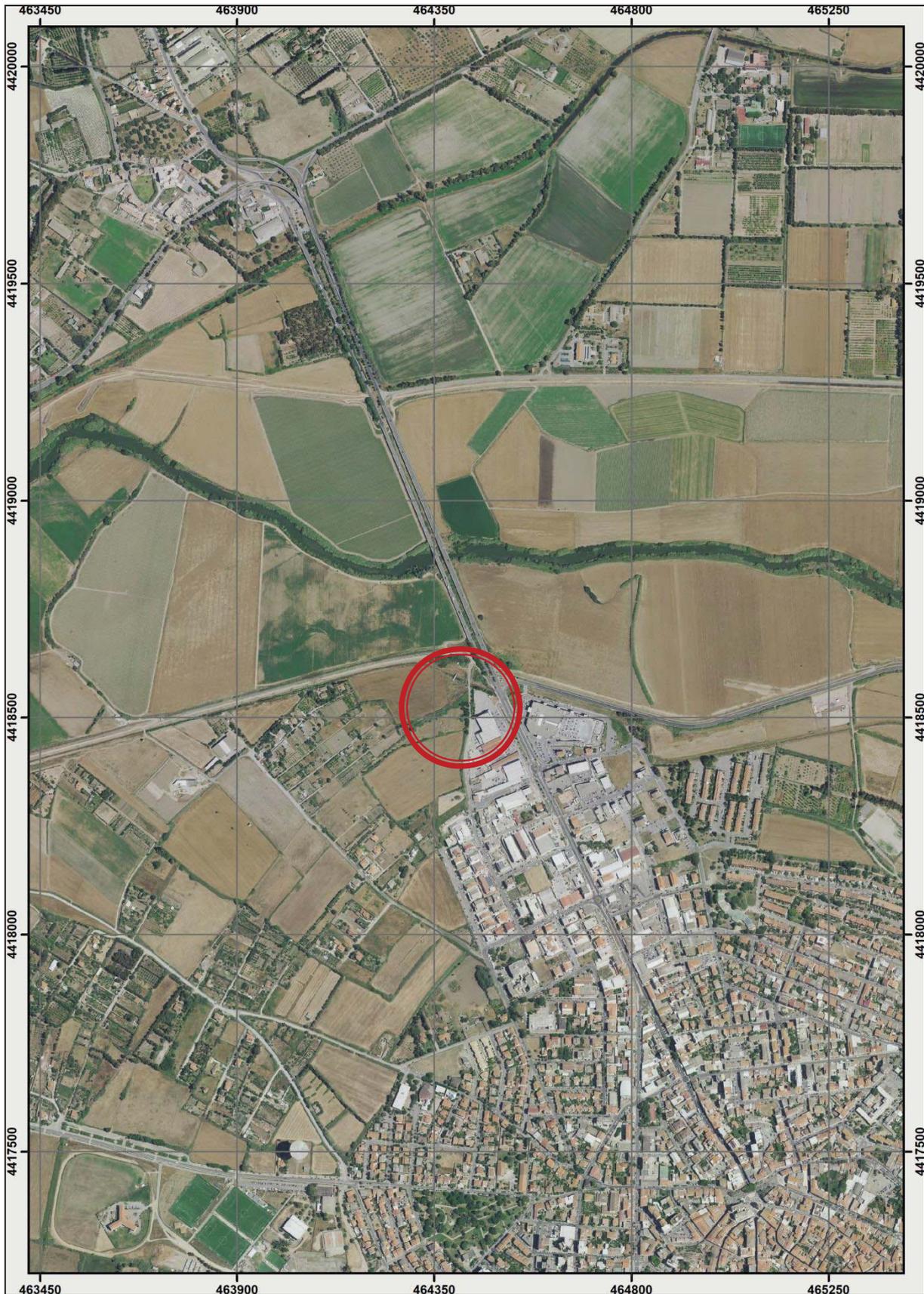
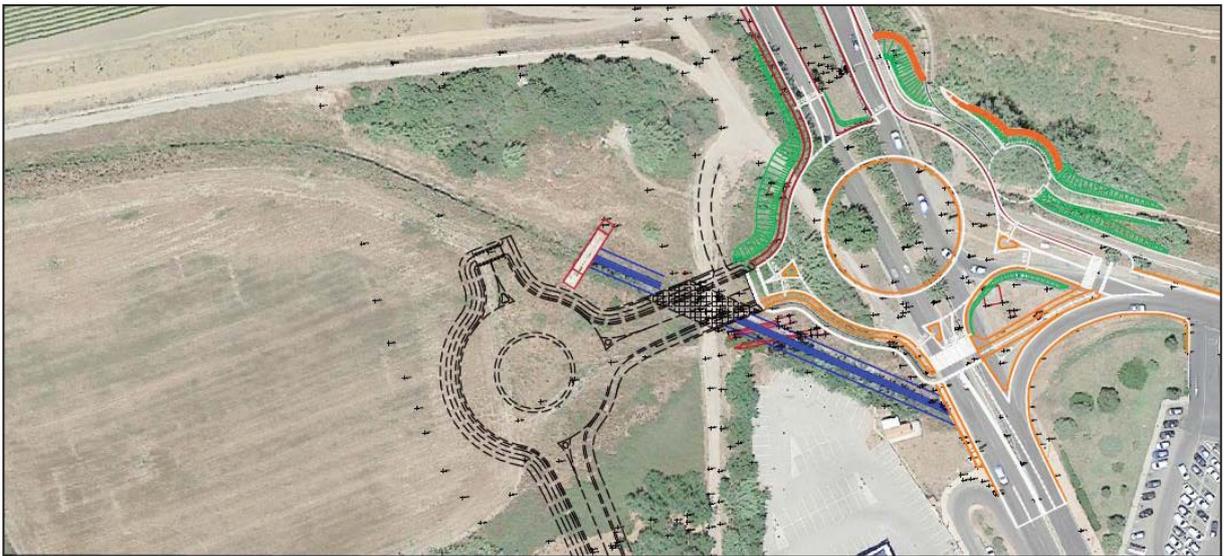


FIGURA 1.3 - Ubicazione dell'opera in progetto su ortofotogramma in scala 1:10.000.

### 1.3. Descrizione sommaria dell'intervento

La prevista rotatoria avrà diametro esterno 55 m e sarà posizionata in maniera baricentrica rispetto alla viabilità esistente in grado di garantire anche l'uscita verso Silì. Detto posizionamento comporterà l'utilizzo delle aree golenali con nuovi rilevati e la definizione di nuove rampe di accesso all'alveo secondo le direttive del Genio Civile di Oristano. Queste opere arginali saranno protette al piede con gabbionate aventi altezza di circa 2,50 m mentre l'esecuzione delle rampe di accesso comporta la realizzazione di muri in C.A. i quali saranno opportunamente rivestiti in pietra.

Anche nella porzione di rotatoria rivolta verso il canale Torangius, al fine di contenere il rilevato stradale, sarà realizzato un muro in C.A. con pista ciclabile a sbalzo.



**FIGURA 1.4** - Inquadramento territoriale dell'intervento.

 <b>ORISTANO</b>	 <b>R.A.S.</b>	 <b>FSC</b> Fondo per lo Sviluppo e la Coesione	AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD” CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51
--	--	---	---

#### 1.4. 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:

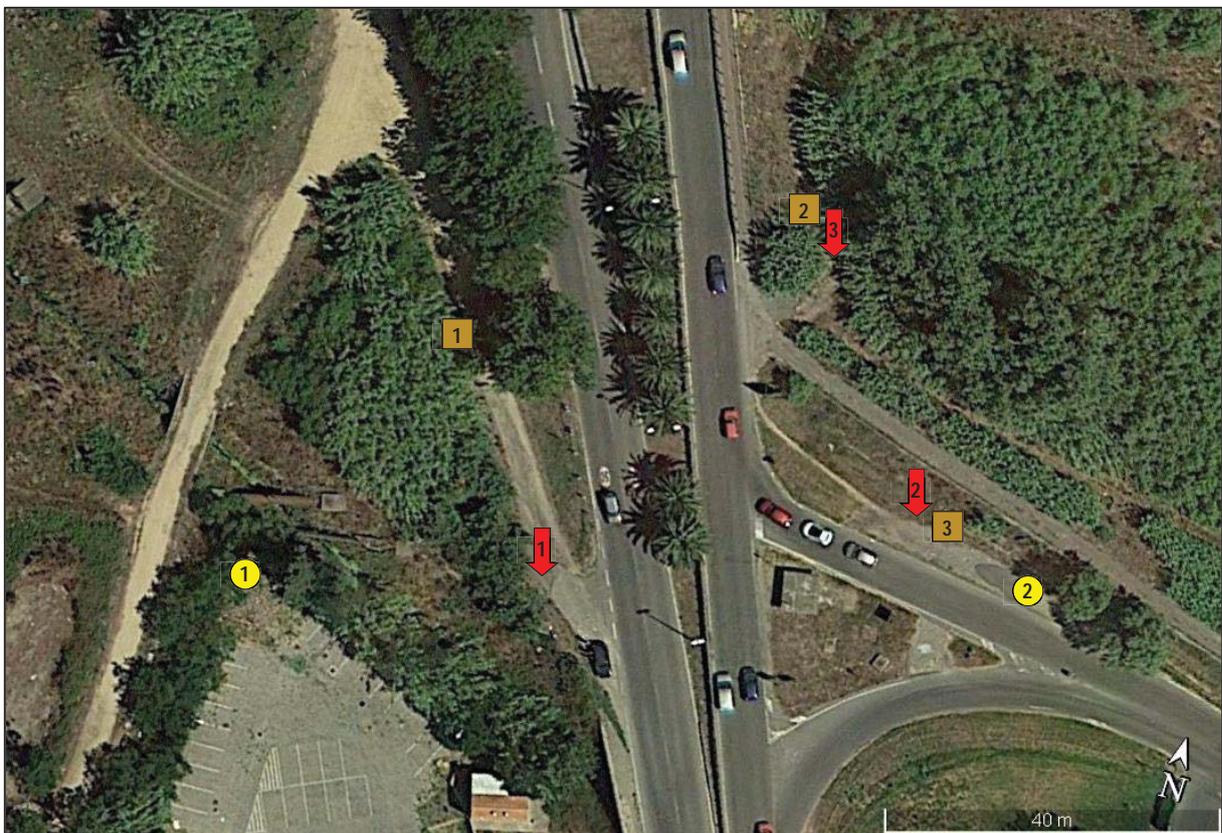
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019** «Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- **D.M. 17.01.2019** «Norme Tecniche per le Costruzioni»;
- **D. Lgs. n. 50 del 08.04.2016**, «Nuovo Codice degli Appalti - Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture» e ss.mm.ii.;
- **D.P.R. n. 207 del 05.10.2010** - Regolamento di esecuzione ed attuazione del 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» e ss.mm.ii.;
- **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»;
- **Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006** «Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone»;
- **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»;
- **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 (P.A.I.)** 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.»;
- **Norme di Attuazione del P.A.I.** - Testo coordinato, aggiornamento a maggio 2018;
- **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali della Sardegna (PSFF)** adottato in via definitiva con Delibera n. 1 del 20.06.2013;
- **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».

### 1.5. Campagna investigativa eseguita

Fermi restando gli obiettivi dello studio precedentemente illustrati, la campagna investigativa che ha supportato l'analisi geologica e geotecnica di specifico intervento edilizio, si è esplicata nell'esecuzione di:

⇒ pozzetti stratigrafici approfonditi max 1,50 m da p.c.	n. 3
⇒ sondaggi a carotaggio continuo	n. 2
⇒ prove penetrometriche S.P.T.	n. 3
⇒ prove penetrometriche dinamiche continue spinte max 8,00 m da p.c.	n. 3
⇒ prelievo di campioni di terreno	n. 6
⇒ prove geotecniche di laboratorio	n. 6

disposte come rappresentato nell'immagine satellitare di **FIGURA 1.5**.



	PZ - Pozzetto stratigrafico
	S – Sondaggio a carotaggio continuo
	DPSH – Prova penetrometrica dinamica continua

**FIGURA 1.5**

Ubicazione delle indagini geognostiche e geotecniche.

 ORISTANO	 R.A.S	 FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione	AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD” CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51
---	--	--	--

## 2. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

### 2.1. Inquadramento geologico dell'area vasta

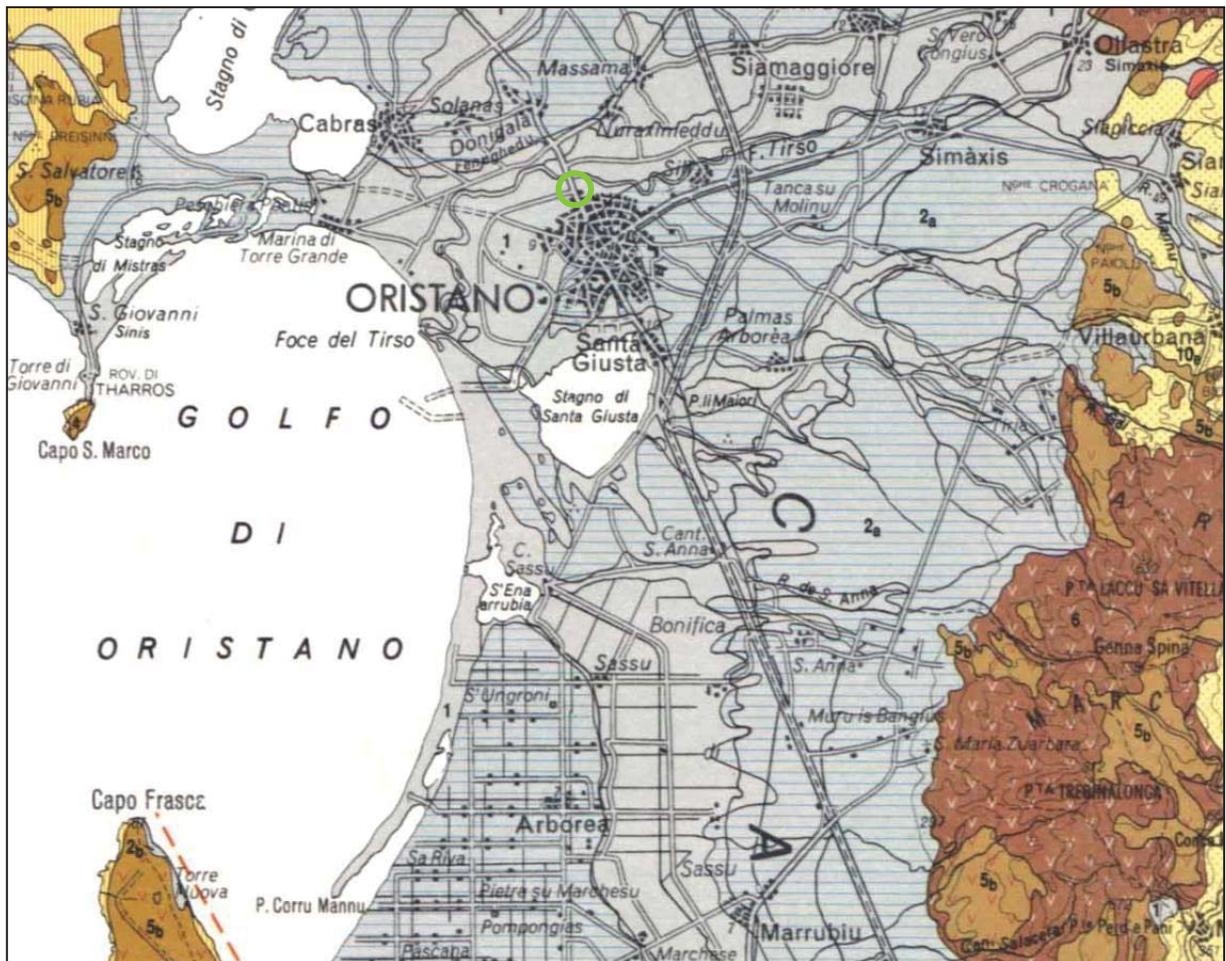
L'area in esame ricade nella regione del *Campidano di Oristano* ed il suo contorno di rilievi prevalentemente afferenti al periodo Terziario: trattasi della parte settentrionale dell'attuale piana campidanese estesa per circa 100 km con direzione NW-SE dal *Golfo di Oristano* al *Golfo di Cagliari*, la cui origine è da ricondurre alla fase distensiva tardo terziaria (Messiniano medio – Pliocene inferiore), evento di particolare importanza nel quadro dell'evoluzione geodinamica più recente del settore sud-tirrenico che ha coinvolto in modo sensibile la Sardegna meridionale attraverso la formazione di una struttura di sprofondamento crostale conosciuta con il nome di “Graben del Campidano”.

Questa fossa si sovrappone alla parte più meridionale di un'altra importante struttura tettonica, di periodo oligo-miocenico, che attraversa la Sardegna in senso longitudinale, unendo il *Golfo dell'Asinara* con quello di *Cagliari*, a sua volta originatasi da una complessa fase di rimodellamento geodinamico del bordo sudoccidentale europeo nonché del Mediterraneo occidentale. Sono infatti interconnesse con la formazione della “Fossa Sarda” o “Rift oligomiocenico sardo”, importanti eventi geologici quali la formazione di un sistema arco-fossa e l'insorgere di un intenso e diffuso magmatismo calco-alcalino, il distacco del blocco sardo-corso dal margine pirenaico-provenzale, la sua rotazione antioraria sino alla attuale posizione nel Mediterraneo occidentale e la formazione del bacino delle Baleari, tutti eventi che hanno lasciato traccia nella Sardegna nonché nel settore oristanese.

La formazione della fossa campidanese, che nel suo settore più settentrionale è delimitata a est dal massiccio del Monte Arci, a nord di rilievi del Barigadu/Campeda/Montiferru e a ovest dalle penisole del Sinis e di Capo Frasca, si deve ad un'intensa tettonica disgiuntiva che ha provocato la riattivazione di linee di debolezza erciniche costituenti un sistema di faglie NNW-SSE e NS e lo sprofondamento con rigetti pluri-tettonici.

Il Graben Campidanese, a partire dal Pliocene medio-superiore è stato gradualmente colmato sino a dar luogo alla pianura del Campidano: infatti, contestualmente alla apertura della fossa tettonica, lungo gli alti morfologici bordieri impostati prevalentemente su rocce del Terziario, si innesca in imponente fenomeno erosivo che trascina verso la sua zona depocentrale enormi quantità di sedimenti sintettonici in facies detritico-alluvionale [*Formazione di Samassi – SAM*]. Il riempimento della depressione campidanese prosegue per tutto il Quaternario prima con potenti depositi di conoidi pleistocenici [Sintema di Portovesme – **PVM2**] e poi, nell'Olocene, in facies tipicamente alluvionali di piana costiera in ambiente palustre e lagunare ed in subordine marino litorale.

Nei settori apicali delle varie conoidi alluvionali pleistoceniche sono ben rappresentati i depositi eterometrici e poligenici, ad elementi lapidei sia paleozoici sia cenozoici, di dimensioni da millimetriche a pluridecimetriche, immersi in una matrice sabbioso-limosa, talora semicementati da ossidi e idrossidi di ferro e manganese e ben addensati. La copertura sedimentaria alluvionale olocenica e attuale del Campidano di Oristano è sostanzialmente legata all'evoluzione della rete idrografica del *Fiume Tirso* e ai materiali detritici trasportati dai corsi d'acqua tributari di quest'ultimo e che ne drenano l'esteso bacino idrografico. Per tale motivo, nei settori più o meno depressi o comunque pianeggianti dell'area golenale (e pertanto interessati dalle esondazioni del Tirso), le alluvioni sono costituite da sequenze di depositi generalmente incoerenti con granulometria molto variabile e comunque di ambiente ad energia ridotta quali le aree fluvio-deltizie o lagunari.



- 1** Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).
- 2a** Conglomerati, sabbie, argille più o meno compatte in terrazzi e conoidi alluvionali (Pliocene – Pleistocene).
- 5b** Basalti alcalini e transazionali, basaniti, trachibasalti e hawaii (F.ne di Nuraghe Casteddu – Pliocene - Pleistocene).
- 6** Rioliti e riodaciti, talora in facies ossidianacee o perlite in cupole di ristagno o colate (Pliocene).
- 10e** Arenarie, conglomerati, e tufi, calcari sublitorali con fauna planctonica e pelagica (Post-Eocene medio – Oligocene).

**FIGURA 2.1** – Ubicazione dell’opera in progetto su carta geologica tratta da “Carta Geologica della Sardegna in scala 1:200.000”, curata da: *Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna*, modificata e fuori scala.

Tali terreni, affiorano in prevalenza lungo la fascia di circa 2,50-3,00 km di ampiezza orientata WNW-ESE compresa tra i terrazzamenti più recenti del sistema di conoidi pleistoceniche.

Comprendono perlopiù depositi detritici organici di tipo torboso, sedimenti detritici da argillosi a limosi, sabbiosi ed anche microconglomeratici. Le giaciture sono suborizzontali con diffuse eteropie di facies mentre gli spessori sono fortemente variabili.

Chiude la sequenza sedimentaria dell’Oristanese l’insieme di depositi originati direttamente dall’azione dell’uomo (terre di riporto di varia tipologia) in spessori anche plurimetrici mediante i quali sono state effettuate importanti modifiche all’assetto planoaltimetrico di vaste aree, ed in particolare quelle urbanizzate.

In **FIGURA 2.1** è rappresentato in modo molto schematico l’assetto geologico del settore nord-campidanese che fa risaltare in particolare l’indubbia prevalenza dei depositi del Quaternario.

## 2.2. Assetto litostratigrafico locale

Con riferimento diretto alla cartografia ufficiale CARG di cui alla **FIGURA 2.2**, nella quale viene rappresentato l’assetto litostratigrafico dell’ambito territoriale di intervento, si descrive di seguito l’insieme dei depositi sedimentari che, a partire dal più recente, interagiranno più o meno direttamente con gli interventi in progetto.

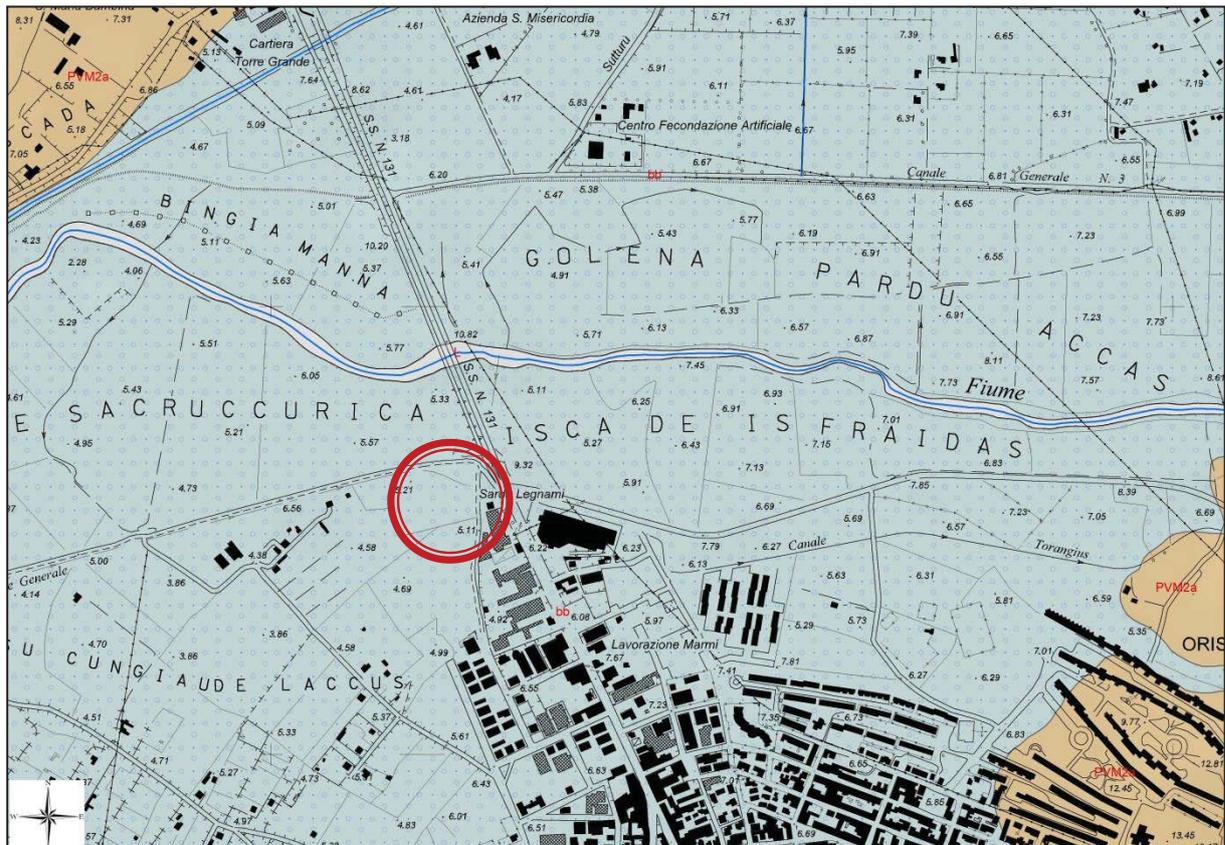
Si tratta di un’area extra urbana dove l’attività agricola ha dominato la scena. I terreni naturali appartengono al sistema deposizionale del fiume Tirso che scorre a poco meno di 200 m dalla futura opera stradale e che nel corso dell’ultimo centinaio di migliaia di anni ha favorito l’accumulo di una potente sequenza di ambiente alluvionale, ancora oggi in evoluzione. I depositi più antichi risultano quelli afferenti al Sintema di Portovesme [**PVM**], che raggruppa tutta la sedimentazione marina [**PVM1**] e continentale [**PVM2**] dell’ultimo interglaciale Riss-Wurm e del successivo periodo glaciale (Wurm).

Nel settore territoriale che contorna l’abitato di Oristano, affiorano essenzialmente quelli appartenenti al Subsintema di Portoscuso in facies di conoide alluvionale [**PVM2a**] variamente terrazzata. Si tratta di un complesso sistema di depositi ghiaiosi, sabbiosi e limo-argillosi distribuiti in corpi lentiformi tra loro irregolarmente alternati e interdigitali che costituisce le antiche sponde dell’area golenale olocenica del Tirso nonché buona parte del substrato su cui si è sviluppato l’urbano di Oristano, compreso il sito di intervento.

A prescindere dalle alluvioni terrazzate oloceniche in facies prevalentemente sabbiosa [**bnb**] che affiorano soprattutto lungo il margine golenale sinistro del Tirso a ridosso delle sponde impostate sui depositi di conoide alluvionale pleistocenico, nel settore dominano le alluvioni attuali del Tirso [**b**] che formano una ampia fascia orientata ENE-WSW e larga 2,50÷3,00 km entro la quale si sviluppa l’ultimo tratto fluviale del corso d’acqua prima della foce, con un andamento tortuoso e che una volta superato l’abitato di Oristano si apre nel ventaglio alluvionale costiero. Si tratta quasi sempre di sabbie e limi bruni, con rare ghiaie fini e scarsa matrice [**bb**]. Questi depositi spesso contengono anche barre ghiaiose ad elementi sub arrotondati in prevalenza provenienti dall’erosione di rocce del basamento metamorfico, associate a rocce vulcaniche cenozoiche. Una sottile lingua di questi sedimenti, marca una vallecchia secondaria in sponda sinistra dell’area golenale del Tirso (come d’altronde anche buona parte del settore nord e nord-orientale dell’abitato di Oristano).

Pertanto, nel contesto locale brevemente descritto e dall’elaborazione complessiva dei dati disponibili, è stato ricostruito il modello geologico del sottosuolo interagente con le opere in progetto che, schematicamente vede la seguente successione di unità litologiche a partire dalla più recente:

<b>h1r</b>	Terreni di riporto	[Attuale]
<b>b2</b>	Depositi eluvio-colluviali	[Olocene]
<b>PVM2a</b>	Litofacies del Subsintema di Portoscuso	[Pleistocene superiore]



**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 (fuori scala).

### **h1r – Terreni di riporto**

Deposti di geni antropica derivanti da attività di demolizione edilizia e/o da scavi su terreni limo argillosi naturali.

### **b2 – Depositi eluvio-colluviali**

Sono rappresentati da sedimenti perlopiù limo-argillosi e argillo-limosi con scarso scheletro clastico irregolarmente disperso e talora poligenico con influenze antropiche, dovuti a fenomeni di alterazione e pedogenesi del substrato naturale e di lento ma progressivo accumulo di terreni trasportati dalle acque di ruscellamento diffuso.

### **PVM2a – Alluvioni terrazate**

Si tratta di depositi alluvionali e di conoidi wurmiani che rappresentano le propaggini più occidentali della serie di conoidi coalescenti provenienti dal Monte Arci e dai rilievi del Barigadu-Marghine e Montiferru. Sono costituiti prevalentemente da ghiaie medie e fini a spigoli da sub-angolosi a sub-arrotondati, localmente intercalate da lenti e livelli di sabbie grossolane.

Talvolta la frazione sabbiosa diviene predominante e le ghiaie costituiscono livelli e lenti intercalati mentre talaltra, man mano che ci si sposta verso la costa, diventano più frequenti le intercalazioni di depositi argillo-limosi di rotta fluviale e/o di ambiente stagnale.

In ogni caso i sedimenti più grossolani caratterizzano soprattutto la parte apicale (o verso monte) delle conoidi con granulometrie decrescenti man mano ci si sposta verso le parti mediane e distali delle stesse. La composizione dei clasti è costituita in prevalenza da vulcaniti terziarie, quarzo, metamorfiti e magmatiti erciniche.

L'elevata porosità primaria di questi depositi favorisce infatti la circolazione idrica sotterranea dando luogo a un sistema multi falda in genere molto produttivo. La piezometrica potrà individuarsi a pochi metri dal p.c., con una distribuzione dell'acqua libera fortemente condizionata dalla presenza degli intercalari argillo-limosi.

Il grado di addensamento è variabile in funzione della granulometria e del differente grado di saturazione idrica.

Lo spessore di questa unità, nel complesso è probabilmente pluridecametrica.

### 2.3. Stratigrafia del sottosuolo

In accordo con l'assetto geologico di contesto, sulla base di quanto emerso dalla campagna geognostica che ha supportato il presente studio, il sottosuolo interessato dall'opera in progetto è costituito da terre perlopiù sabbioso fini-limose ± argillose di origine alluvionale [**Strato LL\_C**] che, nella parte più prossima alla superficie, mostrano gli inequivocabili segni delle alterazioni planoaltimetriche e di rimaneggiamenti dovuti all'azione dell'uomo [**Strato LL\_B**] con le relativi superfici antropiche [**Strato LL\_A**].

Schematicamente quindi, la stratigrafia dei terreni può essere ricondotta alla successione dei seguenti strati a partire dall'alto:

- LL\_A**    Massicciata di sottofondo
- LL\_B**    Terre rimaneggiate
- LL\_C**    Alluvioni sabbioso-limose ± argillose

di seguito descritte nelle loro caratteristiche fisiche macroscopiche salienti ai fini degli obiettivi del presente lavoro.

#### **LL\_A – Massicciata di sottofondo**

*Tetto*        0,00 m  
*Letto*        -0,80 m variabile -1,00 m  
*Spessore*    0,80 m variabile 1,00 m.

Massicciata di sottofondo costituita prima da ciottolame poligenico in matrice sabbiosa di colore marrone-bruno, inglobante frammenti di conglomerato cementizio fino a blocchi di dimensioni pluridecimetriche.

Queste terre sono state rinvenute in **PZ3** e **S2**.

#### **LL\_B – Terre rimaneggiate**

*Tetto*        0,00 m variabile -0,80 m  
*Letto*        -1,00 m variabile -2,00 m  
*Spessore*    0,30 m variabile 2,00 m

Suoli sabbioso-limosi ± argillosi di colore marrone con sottili apparati radicali nella parte sommitale, rimaneggiati ed inglobanti blocchi e frammenti di materiali antropici, umidi, poco addensati sfumanti a sabbie rosso-arancio con scheletro clastico centimetrico.

Queste terre sono state rinvenute in tutte le verticali indagate.

Sono stati prelevati n. 2 campioni:

- PZ1-C1(0,80÷1,50 m) PZ1-C1(0,80÷1,50 m)
- PZ2-C1(0,50÷0,70 m)



**FOTO 2.1 e 2.2** – Terre della massiciata stradale rinvenute nel pozzetto PZ3 (spessore 0,80 m).



**FOTO 2.3** – Suoli sabbioso-limoso rimaneggiati rinvenuti nel pozzetto PZ1 (spessore minimo 1,50 m).



**FOTO 2.4** – Sabbione rimaneggiato rinvenuto nel pozzetto PZ2 (spessore minimo 1,00 m).

### **LL\_C – Alluvioni sabbioso-limose ± argillose**

*Tetto*            1,00 m variabile -2,00 m  
*Letto*            -7,00 m variabile -7,50 m ed oltre (?)  
*Spessore*        5,50 m variabile 6,00 m ed oltre (?)

Sequenza eterogenea di sabbie da medie a fini limo-argillose, argille ± limose ± sabbiose, limi argillosi e subordinate sabbie microghiaiose di colore marrone-bruno, sciolte o poco addensate per i termini "attritivi", da molli a poco consistenti per quelli "coesivi".

Il grado di umidità varia da moderato a elevato, sino a raggiungere condizioni di saturazione poco oltre -1,50 m da p.c..

Queste terre sono state rinvenute in **PZ3, S1 e S2**.

Sono stati prelevati n. 4 campioni:

- PZ3-C1(1,00÷1,20 m)
- S1-C1(1,00÷1,20 m)
- S1-C2(2,60÷2,80 m)
- S1-C3(4,60÷4,80 m)



**FOTO 2.5 e 2.6 – Sequenza alluvionale rinvenuta nei sondaggi (spessore minimo 6,00 m).**

 <b>ORISTANO</b>	 <b>R.A.S.</b>	 <b>FSC</b> Fondo per lo Sviluppo e la Coesione	AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD” CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51
--	--	---	---

## 2.4. Assetto geomorfologico ed idrografico

L'area in studio appartiene al Campidano di Oristano, ovvero alla terminazione più settentrionale del Golfo di Oristano nonché al bordo nord occidentale della fossa tettonica campidanese attualmente occupata dalla piana omonima. Ulteriore aspetto riguarda l'appartenenza al vasto sistema deposizionale di piana alluvionale legato alle dinamiche del Fiume Tirso che condiziona tutti gli aspetti morfologici dei luoghi che si caratterizzano per un assetto planoaltimetrico prevalentemente pianeggiante o con deboli ondulazioni dovute ai blandi terrazzamenti del Quaternario recente e antico ancora distinguibili nonostante l'urbanizzazione.

La sovrapposizione di parte dell'abitato di Oristano sulla antica sponda in sinistra idrografica del Tirso impostata sui depositi del Pleistocene superiore, rende talora più evidenti le deboli differenze di quota originarie che ancora non hanno subito un processo di livellamento artificiale mediante colmate, riempimenti e quant'altro ritenuto necessario per favorire l'espansione urbanistica. Allo stato attuale molte delle dinamiche fluviali e dei processi erosivo-deposizionali risultano notevolmente mitigate dalla realizzazione di opere di contenimento spondale del Tirso e di canalizzazione del reticolo minore anche se permangono condizioni di pericolo idraulico per possibili esondazioni per tutti quei settori ricadenti nella sua area golenale.

## 2.5. Assetto idrogeologico

L'appartenenza ad un dominio deposizionale essenzialmente alluvionale condiziona anche gli aspetti che controllano la circolazione delle acque nel sottosuolo. Lo spessore pluridecamentrico della sequenza deposizionale quaternaria e le differenti modalità di messa in posto dei corpi sedimentari a granulometria variabile in funzione della diversificazione avvenuta nel tempo degli ambienti (di conoide, di piana costiera, lacustre, di stagno interno etc.), delle oscillazioni climatiche e dei conseguenti meccanismi di evoluzione morfogenetica (cicli ripetuti di erosione/deposizione) hanno creato le condizioni ideali per un vasto acquifero multi falda che allo stato attuale si trova in equilibrio con quello di subalveo del fiume Tirso.

Sebbene sia presente una non troppo marcata differenza di quota tra l'ambito deposizionale strettamente olocenico e attuale con quello di conoide pleistocenica (circa 3,40 m), i livelli idrici tendono poi a interdigitarsi dando luogo ad un grande serbatoio sotterraneo la cui piezometrica talora può oscillare sino al piano campagna laddove le quote risultano prossime al livello del mare.

Nello specifico del settore indagato, il livello della falda freatica verificato nei fori di sondaggio, è risultata attestata ad una profondità variabile tra 2,10÷2,50 m al p.c..

È inequivocabile che in periodi molto piovosi la piezometrica possa risalire e stabilizzarsi temporaneamente anche a quote superiori allo zero topografico (inteso stavolta come quota del l.m.m.) andando potenzialmente a interagire con il piano stradale.

 <b>ORISTANO</b>	 <b>R.A.S.</b>	 <b>FSC</b> Fondo per lo Sviluppo e la Coesione	AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD” CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51
--	--	---	---

### 3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

#### 3.1. Sismicità dell'area

Le caratteristiche di sismicità del blocco sardo-corso sono da porre in relazione, sostanzialmente, con l'evoluzione geodinamica del Mediterraneo occidentale e delle catene montuose che lo circondano: il basamento della Sardegna rappresenta infatti un segmento della catena ercinica sud-europea originatasi a partire dal Paleozoico e separatosi dalla stessa durante il Miocene inferiore.

Durante il Miocene superiore, il principale evento geodinamico dell'area è rappresentato dalla strutturazione dell'attuale margine orientale dell'Isola, che si protrae fino a parte del Quaternario e durante il quale i principali eventi che hanno condizionato la tettonica distensiva della Sardegna sono rappresentati quindi dalla migrazione dell'Arco Appenninico settentrionale sull'avanfossa del margine adriatico e, soprattutto l'apertura del Bacino Tirrenico meridionale.

#### 3.2. Sismicità storica del sito

Nonostante sia acclarata la 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*), si ha conoscenza di indizi di eventi sismici risalenti a 3.000-4.000 anni fa, testimoniati da importanti danneggiamenti rilevati in alcuni edifici nuragici. Negli ultimi decenni non pochi sono stati i terremoti di energia non trascurabile localizzati in Sardegna o nelle sue immediate vicinanze<sup>(2)</sup>.

Dai dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04, consultabili dal sito web "DBMI04", per l'Isola non sono registrati eventi sismici significativi, al massimo del VI grado della scala Mercalli. 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.

Alcuni terremoti segnalati (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 09.11.2010, nella costa NW dell'Isola. Altri ancora, con epicentro nel settore a mare poco a ovest della Corsica e della Sardegna, sono stati registrati nel 2011 con magnitudo compresa tra 2,1 e 5,3 di 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).

Per quanto attiene il sito specifico, la sismicità storica è stata ricostruita previa consultazione dei seguenti database resi fruibili online dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV):

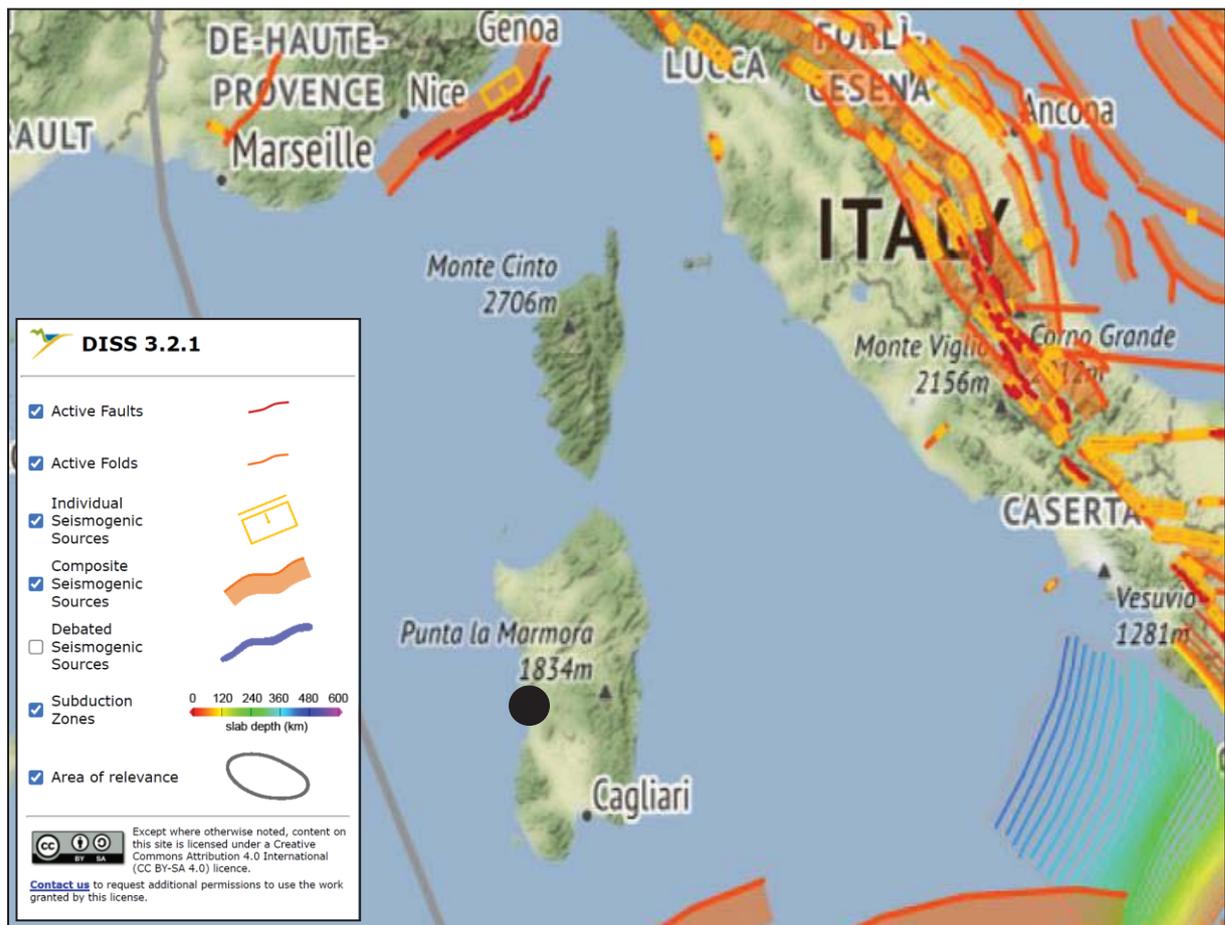
<sup>(2)</sup> (<https://ingvterremoti.wordpress.com/2016/06/04/i-terremoti-nella-storia-cagliari-adi-4-juny-terremotus-factus-est-1616/>).

- **CPTI15 – Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani 2015**  
 Contiene i dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  o con magnitudo ( $M_w$ )  $\geq 4$  relativi a tutto il territorio italiano.
- **DBMI15 – Database macrosismico dei terremoti italiani 2015**  
 Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nel periodo 1000-2014.

L'archivio non indica alcun evento con epicentro nel Comune di Oristano.

Si segnala altresì il terremoto magnitudo 4,77 del 26.04.2000 con epicentro nel Tirreno centrale (40.955 N – 10.097 E, profondità circa 1 km). Non si hanno testimonianze degli effetti di questo evento per il territorio di Vallermosa, né per i comuni al contorno vicini ove sono stati avvertiti per cui si presume siano stati irrilevanti.

Dal database DISS relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo  $> 5,5$ , si evince che il settore di intervento non è gravato da potenziali faglie sismogenetiche.



**FIGURA 3.1** – Localizzazione delle potenziali sorgenti di terremoti con  $M > 5,5$  rispetto all'area di intervento (estratto da DISS Working group 2018, Database of Individual Seismogenic Sources ver. 3.2.1., <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>).

### 3.3. 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 che ha lasciato facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica in zona 4.

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.

L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di  $a_{g475}$  con una tolleranza 0,025g 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.

ZONA	$a_{g475}$
1	$a_{g475} \geq 0,25g$
2	$0,25g < a_{g475} \leq 0,15g$
3	$0,15g < a_{g475} \leq 0,05g$
4	$a_{g475} < 0,05g$

**TABELLA 3.1** – Valori di accelerazione orizzontale massima al suolo.

Allo stato attuale delle conoscenze e del progresso scientifico, attraverso l'applicazione WebGIS, è possibile consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica. Il sito di specifico intervento edilizio, così come tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro **ag** è assegnato un valore di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) compreso tra **0,025÷0,05 g** da adottare nella progettazione (**FIGURA 3.4** **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

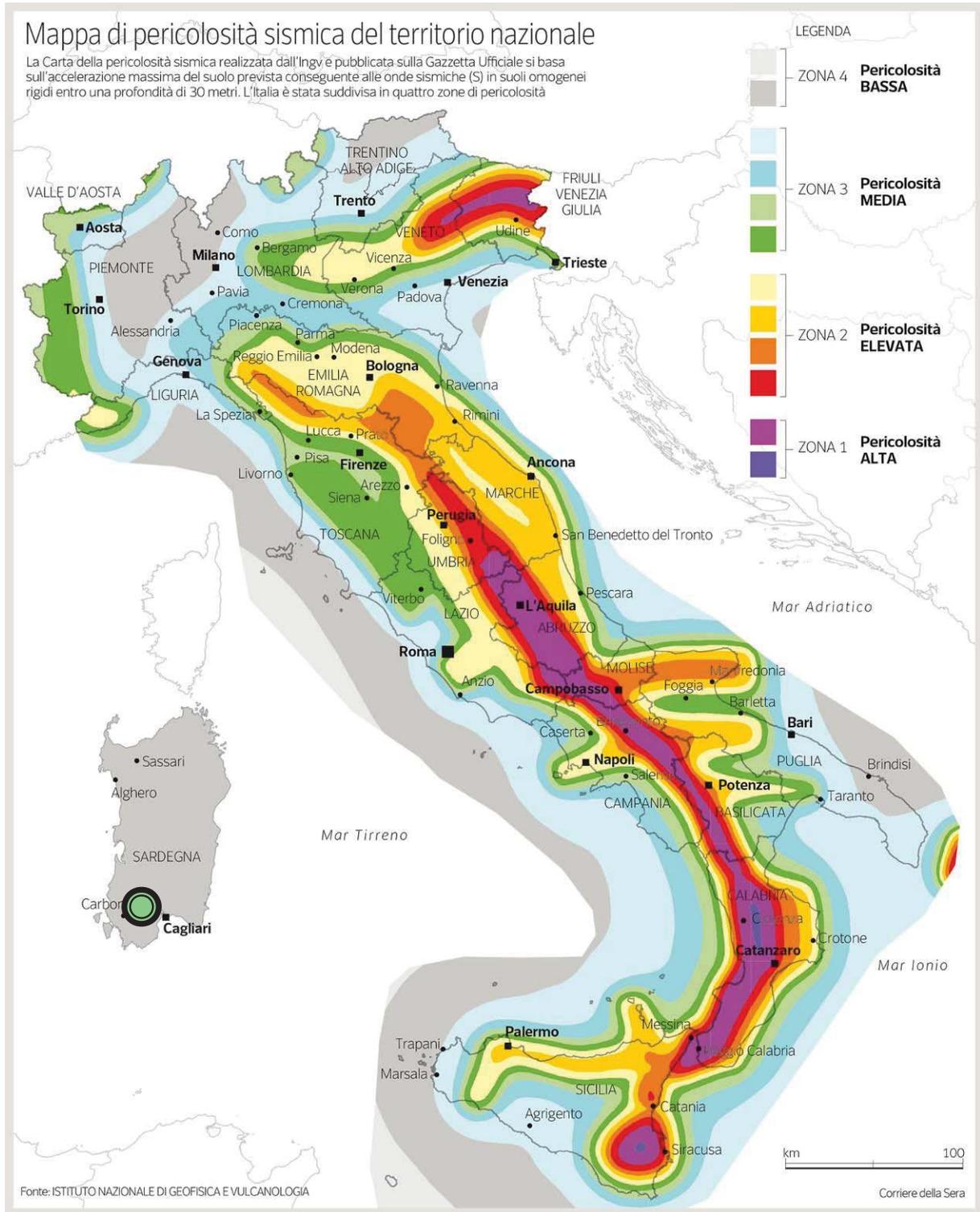
Pur tuttavia, con la ratifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni avvenuta con l'aggiornamento del 17.01.2018, anche in questo ambito per le verifiche geotecniche è obbligatorio l'utilizzo del metodo delle tensioni limite.

Il *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from Capable faults*) ha consentito di escludere la presenza di “faglie capaci” (ovvero di lineamenti tettonici attivi che possono potenzialmente creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche) in corrispondenza dello specifico sedime piuttosto che nell'area di stretto ambito progettuale. Gli unici elementi tettonici significativi (“Fault”) sono ubicati:

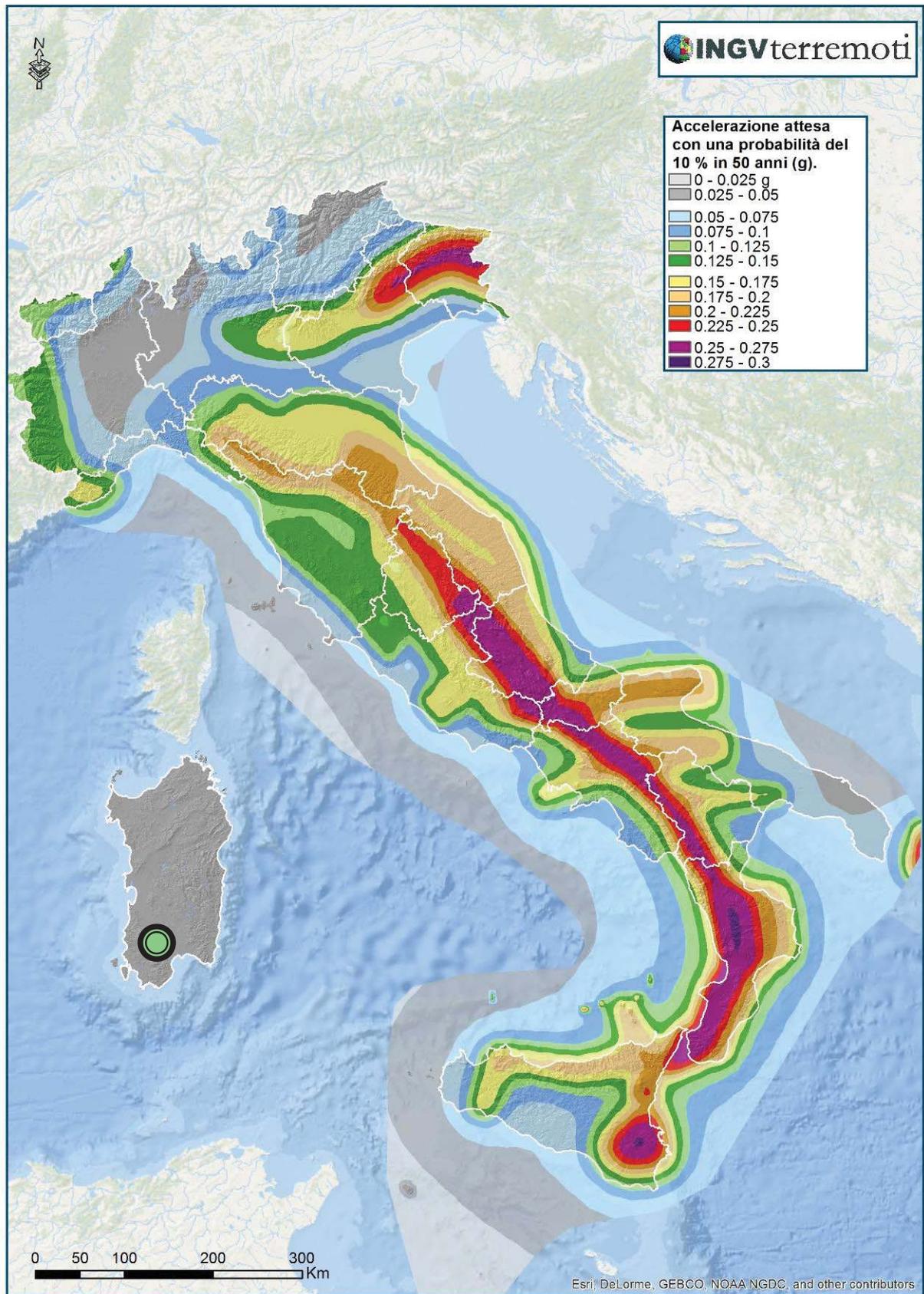
- ⇒ 6 km a nord (94254 “Baratili” e 94255 “Stagno de is Bénas-Isca Maiori)
- ⇒ 12 km ad ovest (94186 “Sinis 1”, 94187 “Sinis 2”, 94275 “Tharros”, 94200 “Oristano Basin 1” e 94201 “Oristano Basin 2”)

 <b>ORISTANO</b>	 <b>R.A.S</b>		<b>AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD”</b> <b>CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51</b>
--	---	---	---

⇒ 9 km a sud (94251 “Case Sassu” e 94190 “Arborea)



**FIGURA 3.2 –** Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale realizzata (INGV 2018).



**FIGURA 3.3** – Mappa dell'accelerazione attesa con una probabilità del 10% in 50 anni (INGV 2018).

### 3.4. Pericolosità sismica

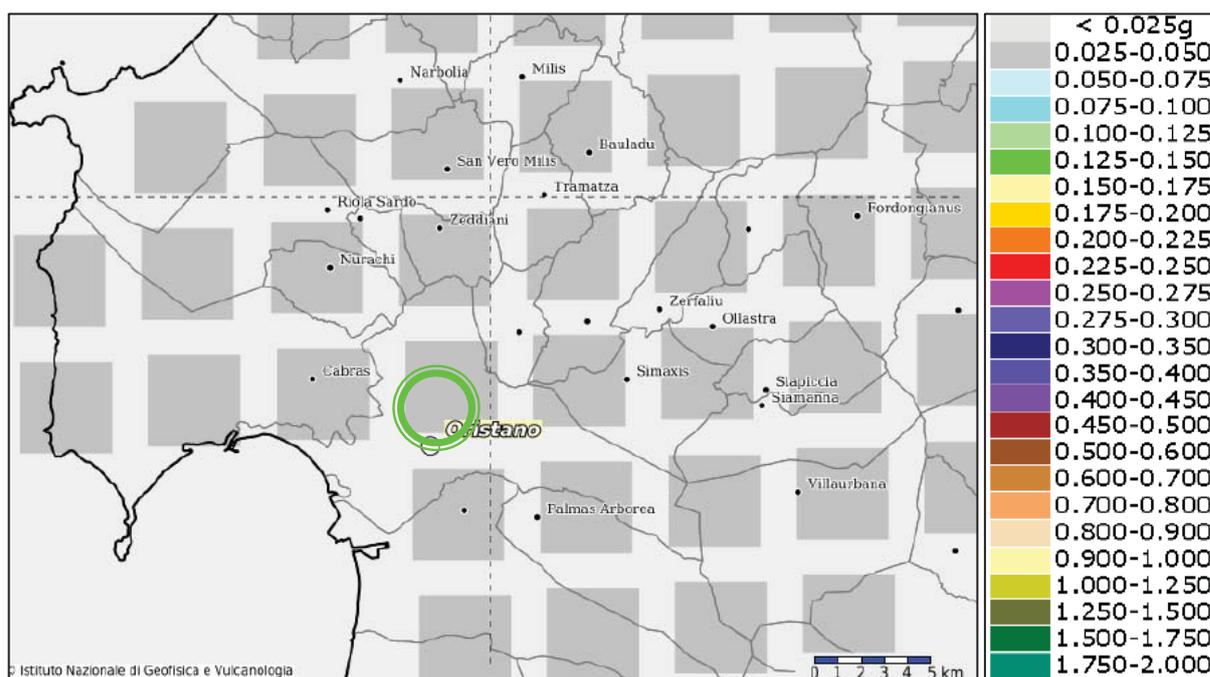
L'entrata in vigore delle NTC 2008 ha reso obbligatoria, anche per le zone a bassa sismicità come la Sardegna, la stima della pericolosità sismica basata su una griglia, estesa per tutto il territorio nazionale, di 10751 punti, in cui vengono forniti per ogni nodo situato ai vertici dei ogni maglia elementare, i valori di:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno,
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per nove periodi di ritorno  $T_r$ , in condizioni ideali di sito di riferimento rigido (di categoria A nelle NTC) con superficie topografica orizzontale.

Solo per alcune aree insulari con bassa sismicità (tra cui la Sardegna), tali valori sono unici e sono quelli indicati nella Tabella 2 dell'Allegato B alle N.T.C. 2008, ancora valide per le N.T.C..

Per un periodo di ritorno  $T_r = 475$  anni, detti parametri valgono:

- $a_g = 0,500$
- $F_0 = 2,88$
- $T_c^* = 0,34$



**FIGURA 3.4** – La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia scaricata dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it>, <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>). I diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A,  $V_{s30} > 800$  m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate (Latitudine 39°436 e Longitudine 8°833) individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 38889, posto al centro della mappa e coincidente con l'abitato di Vallermosa.

Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

 ORISTANO	 R.A.S	 FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione	AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD” CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51
---	--	--	---

Tutto il territorio regionale ricade in **Zona 4**, contraddistinto da «pericolosità sismica BASSA» a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa ed al parametro **ag** è assegnato un valore di **0,025÷0,05 g** da adottare nella progettazione.

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.

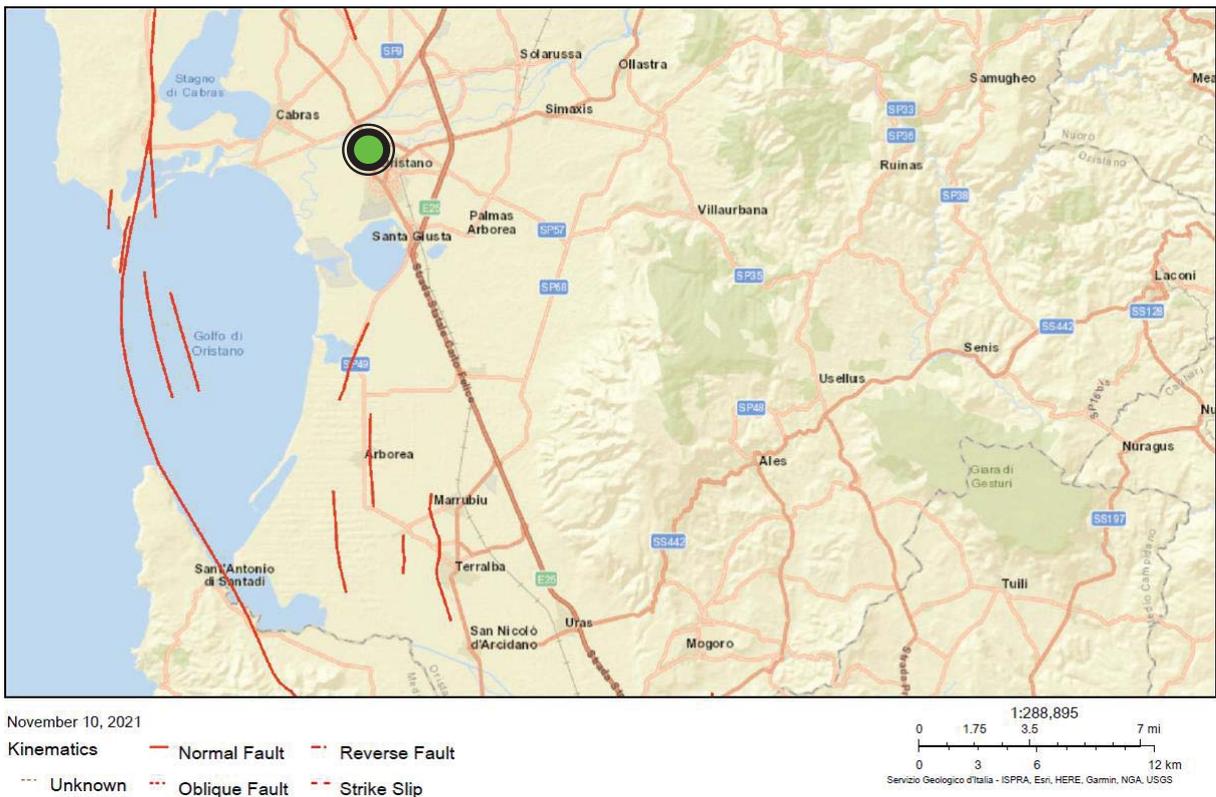
Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

## 4. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

### 4.1. 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.

Sulla scorta di tutti i dati bibliografici disponibili, si può asserire l'assenza di lineamenti tettonici direttamente interferenti con l'opera in progetto, seppur in grado di produrre eventi sismici di una certa importanza, con sicuro risentimento per le opere al contorno (**FIGURA 4.1**).



**FIGURA 4.1** – Mappa con l'ubicazione delle faglie capaci scarica dal catalogo del progetto ITHACA.

### 4.2. 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. Gli unici fenomeni riconducibili a subsidenza registrati nel territorio regionale, sono localizzati negli hinterland di Carbonia ed Iglesias, perlopiù provocati dallo sprofondamento dei "vuoti minerari", meglio noti come "sink-holes".

Le caratteristiche del substrato locale escludono fenomeni di sprofondamento (sinkhole) tipici delle aree carsiche e/o interessate da coltivazioni minerarie in galleria.

Analogamente, non si è a conoscenza di abbassamenti del suolo provocati dallo sfruttamento delle falde acquifere.

### 4.3. 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.

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 dai rilievi all'uopo condotti che non hanno fatto ravvisare condizioni di criticità ante e post-operam.

### 4.4. Pericolosità da inondazione

Nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), l'areale di intervento appartiene al *Sub-bacino Tirso (N. 2)*: con riferimento alle cartografie (art. 8 comma 2) ufficiali di pericolosità idraulica ricade in area a pericolo idraulico Hi1, Hi2, Hi3 e Hi4 (**FIGURA 4.2**)

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.



**FIGURA 4.2** – Stralcio cartografia della pericolosità idraulica secondo l'art. 8 comma 2 delle N.A. del P.A.I.

## 5. CONCLUSIONI

Il presente studio condotto sulla base dei dati ricavati dall'indagine geognostica all'uopo eseguita con il supporto delle fonti bibliografiche ed altre informazioni estrapolate da lavori svolti nel medesimo contesto territoriale di quello di intervento per altre iniziative edilizie, ha permesso di ricostruire un quadro dell'assetto geologico, stratigrafico, idrogeologico e idrografico locale ove è in programma la realizzazione di una intersezione a rotatoria.

Sulla base di quanto emerso dall'indagine geognostica, la rotatoria in progetto andrà a sovrapporsi con la preesistente massciata stradale [**Strato LL\_A**] o tutt'al più potrà limitatamente interferire con le terre naturali [**Strato LL\_C**] che sono risultate ascrivibili ai sottogruppi A2-4 e A2-6 della Classificazione CNR-UNI 10006. Questa configurazione, stante la previsione di un sollevamento della canaletta mediante realizzazione di un rilevato, non rende necessario operare alcuna bonifica. Tutt'al più per garantire la separazione tra le terre aride del rilevato ed il substrato naturale, dovrà essere interposto un telo di TNT.

Viceversa nelle sezioni ove la nuova viabilità andrà a sovrapporsi con la preesistente, il cassonetto potrà essere preservato avendo già assolto efficacemente alle sue funzioni stradali.

Le modeste proprietà geotecniche dei terreni, così come verificato direttamente sino a -8,00 m dal p.c., impongono cautele in ordine alla scelta ed al dimensionamento della struttura fondali dei muri di contenimento/gabbionate. Si potrà optare per fondazioni dirette limitando significativamente le pressioni di contatto ed ammettendo cedimenti a medio-lungo termine che potranno avere anche entità pluricentimetrica. Ulteriore accorgimento, sempre in ottica di adozione di fondazioni dirette, sarà quello di operare una bonifica del sottofondo per almeno 1,00/1,30 m, e stesa, previa interposizione di una geogriglia con duplice funzione anticapillare/portanza, di materiale arido selezionato (0÷70 mm) da rullare in strati di 20 cm max.

Contestualmente sarà opportuno slargare la base della ciabatta del muro onde distribuire meglio le pressioni di contatto.

Qualora l'orientamento progettuale fosse il ricorso a fondazioni profonde, il loro dimensionamento richiederà un approfondimento dell'indagine mediante sondaggi a carotaggio continuo coadiuvati da prove penetrometriche continue, spinti oltre le quote raggiunte in questa sede, ovvero almeno 20 m dal p.c. o comunque raggiungendo e attraversando per alcuni metri un substrato compatto affidabile.

Per le verifiche di sicurezza opera / terreno si rimanda alla **relazione geotecnica**.

Stante la generale mancanza di scheletro clastico, per i materiali che proverranno dagli scavi si può escludere un loro riutilizzo per riempimenti o per la realizzazione dei rilevati stradali. Potranno altresì essere impiegati per le sistemazioni esterne ad uso stradale purché non interessate da opere strutturali e/o delle aree a verde, previo idoneo accertamento dei requisiti di qualità ambientale.

Il livello della falda freatica verificato nei fori di sondaggio, è risultata attestata ad una profondità variabile tra 2,10÷2,50 m al p.c.. È inequivocabile che in periodi molto piovosi la piezometrica possa risalire e stabilizzarsi temporaneamente anche a quote superiori allo zero topografico (inteso stavolta come quota del l.m.m.) andando potenzialmente a interagire con il piano stradale.

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.

 <b>ORISTANO</b>	 <b>R.A.S</b>	 <b>FSC</b> Fondo per lo Sviluppo e la Coesione	<b>AFFIDAMENTO SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, DEFINITIVA, ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD”</b> CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51
--	---	---	--

Detta eventualità dovrà essere considerata durante la progettazione della rete di opere di controllo e canalizzazione delle acque meteoriche in modo che queste possano essere allontanate efficacemente verso le quote inferiori.

Nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), l'areale di intervento appartiene al *Sub-bacino Tirso (N. 2)*: con riferimento alle cartografie (art. 8 comma 2) ufficiali di pericolosità idraulica ricade in area a pericolo idraulico Hi1, Hi2, Hi3 e Hi4.

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. MP

DATA: giugno 2022

IL GEOLOGO:

*Dott. Mauro Pompei*

