



# 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

## STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE GEOLOGICA

Allegato:

**1.R05**

Scala:

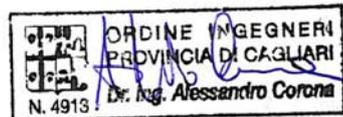
**Affidatario del servizio:**

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. Roberto Sanna



|        |                |
|--------|----------------|
| Rev.0  | Ottobre 2020   |
| Rev.1  | Settembre 2021 |
| 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  |
| 2. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO .....               | 7  |
| 2.1. Inquadramento geologico dell'area vasta .....      | 7  |
| 2.2. Assetto litostratigrafico locale .....             | 9  |
| 2.3. Stratigrafia del sottosuolo .....                  | 11 |
| 2.4. Assetto geomorfologico ed idrografico .....        | 12 |
| 2.5. Assetto idrogeologico .....                        | 12 |
| 3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....                      | 13 |
| 3.1. Sismicità dell'area .....                          | 13 |
| 3.2. Sismicità storica del sito .....                   | 13 |
| 3.3. Classificazione sismica .....                      | 15 |
| 3.4. Pericolosità sismica.....                          | 18 |
| 4. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....                          | 20 |
| 4.1. Pericolosità sismica.....                          | 20 |
| 4.2. Subsidenza .....                                   | 20 |
| 4.3. Pericolosità da frana .....                        | 21 |
| 4.4. Pericolosità da inondazione.....                   | 21 |
| 5. PROGRAMMA SOMMARIO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE ..... | 22 |
| 5.1. Premessa.....                                      | 22 |
| 5.2. Preventivo di spesa particolareggiato .....        | 23 |
| 7. CONCLUSIONI.....                                     | 26 |

## 1. GENERALITÀ

### 1.1. Premessa

Nell'ambito delle attività a supporto della progettazione 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.

Nella presente fase di **Fattibilità tecnico ed economica** le considerazioni di seguito esposte hanno come base informativa i 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 oristanese in prima persona per altri interventi edilizi (tra cui ultimi quelli relativi al Mercato Civico 2016 e del Nuovo Palazzetto dello Sport: integrazioni con Impresa realizzatrice), coadiuvati da quelli ricavati da rilievi diretti all'uopo eseguiti intorno al settore di intervento, nonché quelli estrapolati dalla miscellanea e cartografia geotematica regionale.

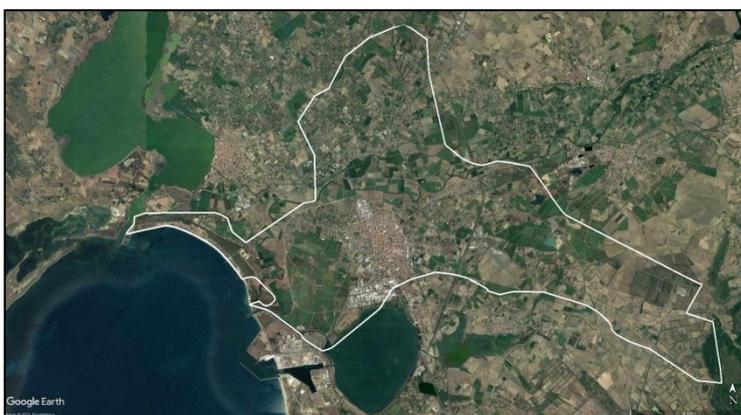
Di seguito si illustrano i risultati dello studio geologico che è stata incentrato sugli aspetti litologici, morfologici, geologici ed idrogeologici effettivamente interagenti con l'opera in progetto e da cui è stato ricostruito il modello geologico del sottosuolo di riferimento ai fini progettuali che interessano.

### 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]



**FIGURA 1.2** - Inquadramento territoriale dell'intervento.



**FIGURA 1.1**  
Comune di Oristano.  
Inquadramento geografico.

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

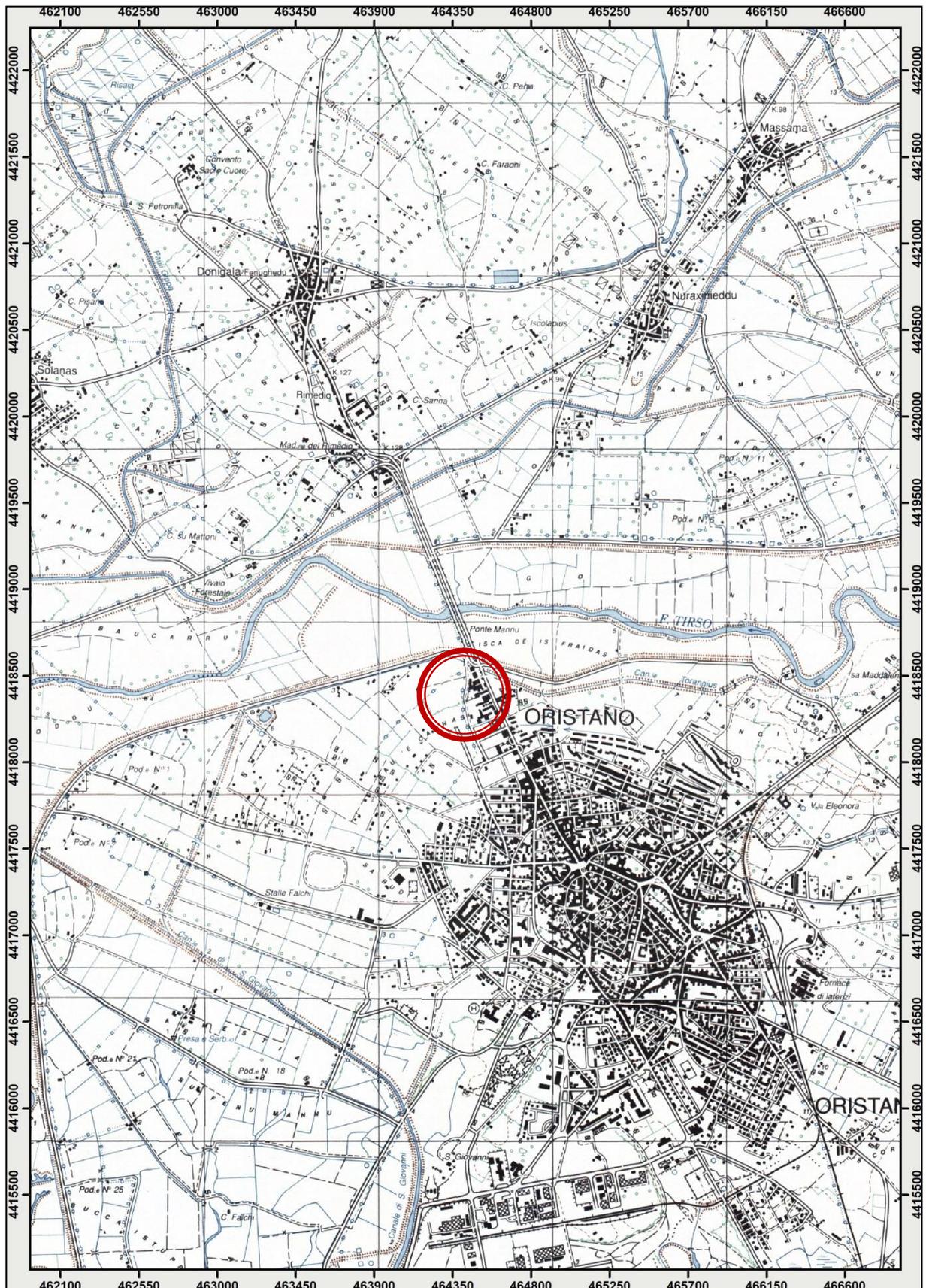


FIGURA 1.3 - Ubicazione dell'opera in progetto su cartografia I.G.M.I. in scala 1:25.000.



FIGURA 1.4 - Ubicazione dell'opera in progetto su cartografia C.T.R. in scala 1:10.000.

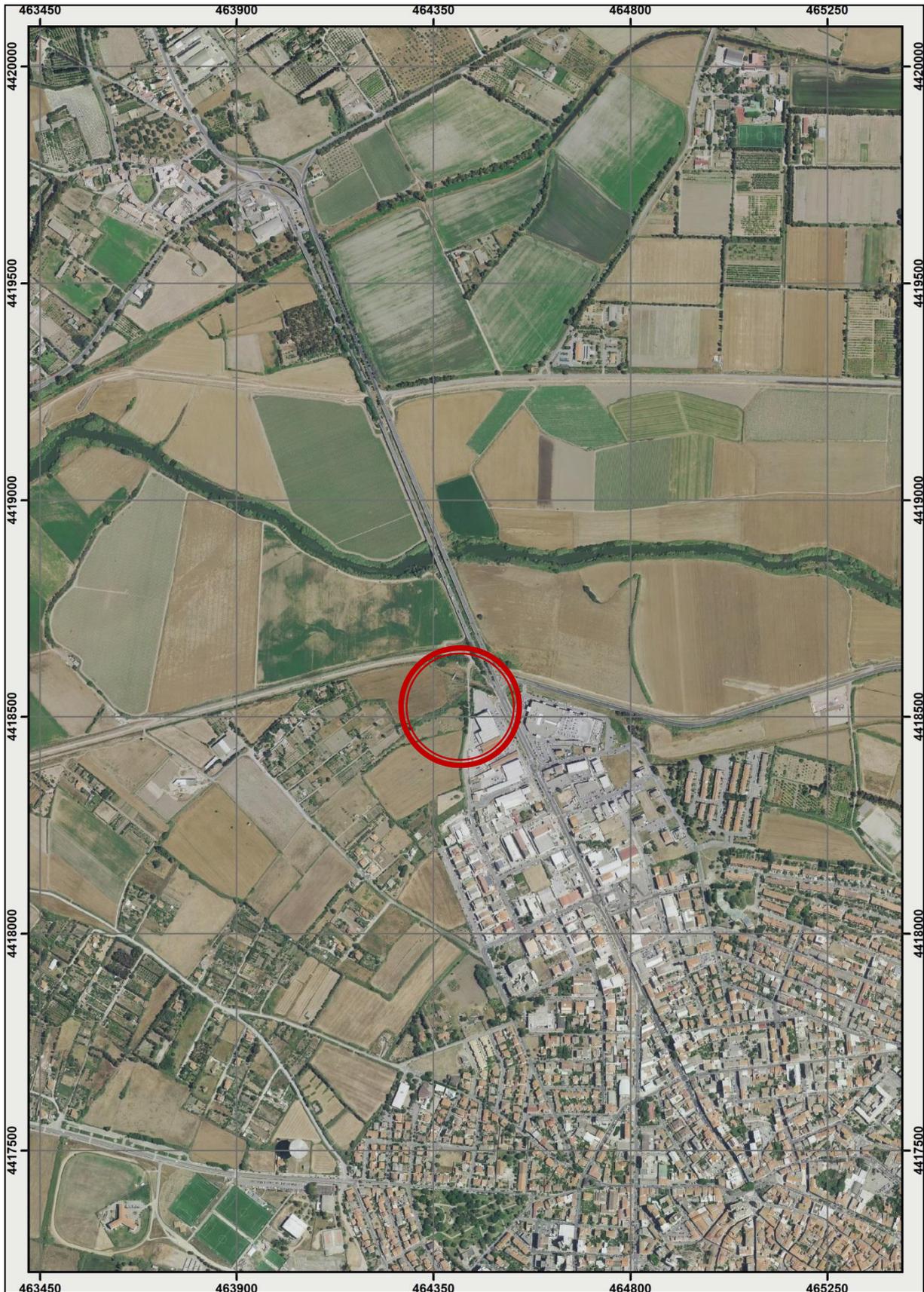
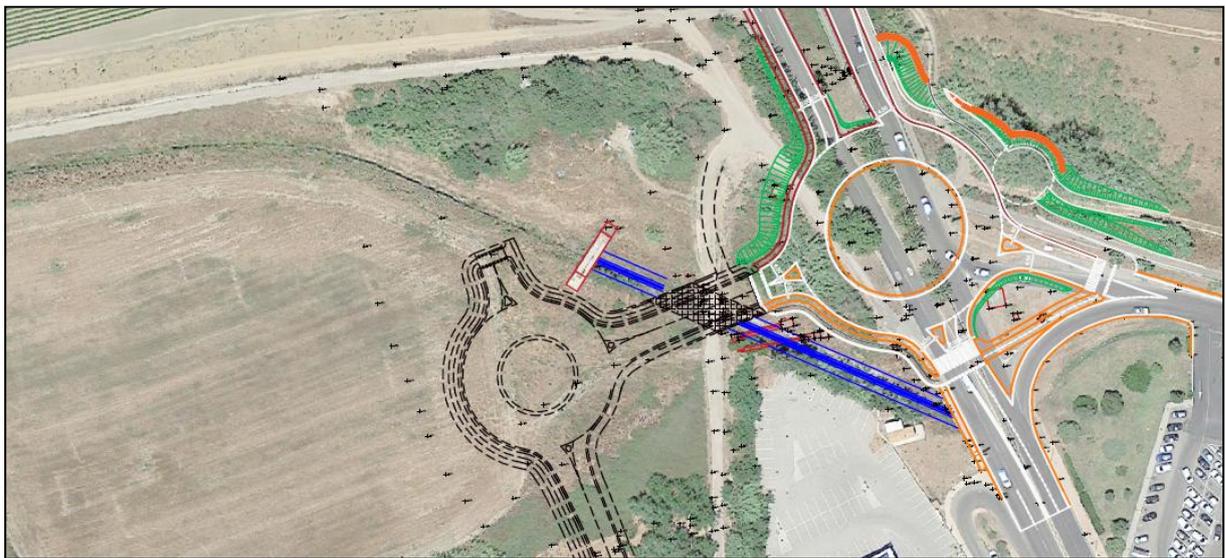


FIGURA 1.5 - Ubicazione dell'opera in progetto su ortofotogramma in scala 1:10.000.

### 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 Sili. 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 1.6** - Inquadramento territoriale dell'intervento.

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <br><b>ORISTANO</b> | <br><b>R.A.S.</b> | <br><b>FSC</b><br>Fondo per lo Sviluppo<br>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”<br>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».

## 2. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

### 2.1. Inquadramento geologico dell'area vasta

L'area in esame ricade nel Foglio geologico 528 Oristano in scala 1:50.000 dell'ISPRA che riguarda nello specifico la regione del *Campidano di Oristano* e il suo contorno di rilievi prevalentemente afferenti al periodo Terziario; trattasi altresì della parte settentrionale della 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 conoide 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.

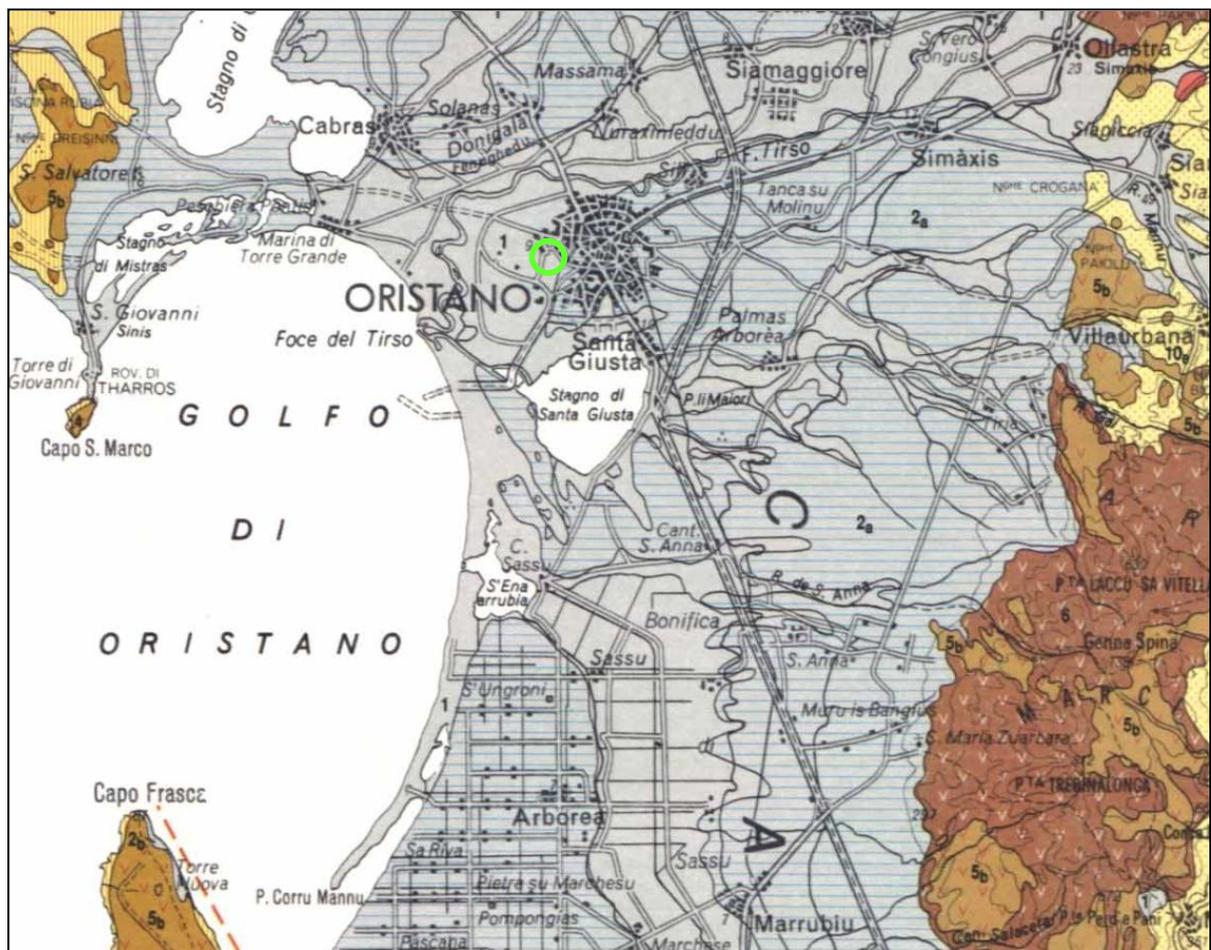
Nei settori apicali delle varie conoidi alluvionali pleistoceniche sono ben rappresentati i depositi eterometrici e poligenici, ad elementi lapidei sia paleozoici sia cenozoici, di dimensioni da millimetriche a pluridecimetriche, immersi in una matrice sabbioso-limosa, talora semicementati da ossidi 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.

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



- |     |   |
|-----|---|
| 1   | Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).             |
| 2a  | Conglomerati, sabbie, argille più o meno compattate 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 ossidianeece o perlitica 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.

## 2.2. Assetto litostratigrafico locale

Con riferimento diretto alla cartografia ufficiale CARG di cui alla, 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 vallecola 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] |

### **h1r – Terreni di riporto**

Depositi di genesi 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 terrazzate

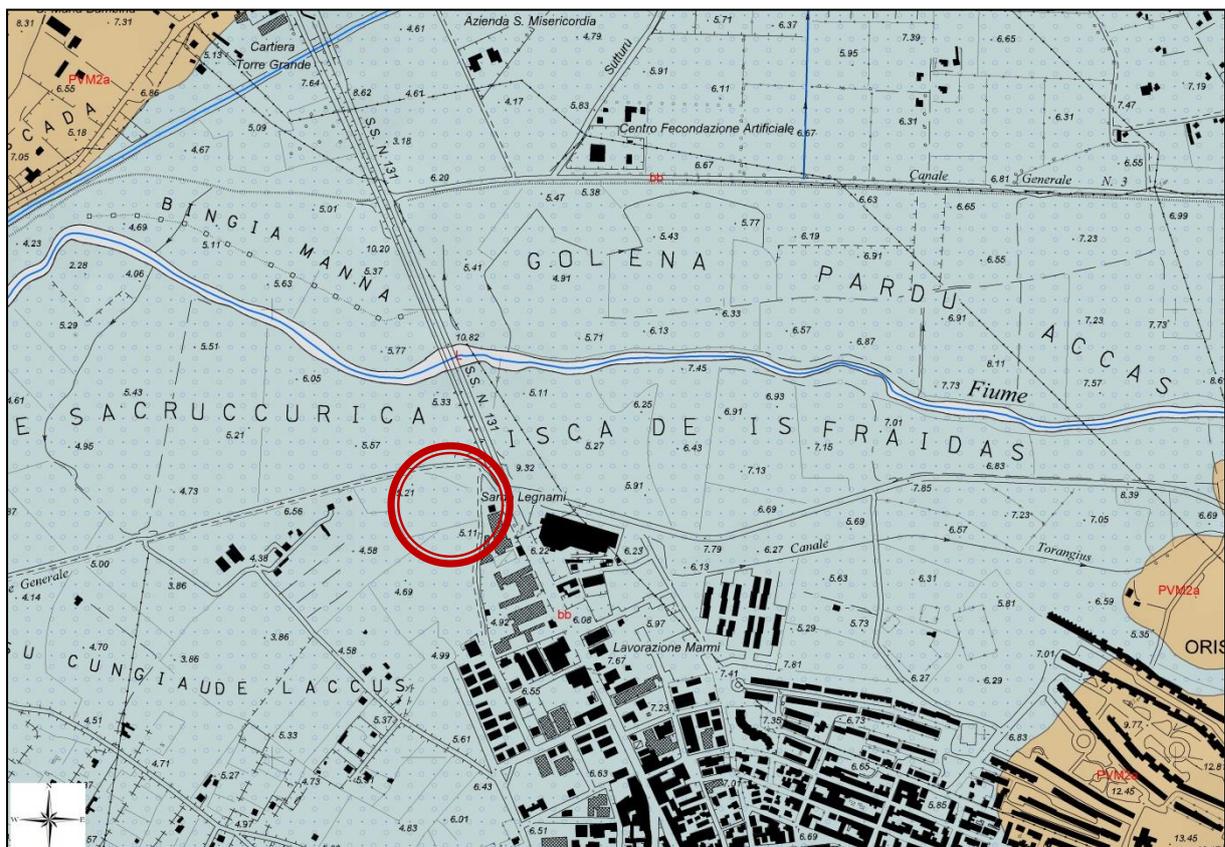
Si tratta di depositi alluvionali e di conoidi wurmiani che rappresentano le propaggini più occidentali della serie di conoidi coalescenti provenienti dal Monte Arci e dai rilievi del Barigadu-Marghine e Montiferru. Sono costituiti prevalentemente da ghiaie medie e fini a spigoli da sub-angolosi a sub-arrotondati,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



**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).

### 2.3. Stratigrafia del sottosuolo

Con diretto riferimento alla base informativa estrapolata da dati acquisiti nel corso di indagini geognostiche condotte per altre iniziative edilizie nelle vicinanze, è stata ricostruita una verosimile stratigrafia del sottosuolo in corrispondenza dell'areale che ospiterà la rotatoria.

Nel dettaglio e per le finalità del presente lavoro, si prevede la seguente successione di unità litostratigrafiche, a partire dalle più recenti:

|             |                                 |                             |
|-------------|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>LL-A</b> | Terre di riporto                | [Attuale]                   |
| <b>LL-B</b> | Suoli                           | [Attuale]                   |
| <b>LL-C</b> | Argille limose e limi argillosi | [Olocene]                   |
| <b>LL-D</b> | Alluvioni sabbioso-ghiaiose     | [Eocene medio – Oligocene?] |

di seguito descritte nelle loro caratteristiche salienti per gli obiettivi del lavoro.

#### **LL-A Terre di riporto o rimaneggiate**

0,00 m ÷ -0,40 m

Deposti di genesi antropica derivanti da attività di demolizione edilizia e/o da scavi su terreni limo argillosi naturali e tout-venant di riporto con scheletro clastico di dimensioni da pluricentriche, costituenti il sottofondo dell'attuale viabilità.

#### **LL-B Suoli**

0,00 m ÷ -0,40 m

Suoli limo-argilloso-sabbiosi organici costituenti la porzione più evoluta del substrato. Il rimaneggiamento, la presenza di radici e la scarsa consistenza conferiscono a questi terreni scadenti caratteristiche meccaniche tali per cui poco affidabili come piano di fondazione. Per detta ragione non costituisce un piano di posa adeguato e se ne consiglia il superamento.

#### **LL-C Argille limose**

-0,40 m ÷ -2,00 m variabile -3,00 m

Argille limose e limi argillosi di colore variabile dal bruno scuro al nocciola, di probabile origine alluvio-colluviale.

Riscontri diretti provenienti da prove geotecniche eseguite in cantieri contermini, fanno fin d'ora prevedere mediocri caratteristiche geotecniche oltre ad una elevata suscettibilità al detensionamento se esposte agli agenti esogeni per via della forte componente argillosa.

Per questo motivo, la presenza di queste terre alle quote di progetto comporterebbe interventi di bonifica per il miglioramento del sottofondo.

#### **LL-D Alluvioni sabbioso-ghiaiose**

-2,00 m variabile -3,00 m ÷ -4,00 -5,00 m

Sabbie e sabbie con ghiaie in matrice limosa, con scheletro poligenico ben elaborato di dimensioni centimetriche da subdecimetriche, mediamente addensate, con intercalazioni di argille limose e limi argillosi.

Rappresentano i depositi alluvionali del corso d'acqua principale i quali, entro l'alveo, sono ancora sottoposti a processi di trasporto e deposizione fluviale.

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  <p>ORISTANO</p> |  <p>R.A.S.</p> |  <p>FSC<br/>Fondo per lo Sviluppo<br/>e la Coesione</p> | <p>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”<br/>CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51</p> |
|---|---|--|---|

Ai fini applicativi che interessano, per la tipologia di opera in progetto, questi terreni costituiscono un piano sufficientemente performante per la posa della sovrastruttura stradale.

## 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 potrebbe verosimilmente attestarsi ad una profondità di circa 1.20-1,50 m, rispetto 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.

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <br><b>ORISTANO</b> | <br><b>R.A.S.</b> | <br><b>FSC</b><br>Fondo per lo Sviluppo<br>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><br><b>CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51</b> |
|--|--|---|---|

### 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 de 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):

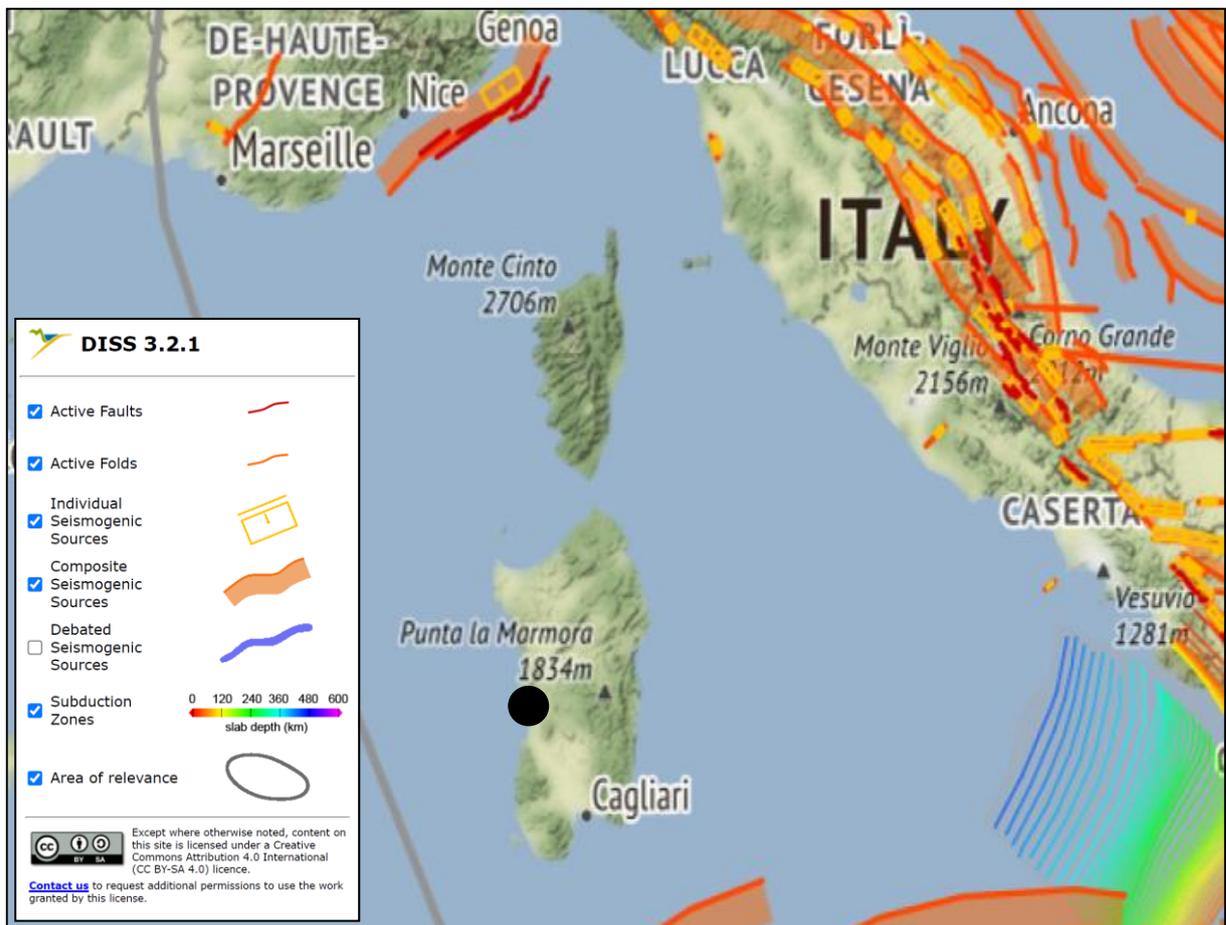
<sup>(2)</sup> (<https://ingvterremoti.wordpress.com/2016/06/04/i-terremoti-nella-storia-cagliari-adi-4-juny-terremotus-factus-est-1616/>).

- **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”)

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <br><b>ORISTANO</b> | <br><b>R.A.S</b> | <br><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><br><b>CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51</b> |
|--|---|---|---|

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

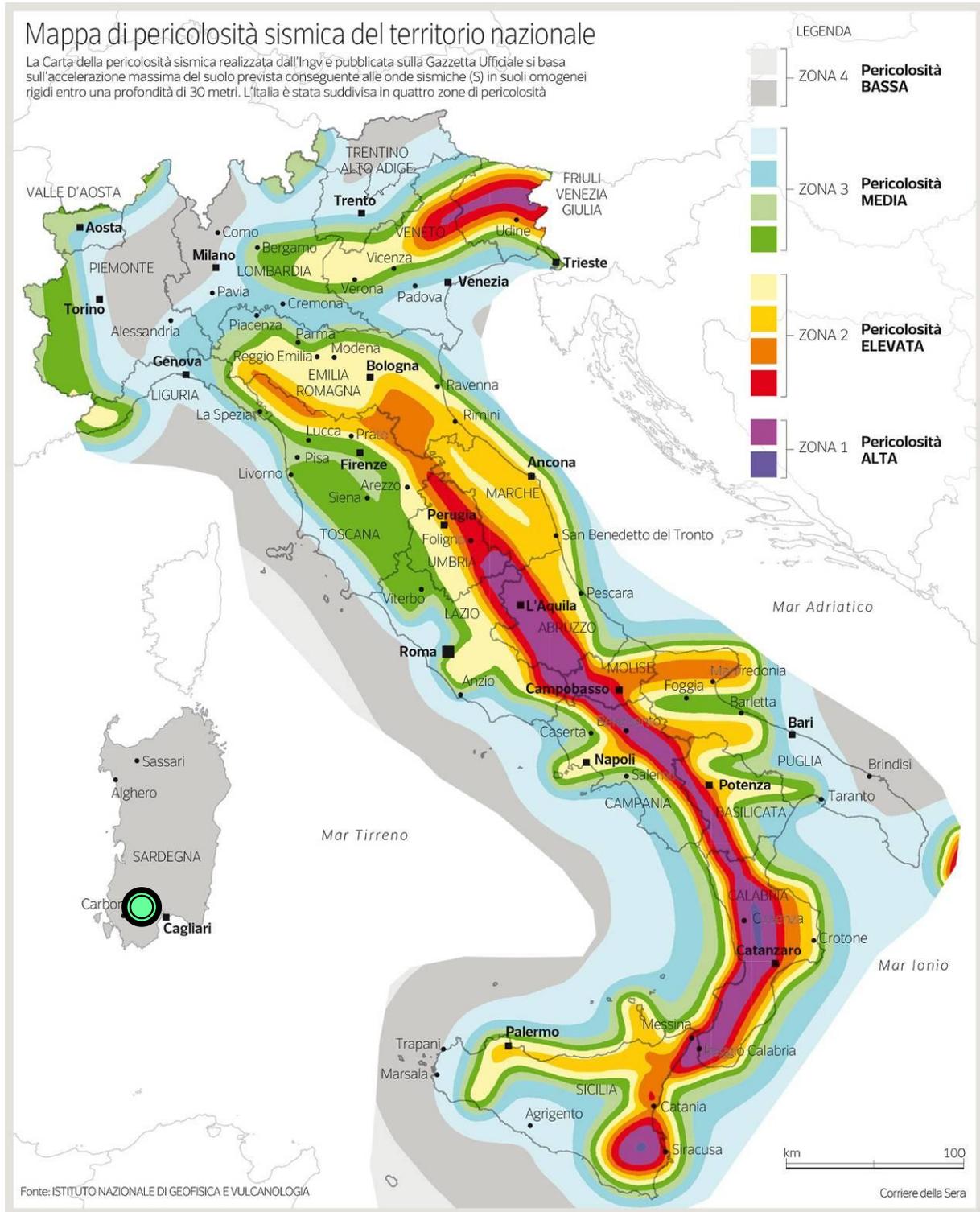
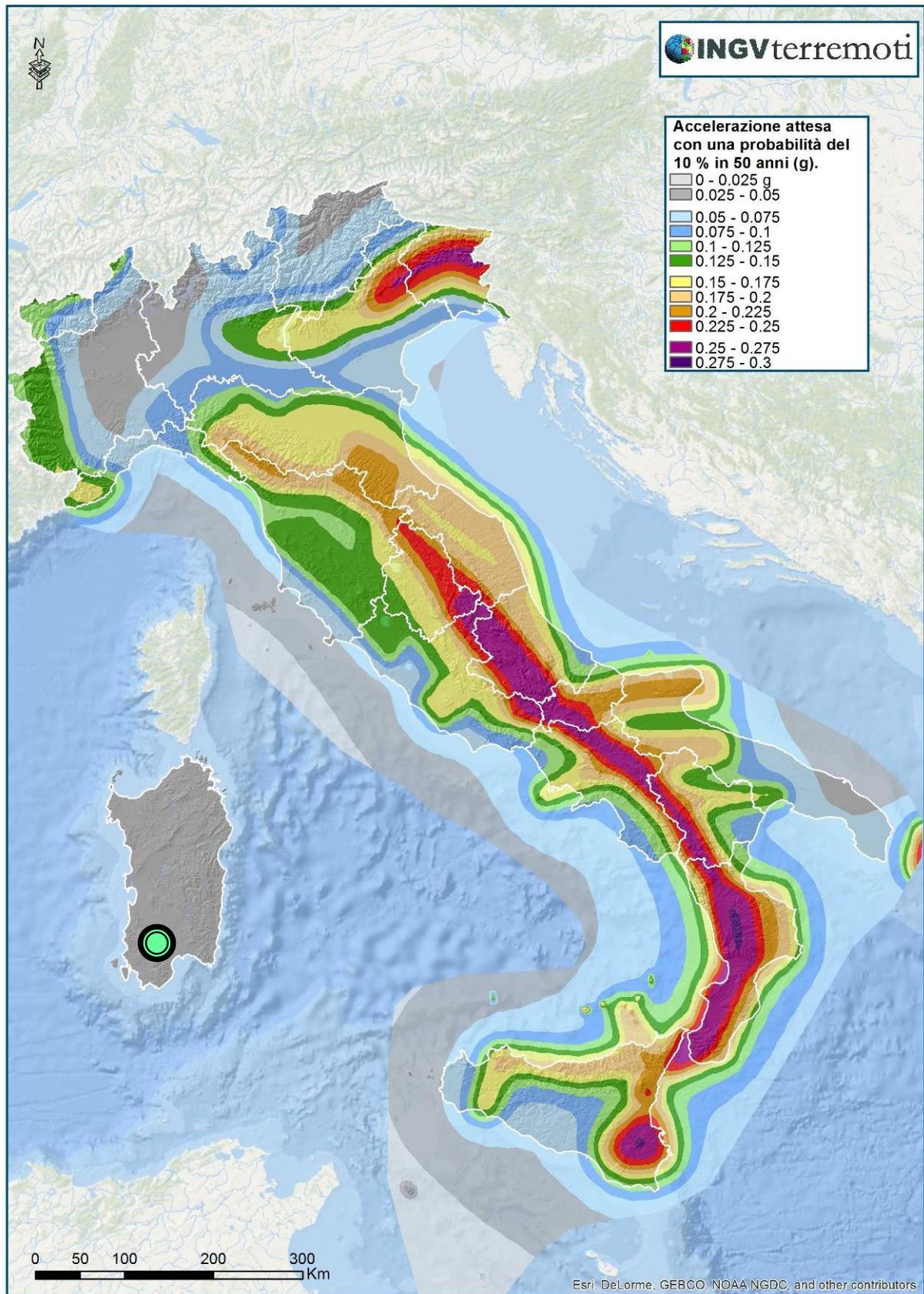


FIGURA 3.2 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale realizzata (INGV 2018).



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

### 3.4. Pericolosità sismica

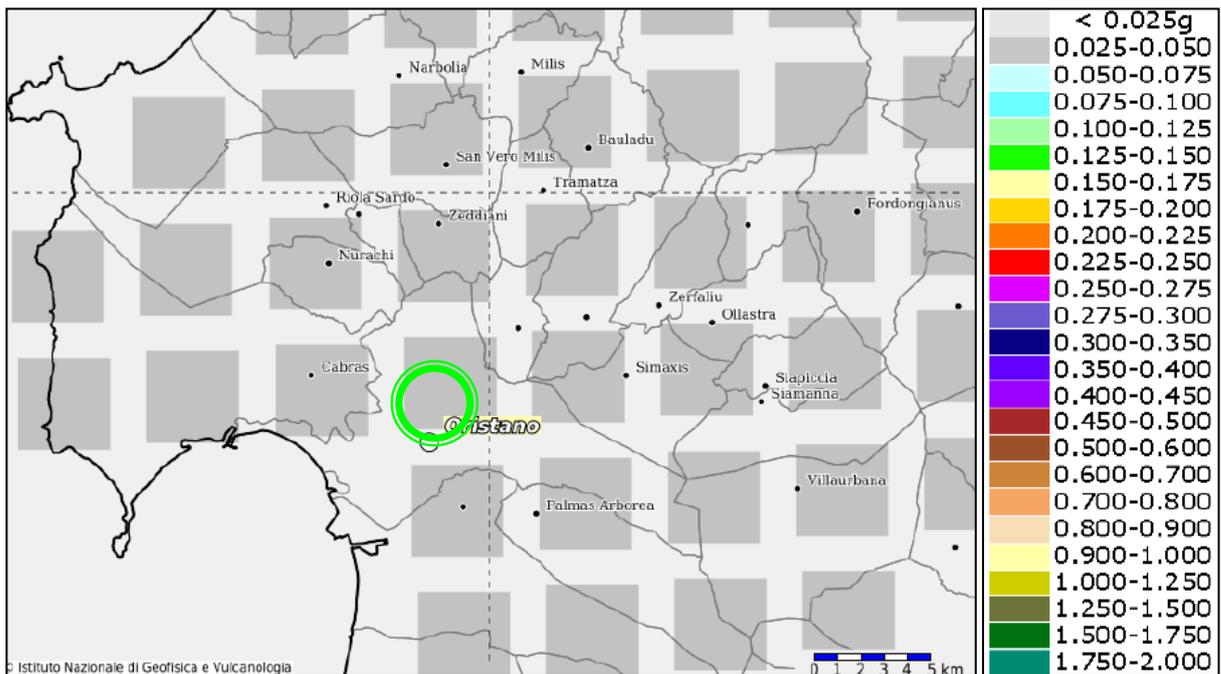
L'entrata in vigore delle NTC 2008 ha reso obbligatoria, anche per le zone a bassa sismicità come la Sardegna, la stima della pericolosità sismica basata su una griglia, estesa per tutto il territorio nazionale, di 10751 punti, in cui vengono forniti per ogni nodo situato ai vertici dei ogni maglia elementare,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

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <br><b>ORISTANO</b> | <br><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 COMPATIBILITA' IDRAULICA INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DEI LAVORI DI COMPLETAMENTO CIRCONVALLAZIONE OVEST- LOTTO2 – COLLEGAMENTO NORD”</b><br><b>CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51</b> |
|--|---|---|--|

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.

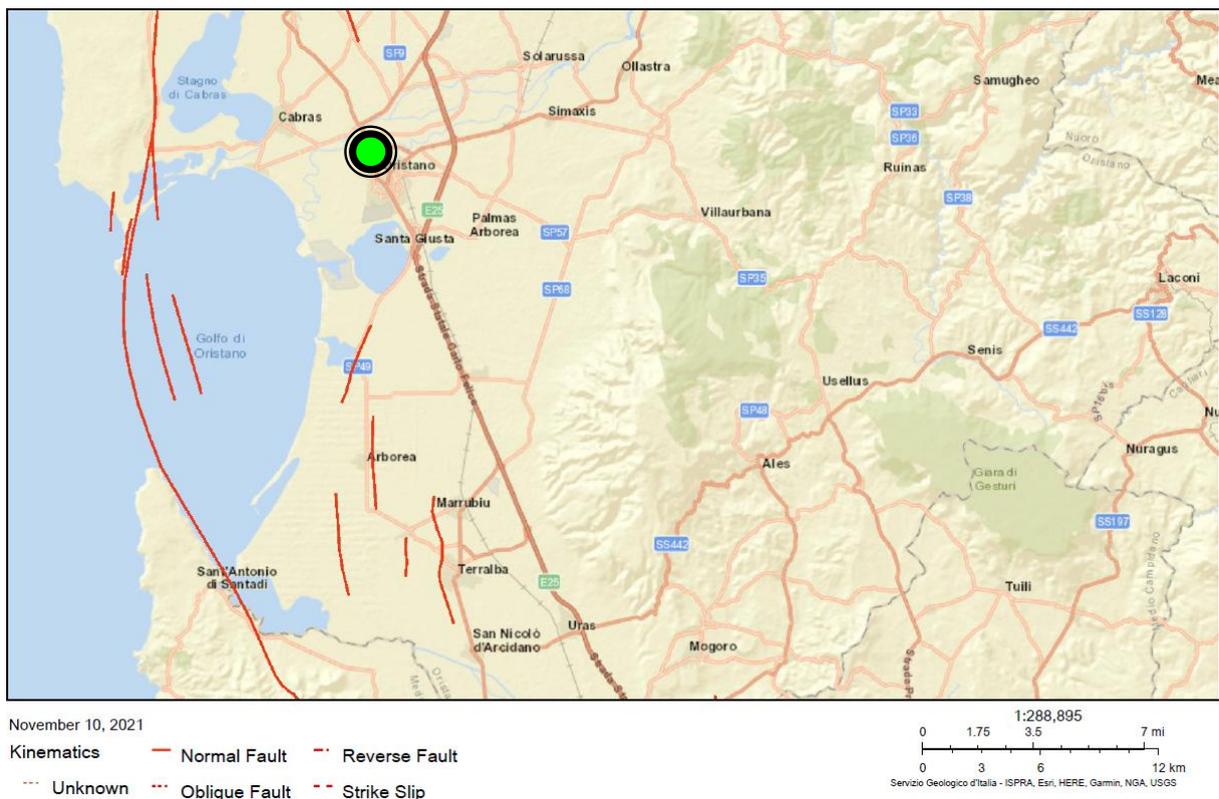
Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.D.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6.

## 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

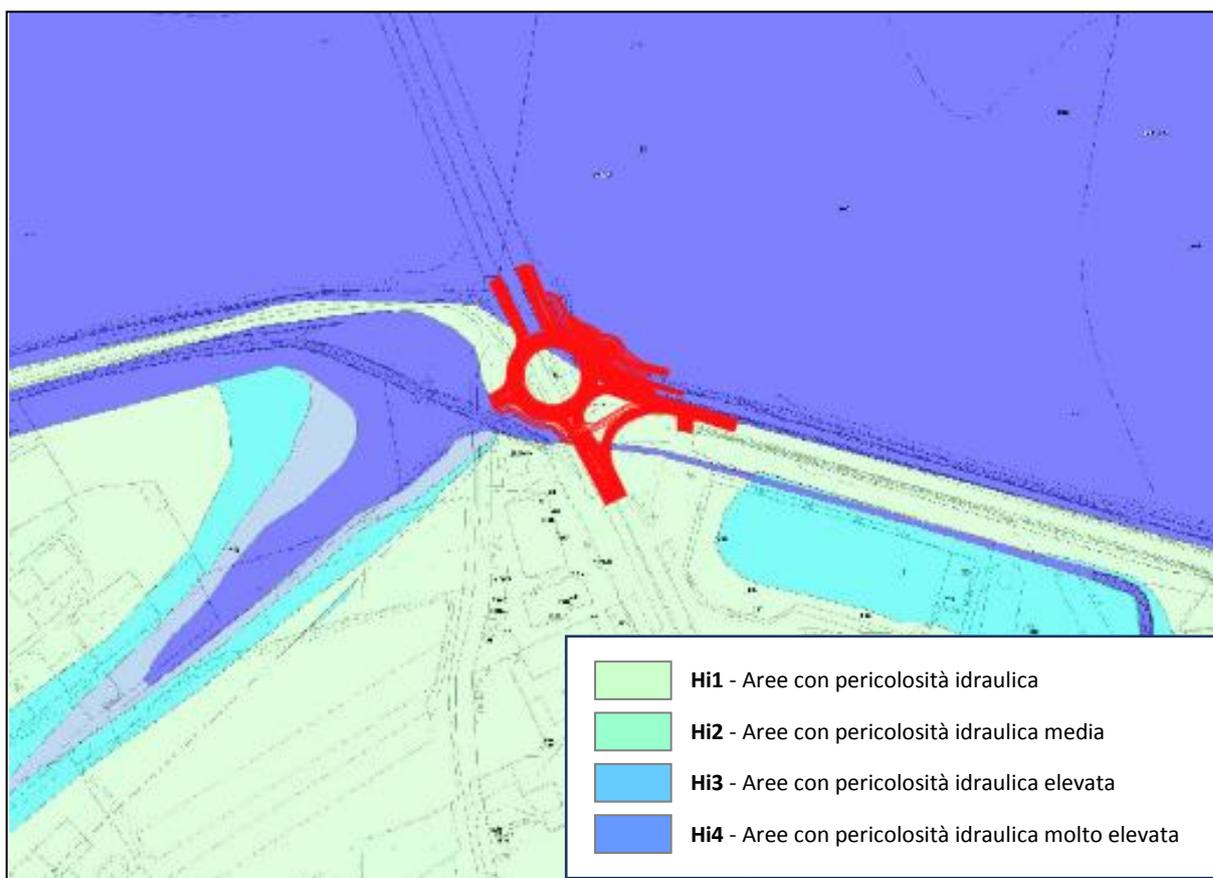
Già in condizioni di naturalità dei luoghi, il settore in studio è risultato esente da problematiche legate a dissesto per franosità in quanto non sottoposto all'influenza diretta delle dinamiche morfogenetiche connesse con la presenza dei rilievi al contorno perché troppo distanti.

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. PROGRAMMA SOMMARIO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

### 5.1. Premessa

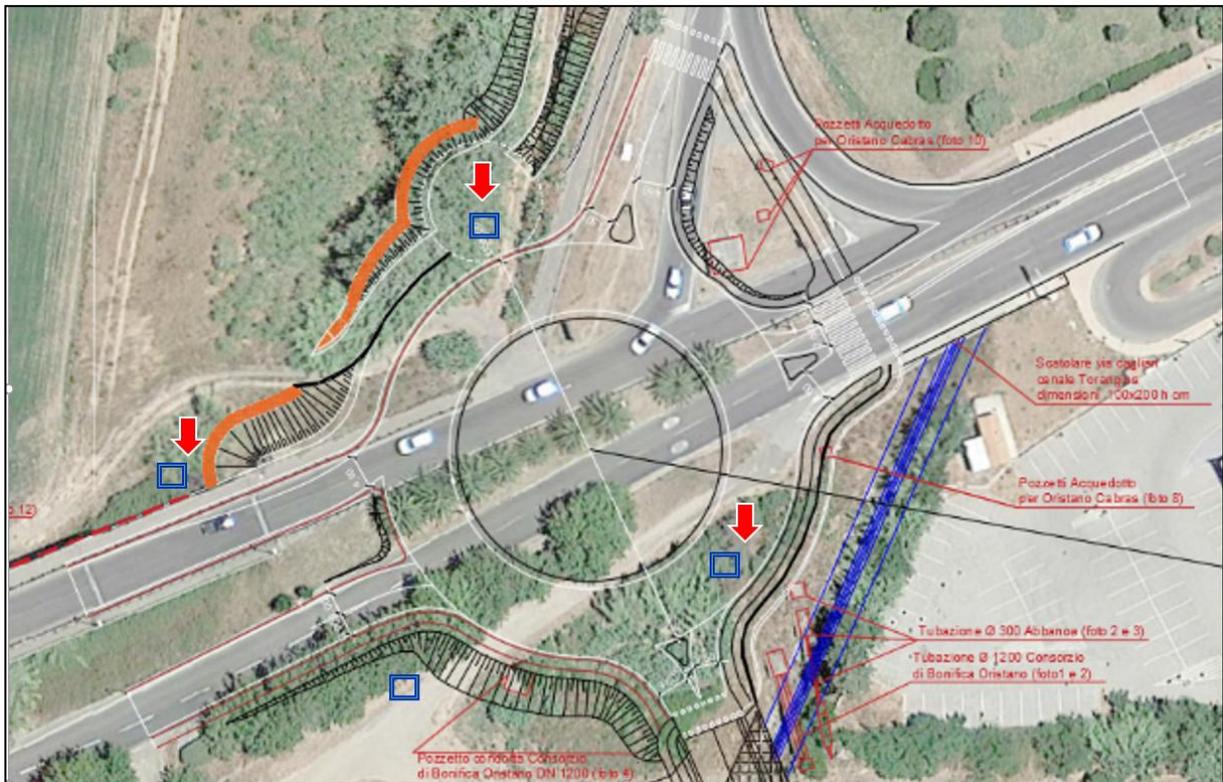
Per supportare adeguatamente la successiva progettazione definitiva ed esecutiva, si ritiene necessario prevedere una specifica campagna di indagini geognostiche, atte a chiarire gli aspetti litostratigrafici ancora indefiniti e le incertezze sulle caratteristiche litotecniche del sottosuolo per valutare 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 pozzetti geognostici a mezzo escavatore meccanico da approfondire di 2,00 m dal p.c.
- ⇒ n. 3 classificazioni delle terre secondo norma CNR-UNI 11531-1 (Granulometria + Limiti di Atterberg)
- ⇒ n. 3 prove C.B.R.
- ⇒ n. 3 prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPSH

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 5.1**.



**FIGURA 5.1** – Prevista ubicazione delle indagini geognostiche e geotecniche.

## 5.2. Preventivo di spesa particolareggiato

Orientativamente i costi relativi all'esecuzione della campagna di indagini geognostiche, geologiche e geotecniche, è il seguente:

|  |                   |
|--|-------------------|
| – trasferimento mezzo escavatore gommato dal deposito al cantiere in A/R entro 50 km, x €/km 2,00 x 80 km ... ..   | € 160,00          |
| – esecuzione pozzetti geognostici a mezzo escavatore meccanico gommato, x n. 4 pozzetti da 4 m <sup>3</sup> /cad x totali 16 m <sup>3</sup> x € 37,20/ m <sup>3</sup> ... ..   | € 595,20          |
| – assistenza da parte di tecnico abilitato per l'organizzazione del cantiere, la supervisione dei saggi e delle prove, per la compilazione dei dati di campo ed il trasferimento in apposito report, x ore 8 + 15 x € 56,81/h ... .. | € 1.306,63        |
| – classificazione terre (Granulometria + Limiti di Atterberg + IG), n. 3 x € 109,51 /cad. ... ..   | € 328,53          |
| – prove C.B.R. , n. 3 x € 150,00 /cad. ... ..  | € 450,00          |
| – approntamento e trasporto attrezzatura per prove penetrometriche DPSH, ... ..  | € 743,17          |
| – posizionamento, spostamento e riposizionamento attrezzatura per prove penetrometriche, n. 3 x € 182,97 /cad. ... ..  | € 365,94          |
| – esecuzione prova penetrometrica dinamica continua DPSH, n. 2 x m/cad. 3 x € 22.63/m ... ..   | € 135,78          |
| <b>TOTALE AL NETTO DI CASSA E IVA ... ..</b>   | <b>€ 4.085,25</b> |

### 1) Codice regionale SAR18 PF.0001.0002.0003

Scavo di sbancamento in materie di qualsiasi natura, asciutte o bagnate, anche in presenza d'acqua, per l'apertura o l'ampliamento di sede stradale e relativo cassonetto, per l'eventuale bonifica del piano di posa della fondazione stradale in trincea, per gradonature, per opere di difesa o di presidio e per l'impianto di opere d'arte; per l'apertura della sede di impianto dei fabbricati; esclusa la demolizione di massicciate stradali esistenti; compreso il carico su automezzo ma escluso il trasporto a rilevato e il trasporto a rifiuto delle materie di scavo eccedenti. Compreso: la regolarizzazione delle scarpate e dei cigli e gli oneri per: disboscamento, taglio di alberi e cespugli, estirpazione di ceppaie, rimozione di siepi. In rocce dure con resistenza allo schiacciamento superiore a 120 kg/cm<sup>2</sup>, eseguito senza uso di mine.

**Prezzo a metro cubo € 37,20**

### 2) Codice regionale SAR18 PF.0001.0002.0009

Formazione di rilevato di qualsiasi tipo con materie provenienti da scavi o da cave da eseguirsi a strati non superiori a 40 cm, con particolare scelta delle terre provenienti da scavi escludendo quelle inidonee, compresa la stesa del materiale, l'accurata sagomatura delle scarpate, la formazione e profilatura del cassonetto, degli arginelli e delle banchine, le necessarie ricariche, esclusa la compattazione e il rivestimento delle scarpate. Da valutarsi a metro cubo effettivo dopo il costipamento.

**Prezzo a metro cubo € 2,29**

**3) Codice regionale SAR18 PF.0001.0002.0010**

Costipamento meccanico dei rilevati o dei rinterri fino a raggiungere una densità massima pari al 90% della massima AASHO modificata per il corpo del rilevato e al 95% per gli strati superficiali, con una portanza caratterizzata in superficie da un modulo di deformazione non minore di Kg/cm<sup>2</sup> (da N/cm<sup>2</sup>)500, compreso l'innaffiamento o l'essiccamento del materiale a seconda dell'umidità naturale in esso contenuta, fino a ottenere l'umidità ottimale, compreso anche la ripresa e l'allontanamento del materiale pietroso le cui dimensioni ostacolassero il lavoro dei mezzi meccanici di costipamento

**Prezzo a metro cubo: € 0,95**

**4) Codice regionale SAR18 PF.0002.0001.0071**

Analisi granulometrica completa su campioni indisturbati. Per vagliatura

**Prezzo a cadauno: € 43,35**

**5) Codice regionale SAR18 PF.0002.0001.0073**

Determinazione dei limiti di Atterberg e indice di plasticità

**Prezzo a cadauno: € 37,54**

**6) Codice regionale SAR18 PF.0002.0001.0074**

Determinazione del limite liquido per almeno tre punti

**Prezzo a cadauno: € 20,55**

**7) Codice regionale SAR18 PF.0002.0001.0079**

Calcolo degli indici e classificazione di una terra secondo la normativa UNI 10006 o U.S.C.S. Per ogni valutazione

**Prezzo a cadauno: € 8,07**

**ANAS IG.01.045** Prova C.B.R.

Prezzo a cadauno: € 150,00

**8) ANAS IG.01.045**

Prova C.B.R.

**Prezzo a cadauno: € 150,00**



Direzione Ingegneria e Verifiche  
 LISTINO PREZZI 2020  
 PM-IG-MA.2020 - Rev.0  
 Prove, Indagini e Monitoraggio

**LISTINO PREZZI 2020**

**IG - PROVE MATERIALI E INDAGINI GEOGNOSTICHE**

| CODICE    | DESCRIZIONE   | U.M. | PREZZO | MAN. % | A. |
|-----------|---|------|--------|--------|----|
| IG.01.045 | DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI PORTANZA CBR<br>(N°5 provini escluso il costipamento)<br>Norme di riferimento:<br>UNI EN 13286-47<br>CNR-UNI 10009. | cad  | 150,00 |        |    |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <br><b>ORISTANO</b> | <br><b>R.A.S</b> | <br><b>FSC</b><br>Fondo per lo Sviluppo<br>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”<br>CUP H17H19000210002 CIG 82599137D51 |
|--|---|---|---|

**9) Codice regionale SAR18 PF.0002.0001.0043**

IMPIANTO DI CANTIERE PER PROVA PENETROMETRICA DINAMICA, compreso l'approntamento in deposito delle attrezzature, degli accessori, dei ricambi e dei consumi, compreso il carico su automezzo, lo scarico in cantiere, il montaggio, lo smontaggio a lavori ultimati, il carico su automezzo e lo scarico in deposito; compreso il trasporto dal deposito al cantiere di lavoro, compreso il ritorno a vuoto; o trasporto delle stesse da cantiere a deposito, compresa l'andata a vuoto; compreso il trasferimento del personale; da valutarsi per ciascun trasporto in AR: a corpo

**Prezzo a corpo € 743,17**

**10) Codice regionale SAR18 PF.0002.0001.0044**

INSTALLAZIONE DI ATTREZZATURA PER PROVA PENETROMETRICA in ciascuna postazione di prova, su aree pianeggianti accessibili ai normali mezzi di trasporto, compreso l'onere del trasporto da una postazione alla successiva, il carico e lo scarico, il tracciamento e la picchettazione

**Prezzo cad./ € 182,97**

**11) Codice regionale SAR18 PF.0002.0001.0046**

PROVA PENETROMETRICA CONTINUA eseguita con penetrometro dinamico standard "SCPT" valutata per metro lineare di profondità e per profondità fino al limite di resistenza del terreno; compresa la redazione e fornitura della planimetria generale con l'ubicazione delle postazioni di prova e del diagramma di ogni singola prova

**Prezzo al m € 22,63**

## 7. CONCLUSIONI

Dagli elementi esaminati, l'assetto litostratigrafico del settore territoriale che ospiterà la rotatoria stradale in progetto vede l'esclusiva presenza di terreni recenti (olocenici) in facies alluvionale a granulometria prevalentemente fine -limoso-argillosi e subordinatamente sabbiosi [b2], localmente ricoperti da suoli e/o terre di riporto eterogenee.

Lo spessore della coltre alluvionale olocenica [b2] 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 scadenti caratteristiche di portanza.

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 scala pluridecimetrica (circa 50÷80 cm) dello strato corticale su cui realizzare la sovrastruttura e la posa di geotessili con funzione anticappillare.

Dal punto di vista idrogeologico la falda freatica è presente nei luoghi ad una profondità dell'ordine di 1,50÷2,00 m dal p.c. soggetta ad eventuali escursioni positive tali da non escludere il raggiungimento dell'attuale piano di campagna.

Fermi restando gli opportuni accertamenti nella successiva fase progettuale, non sono 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: settembre 2021

IL GEOLOGO:

*Dott. Mauro Pompei*

