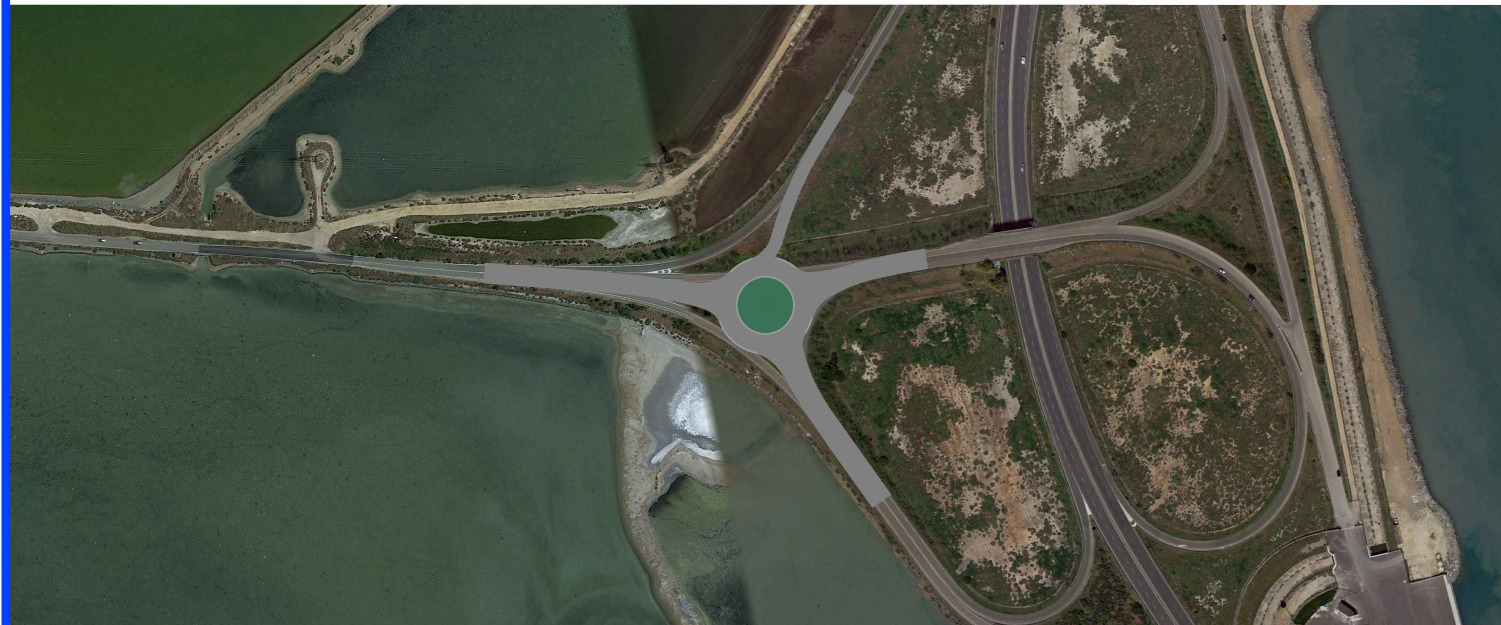


Autorità di Sistema Portuale
del Mare di Sardegna



Consorzio Industriale Provinciale
Cagliari



**REALIZZAZIONE DELLA ROTATORIA DI COMPLETAMENTO DELLA
VIABILITÀ DI RACCORDO DELLA BANCHINA POLIFUNZIONALE DEL
PORTO CANALE DI CAGLIARI CON LA S.S. 195 E LA S.P. 92
CUP B21B22001310005**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO

A 1

Progettazione
UFFICIO TECNICO CACIP

Progettista
Ing. Vasco Ciuti

Collaboratori:
Ing. Matteo Bordignon
Ing. Franco Serra
Geom. Ezechiele Mameli
Geom. Luigi Dessi

Coord. Sicurezza
in fase di progettazione
Ing. Matteo Bordignon

Data

OTTOBRE 2020

Agg. REV. 01

LUGLIO 2022

Agg. REV. 02

GENNAIO 2023

Committente

AUTORITA' DEL SISTEMA PORTUALE DEL MARE DI SARDEGNA
Molo Dogana, 09123 - CAGLIARI

R.U.P.

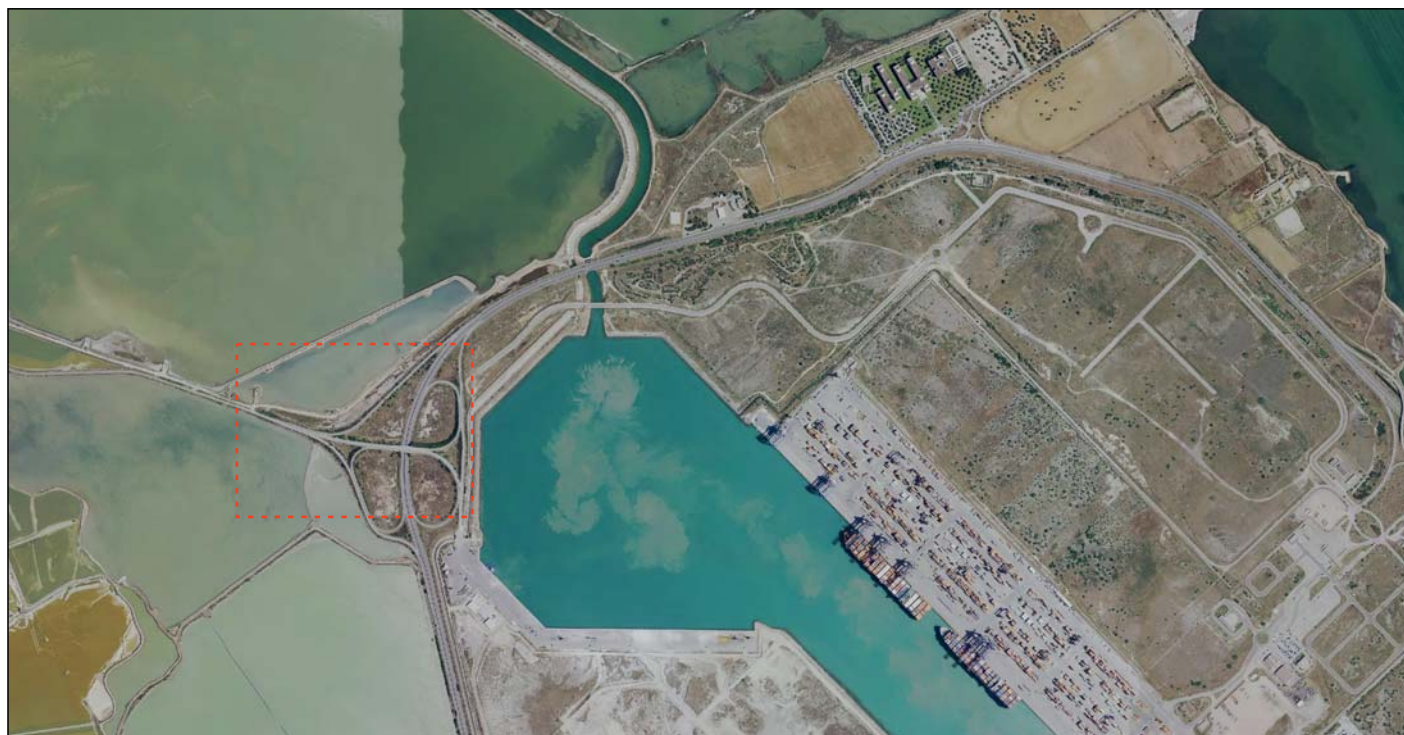
Ing. Alessandro BOGGIO



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE DI SARDEGNA

**REALIZZAZIONE DELLA ROTATORIA DI COMPLETAMENTO DELLA VIABILITÀ DI
RACCORDO DELLA BANCHINA POLIFUNZIONALE DEL PORTO CANALE DI CAGLIARI
CON LA S.S. 195 E LA S.P. 92.
CUP B21B22001310005 – CIG Z49376C4E6**

RELAZIONE GEOLOGICA



IL GEOLOGO



DOTT. GEOL. ALESSIO SODDE

Via L. Ariosto 9
08040 Ilbono (Nu)
Tel. 3881851787
alessiosodde81@gmail.com

IL COMMITTENTE

AUTORITÀ DEL SISTEMA PORTUALE DEL MARE DI SARDEGNA

Molo Dogana, 09123 Cagliari

IL RUP

ING. ALESSANDRO BOGGIO

Revisioni		
Data	Numero	Descrizione
23.12.2022	00	Prima emissione



INDICE

1	PREMESSA	1
1.1	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'INTERVENTO	2
1.2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	7
2	CONTESTO GEOLOGICO GENERALE	9
2.1	ASSETTO MORFOLOGICO ED IDROGRAFICO	11
2.2	TETTONICA E PERICOLOSITÀ SISMICA	14
3	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA	15
3.1	SISMICITÀ STORICA DELLA SARDEGNA	17
3.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	21
3.3	CATEGORIA TOPOGRAFICA	22
4	INDAGINE GEOGNOSTICA	23
5	RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	30
	CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME GEOLOGICO	30
6	IDROGEOLOGIA	37
7	RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA	37
8	CONCLUSIONI	38

APPENDICE 1 – SCHEDE SONDAGGIO E SCHEDE POZZETTI



1 PREMESSA

L'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna ha conferito al sottoscritto Dott. Geol. Alessio Sodde⁽¹⁾ l'incarico per il coordinamento e la direzione lavori delle indagini geognostiche e la stesura della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica, di supporto al progetto relativo alla *“Realizzazione della rotatoria di completamento della viabilità di raccordo della banchina polifunzionale del Porto canale di Cagliari con la S.S. 195 e la S.P. 9.”*

Nello specifico, gli studi e le indagini condotte mirano alla ricostruzione del modello geologico-geotecnico del sito di interesse al fine di supportare le scelte progettuali più adeguate in relazione allo specifico intervento.

Per il raggiungimento dei suddetti obiettivi nel mese di Novembre 2022 è stata condotta una campagna geognostica investigativa esplicatasi nell'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo, pozzetti geognostici, prove in situ e prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio per la definizione dei parametri geotecnici, oltre ad una prova sismica mediante tecnica MASW ai fini della ricostruzione della categoria del sottosuolo ai sensi delle NTC 2018.

La presente Relazione Geologica, che segue i dettami e le Raccomandazioni per la redazione della “Relazione Geologica” ai sensi delle Norme Tecniche, predisposte dal Consiglio Nazionale dei Geologi, illustra le modalità di esecuzione delle indagini geognostiche ed i risultati ottenuti.

⁽¹⁾ Decreto di aggiudicazione del Presidente n. 281 del 09.08.2022



1.1 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'INTERVENTO

L'area di intervento si trova lungo la viabilità di collegamento tra la zona industriale Macchiareddu (Strada Ex Contivecchi) ad ovest, la Strada Statale n.195 e la banchina polifunzionale del Porto Canale di Cagliari ad ovest.

Tale areale è ricompreso nelle seguenti tavole cartografiche:

- ⇒ Carta topografica I.G.M.I. in scala 1:25.000 n° 557-III "Cagliari";
- ⇒ Carta topografica C.T.R. in scala 1:10.000 n° 557130 "Macchiareddu".

Le coordinate geografiche e quelle chilometriche Gauss Boaga che identificano l'area di intervento risultano:

- 39°13'9.99"N - 9° 3'8.70"E
- 1.504.549 E - 4.341.125 N



Figura 1.1 - Inquadramento dell'intervento su foto aerea e immagine tratte da Google Earth

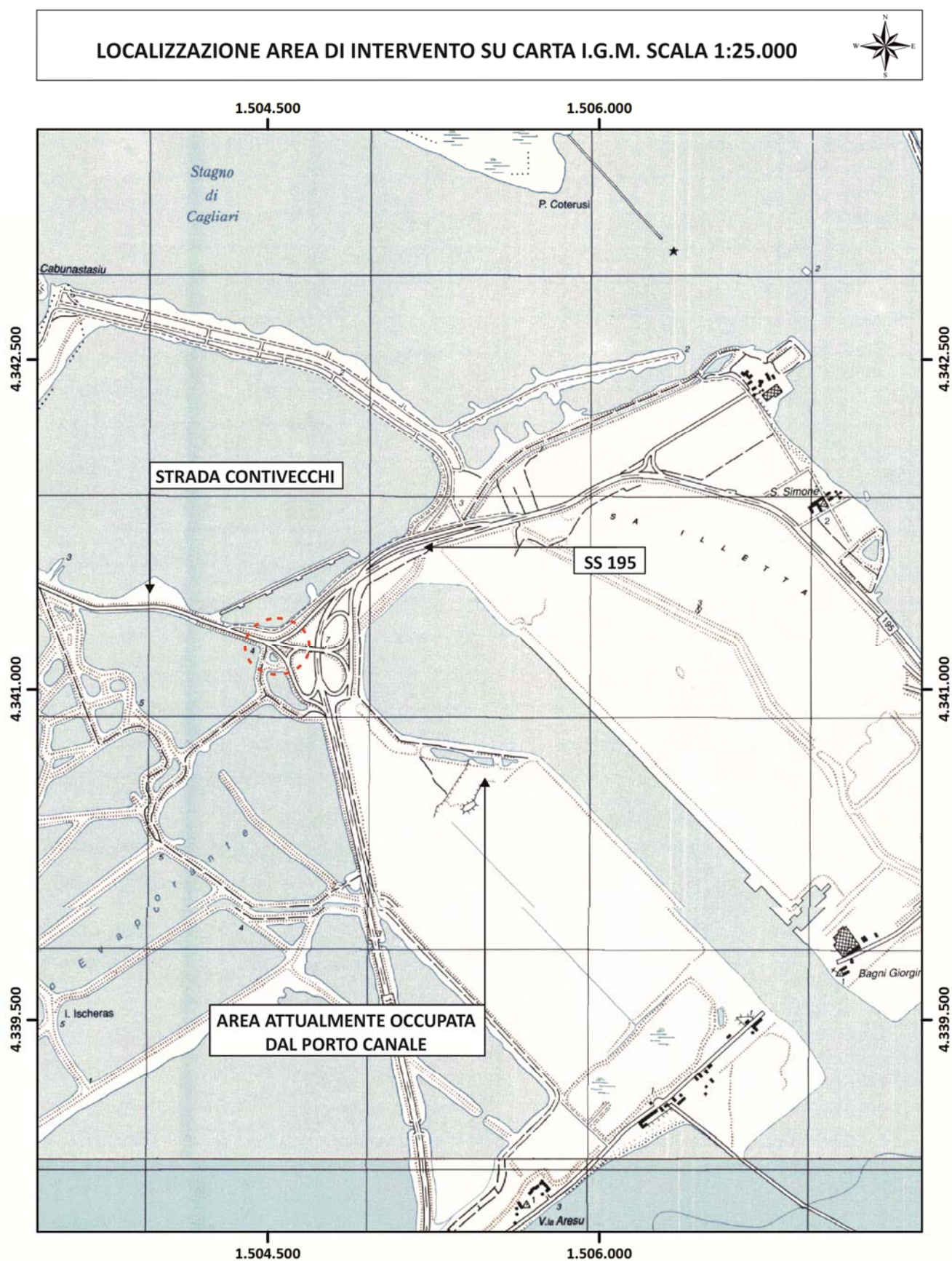


Figura 1.2 - Inquadramento topografico dell'area di intervento (TRATTEGGIO ROSSO) su carta IGM (scala 1:25.000)



**LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO SU NUOVA CTR (GDB 2020 10 K)
FOGLIO 557130 MACCHAIREDU**

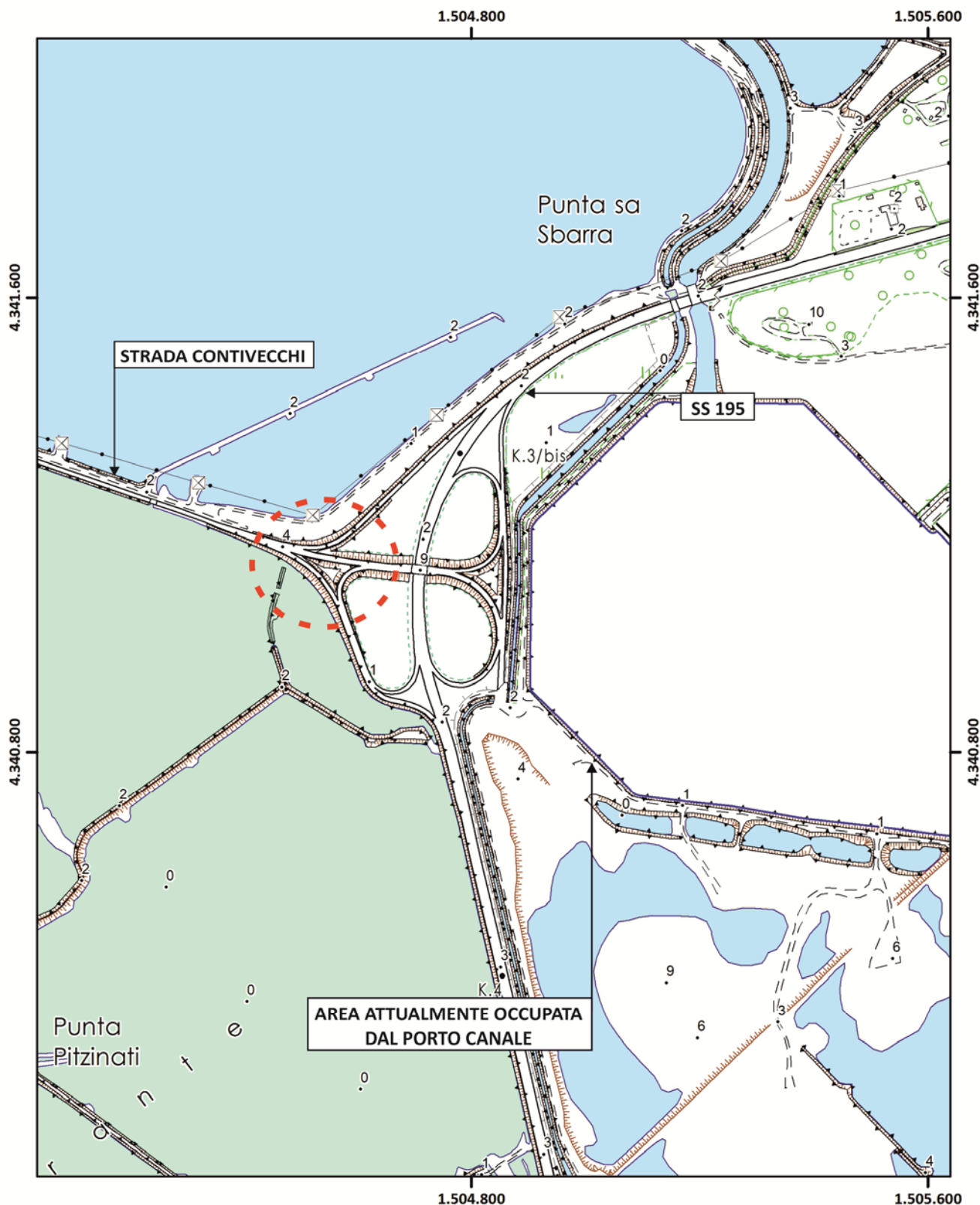


Figura 1.3 - Inquadramento topografico dell'area di intervento su GDB2020



LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO SU FOTO AEREA ANNO 2019



Figura 1.4 - Inquadramento dell'area di intervento su foto aerea anno 2019



**LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO SU OMBREGGIATURA DEL RILEVO
TRATTA DAL LIDAR CON PASSO 1 m**

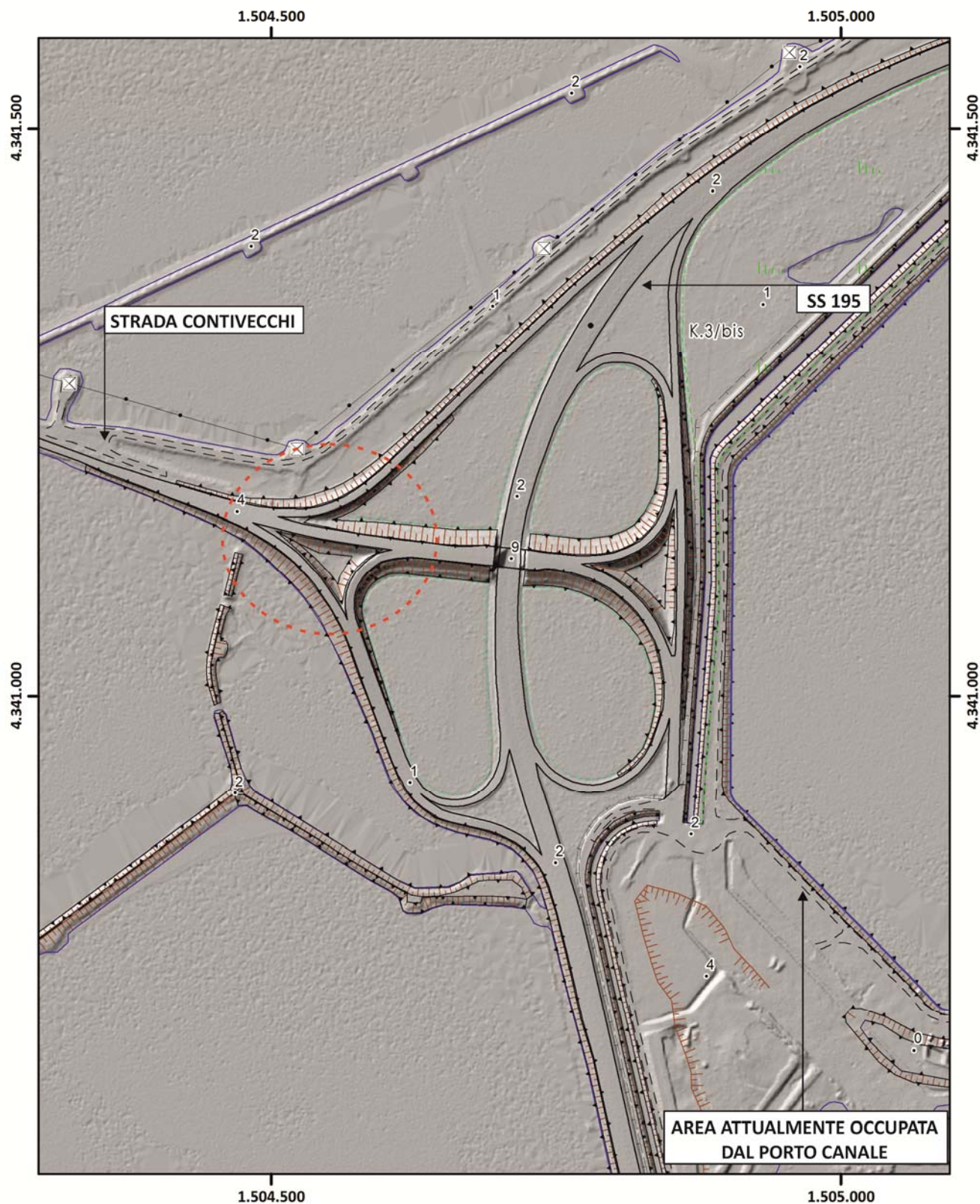


Figura 1.5 - Inquadramento di intervento su ombreggiatura del rilievo, elaborata su base lidar



1.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Riprendendo quanto riportato nella Relazione Tecnica, *l'intervento in progetto prevede la realizzazione di una **rotatoria** nell'attuale svincolo gestito dall'Anas che consente le seguenti direzioni:*

- *bretella di accesso SS.195 – strada Ex Contivecchi;*
- *bretella di uscita da strada Ex Contivecchi – SS.195 direzione Pula;*
- *Rampa principale viadotto sulla SS195;*

Come si evince, data l'assenza del quarto petalo del quadrifoglio, è impossibilitato il collegamento tra il molo di ponente verso la direzione di Pula - Capoterra. Pertanto tenuto conto del traffico pesante e di quello straordinario che ipoteticamente potrà essere veicolato sulla rotonda, si è progettata la stessa con un raggio esterno di 27 metri lineari, raggio interno di 17 metri lineari e larghezza della carreggiata di 11 metri lineari di cui 8 metri di corsia e banchine che sia in destra che sinistra di metri 1,50 ciascuna.

Sulla rotatoria si innestano:

- **Raccordo 1** in entrata ed in uscita, questo raccordo è formato da un tratto di raccordo esistente che consentirà l'ingresso dei veicoli verso Macchiareddu e l'uscita dei veicoli verso Cagliari/Pula/Porto.
- **Raccordo 2** entrata, anche questo sfrutta un tratto di collegamento con la SS 195 esistente direzione verso Macchiareddu;
- **Raccordo 3** in entrata ed in uscita, che consente il collegamento verso il porto e/o Cagliari;
- **Raccordo 4** in entrata e uscita, che consentirà il collegamento in uscita verso Pula e SS195 e l'ingresso verso Macchiareddu/Porto/Cagliari.

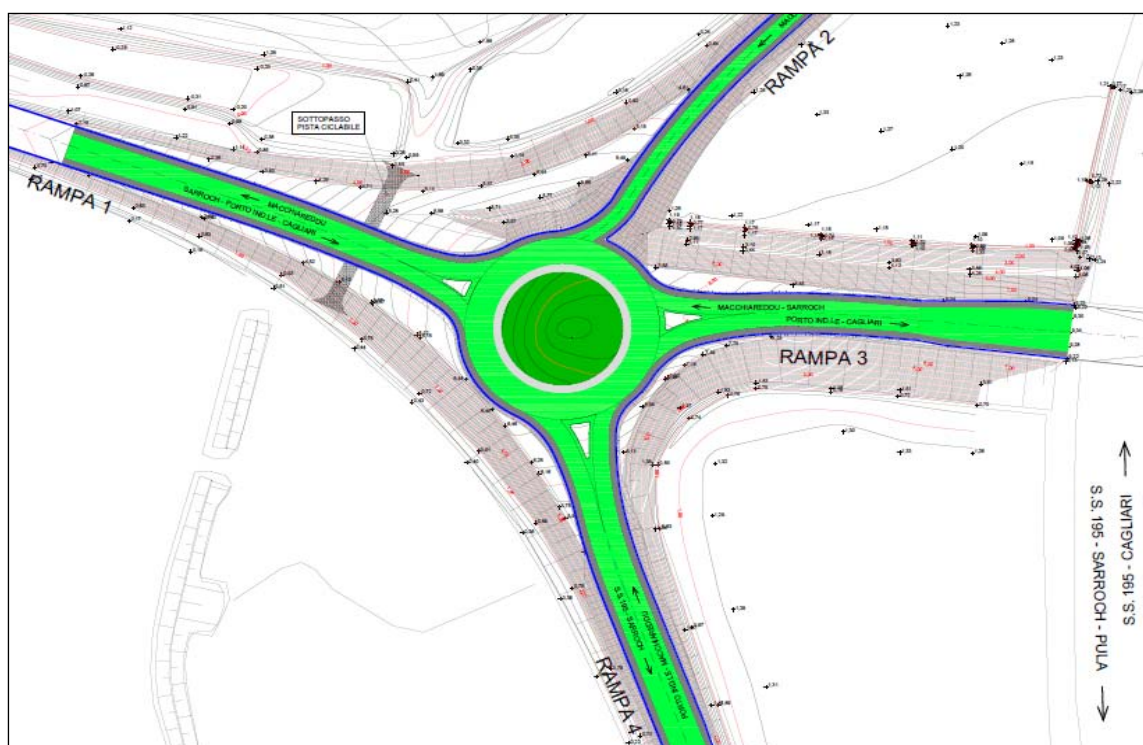


Figura 1.6 - Stato di progetto estratto dalla Tavola 4.2 del Progetto Definitivo

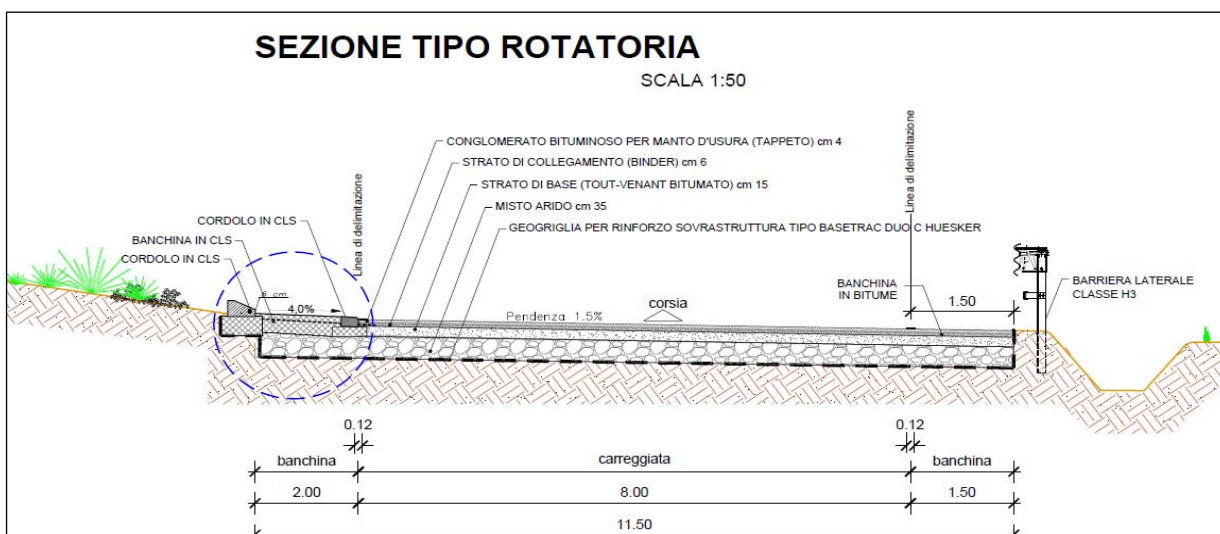


Figura 1.7 - Sezione tipo della rotatoria tratta dalla Tavola 5 del Progetto Definitivo

Oltre alla rotatoria si prevede di realizzare un nuovo **sottopasso ciclabile** nel tratto RAMPA 1 - ingresso dei veicoli verso Macchiareddu e uscita dei veicoli verso Cagliari/Pula/Porto, delle dimensioni di 33.75 m con larghezza 4.00 m ed altezza 3.07 m.

Questo scatolare verrà realizzato con un muro di sostegno prefabbricato in c.a. vibrato serie MEDIA, dotato di marcatura "CE" ai sensi del D.M. 17/01/2018, costituito da un pannello verticale, oppure inclinato (max 15%), realizzato in calcestruzzo di classe di resistenza C35/45 MPa e acciaio B450C.

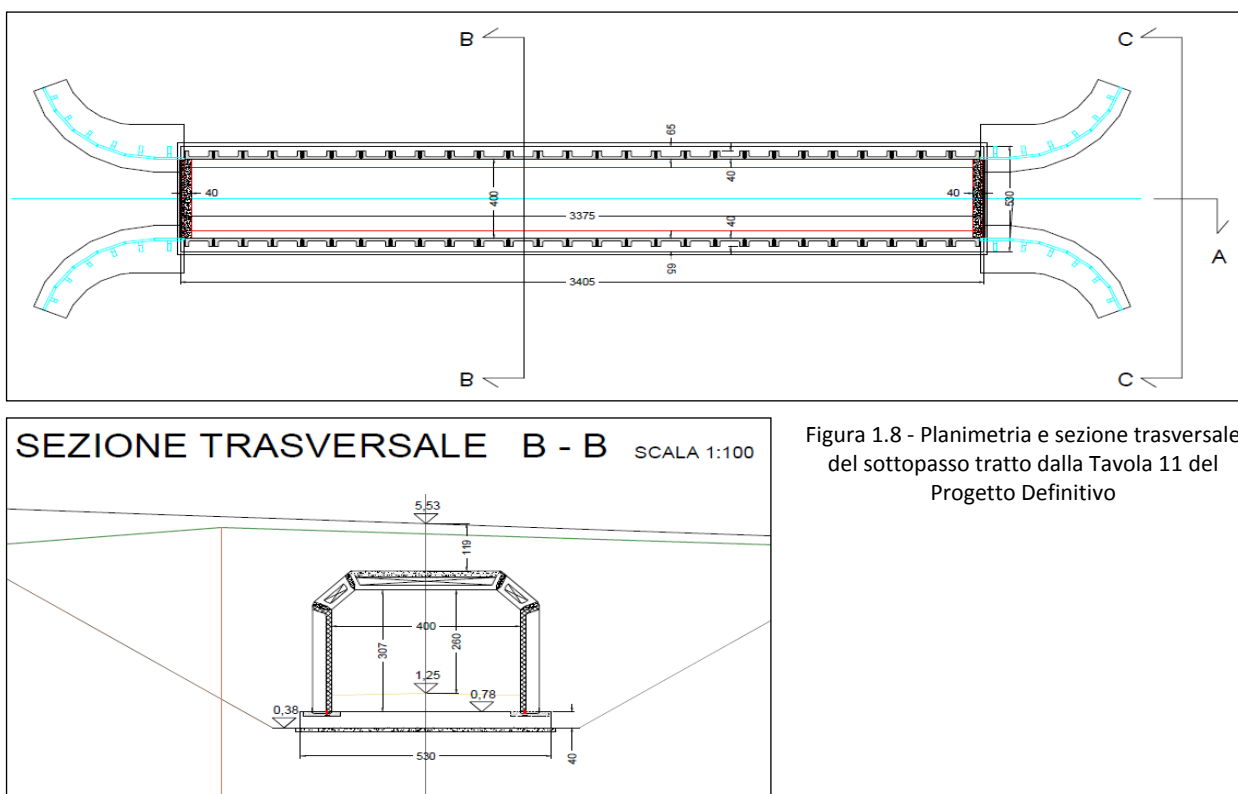


Figura 1.8 - Planimetria e sezione trasversale del sottopasso tratto dalla Tavola 11 del Progetto Definitivo



2 CONTESTO GEOLOGICO GENERALE

Il settore territoriale si colloca nell'ambito della zona lagunare occupata dalla Laguna di Santa Gilla e dai bacini di evaporazione delle Saline di Contivecchi, a ridosso della più vasta pianura alluvionale di Uta-Assemini-Cagliari, situata nella porzione sud-occidentale della *fossa tettonica del Campidano* (Graben del Campidano - Sardegna meridionale). Detta piana è delimitata ad est dalla successione sedimentaria oligo-miocenica del Campidano-Sulcis, mentre ad ovest è marcata dai rilievi paleozoici del Massiccio di Capoterra ed infine a sud dal Golfo di Cagliari e dal Mar Mediterraneo.

La formazione della pianura costiero-alluvionale è il risultato di processi di deposizione in ambiente alluvionale e deltizio verificatisi a partire dal Pliocene medio-superiore e fino all'Olocene Recente, caratterizzati dalla messa in posto nella porzione centrale di un potente complesso alluvionale ciottoloso-ghiaioso di spessore puridecametrico, ossidato e terrazzato e con frequenti intercalazioni di episodi deposizionali più fini, legati ai momenti di stasi fluviale. Spostandosi nelle zone peristagnali, e stagnali i sedimenti presenti diventano prima prevalentemente sabbiosi e limosi e successivamente limosi ed argillosi.

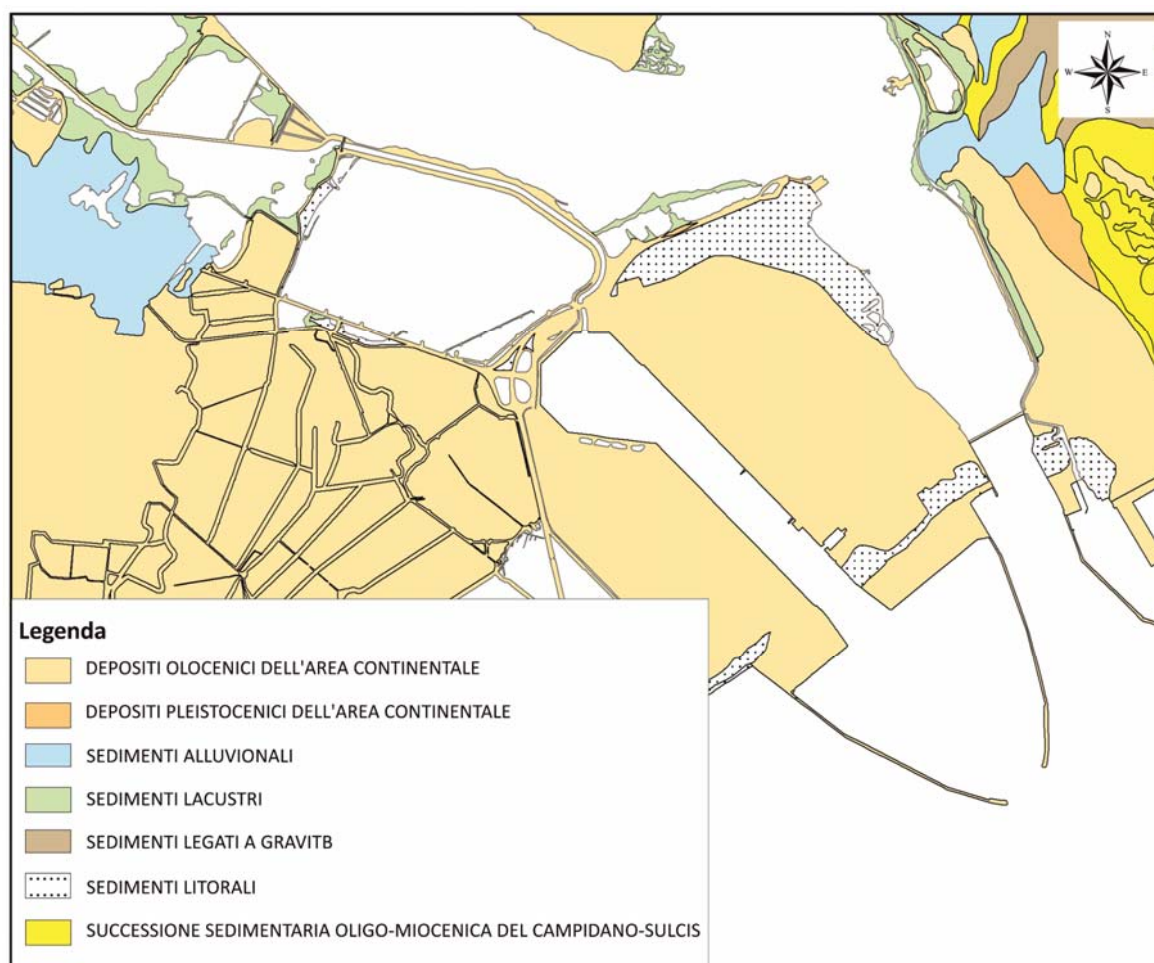


Figura 2.1 - Inquadramento geologico generale tratto dal progetto CARG (scala 1:50.000)



Focalizzando l'attenzione sull'area in studio, come direttamente visibile dalla Cartografia estratta dal CARG in scala 1:10.000 il settore di intervento si caratterizza per la notevole presenza di depositi antropici riconducibili a manufatti antropici (infrastrutture stradali, saline e vasca di salificazione), di sedimenti alluvionali e lacustri e depositi di spiaggia antichi.

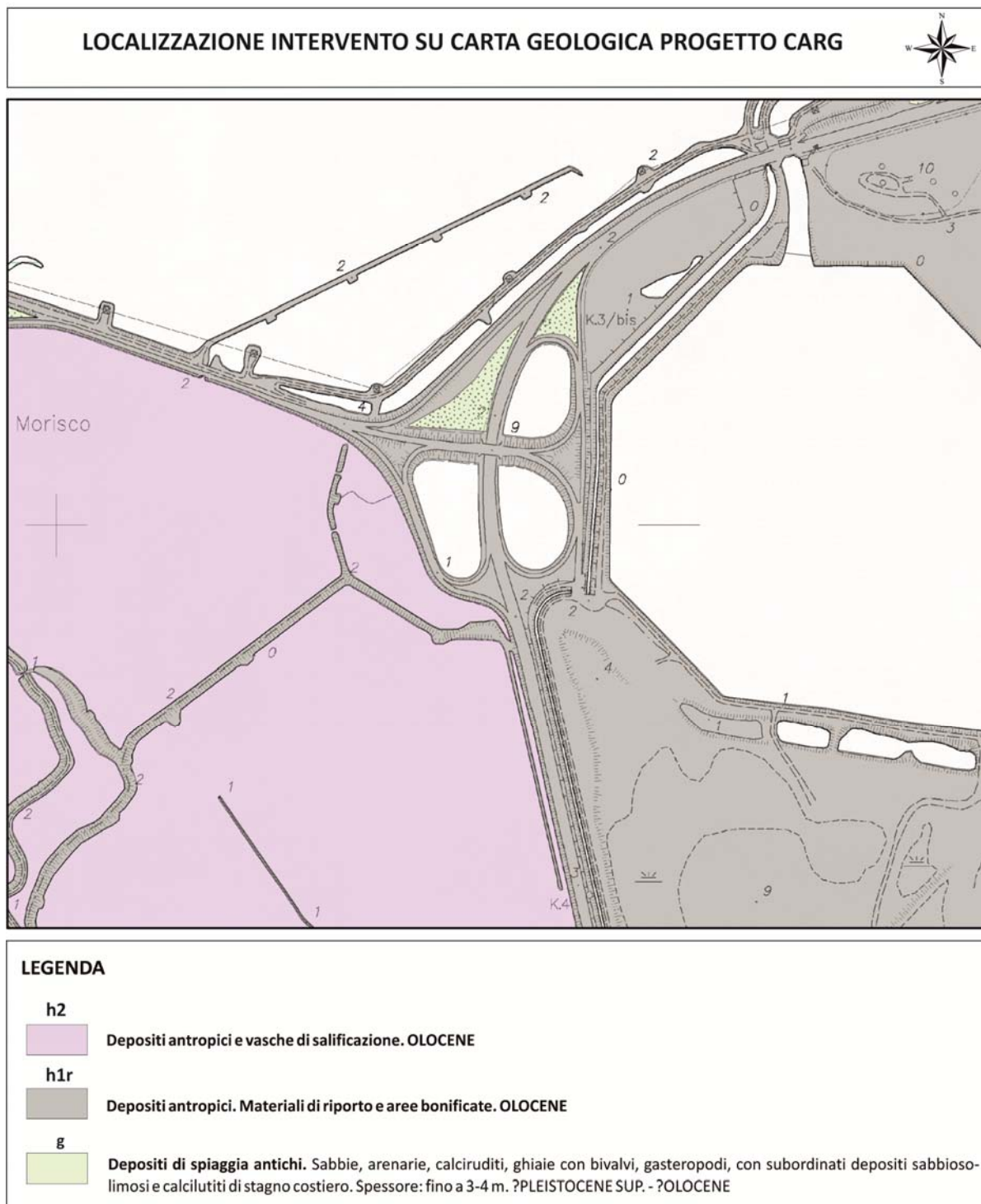


Figura 2.2 - Stralcio Carta Geologica tratta dal CARG con localizzazione dell'area di intervento

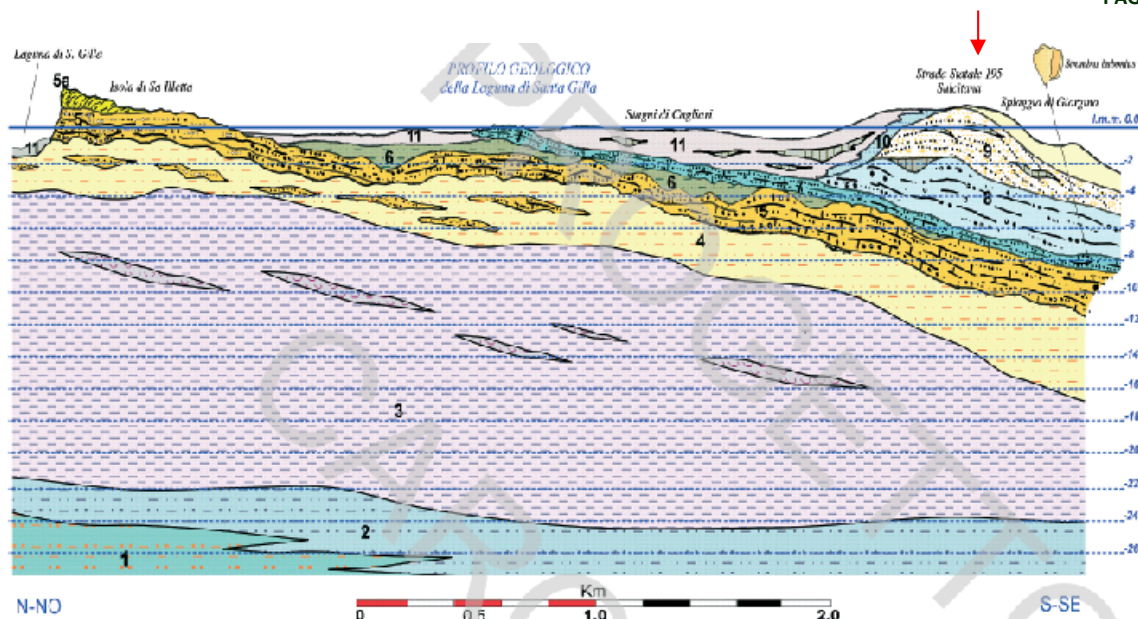


Fig. 47 - Profilo geologico della Laguna di S. Gilla, realizzato lungo la banchina principale del nuovo Porto Terminal Mediterraneo. **Legenda:** 1) alluvioni sabbiose (Pleistocene medio); 2) limi sabbiosi grigio-verdastri (Pleistocene medio); 3) limi argillosi e argille limose deliziose a ostrie (Pleistocene medio); 4) limi sabbiosi ocra a burrows con lenti calcarenitiche (Pleistocene superiore); 5) arenarie e conglomerati litorali fossiliferi a *Synobolus bubonius* (Pleistocene superiore 5e); 5a) arenarie litorali a *Cladocora coespitosa* (Pleistocene superiore, 5e); 6) limi quarzosi grigi fuvio-deltizi a torbe (Pleistocene superiore-Olocene); 7) arenarie litorali a *Cardium*-fine del ciclo trasgressivo versiliiano e beach-rock di sekka perilagunari (Olocene); 8) ghiaie sabbiose litorali-cordone litorale iardo versiliiano (Olocene); 9) ghiaie sabbiose di spiaggia con livelli torbosi a *Posidonia oceanica* (Olocene-Attuale); 10) deposito bioclastico, di spiaggia peri-lagunare (Olocene-Attuale); 11) limi e limi sabbiosi nerastri lagunari (Olocene-Attuale); 12) sabbie di spiaggia (Olocene-Attuale).

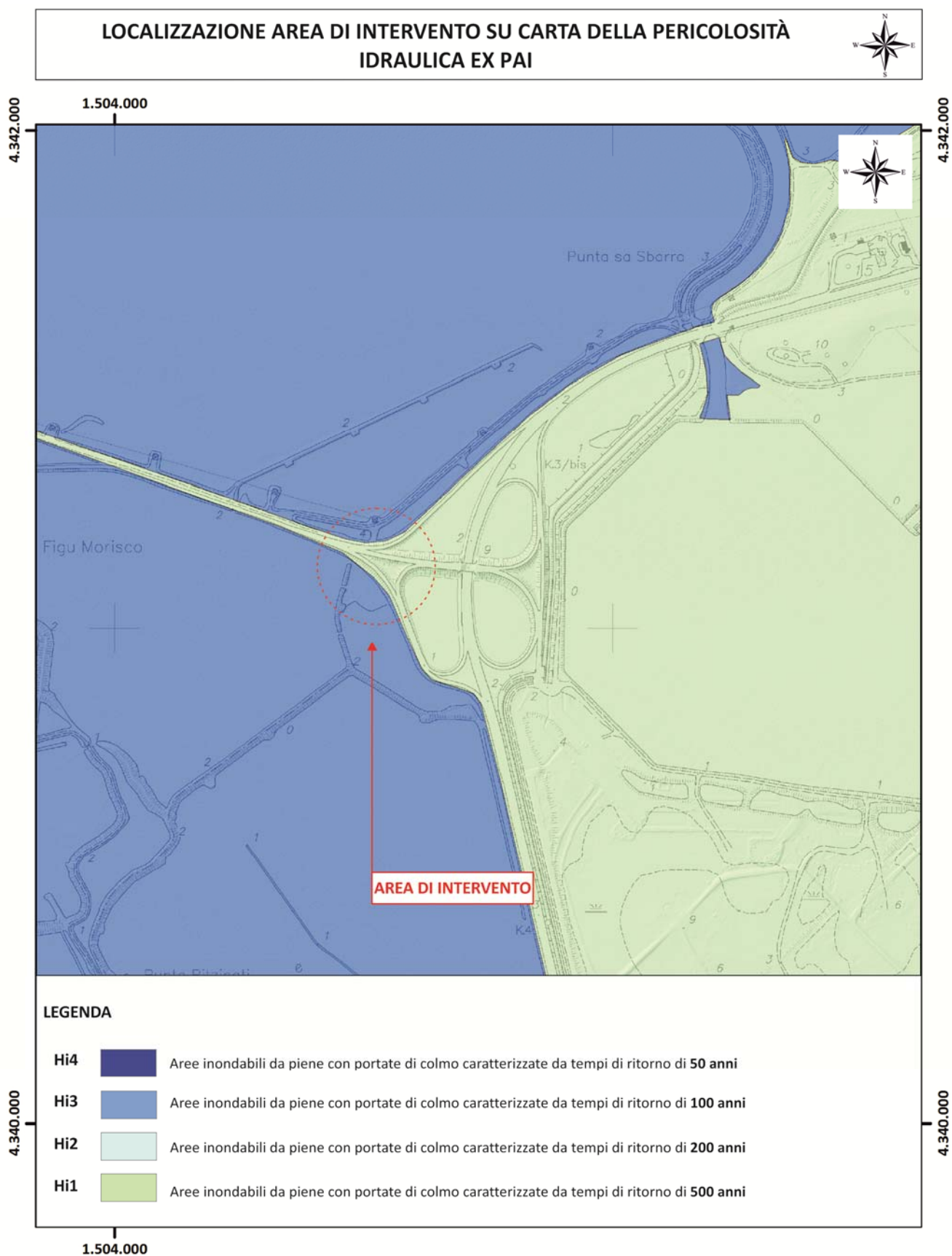
Figura 2.3 - Profilo geologico passante per l'area di intervento tratto dalla Carta Geologica tratta CARG

2.1 ASSETTO MORFOLOGICO ED IDROGRAFICO

L'area oggetto di intervento si colloca nell'ambito della Laguna di Santa Gilla settore in gran parte trasformato da interventi antropici che hanno previsto la realizzazione di importanti opere e manufatti antropici, come le infrastrutture stradali, i bacini di evaporazione delle Saline di Contivecchi, e più recentemente del Porto Canale.

Come osservabile nelle foto aeree storiche e nella carta IGM VS (Figura 2.4), lo svincolo è sorto all'interno dello stagno, nella propaggine occidentale di una piccola isoletta "Isola Dei Is Fraris" che si collegava ad ovest all'Isola de Sa Figu Morisca a sua volta collegata all'area di Macchiarreddu e ad est alla maggiore isola di Sa Iletta, sulla quale ancora oggi si sviluppa la SS 195.

L'area dello stagno era separata dal mare, e lo è ancora ancorché ampiamente trasformata, attraverso un cordone di spiaggia che si sviluppava senza soluzione di continuità dalla costa di Capoterra passando per Giurgino e fino alla città di Cagliari, dove lo stesso era interrotto dallo sbocco a mare dello stagno.





2.2 TETTONICA E PERICOLOSTÀ SISMICA

Come precedentemente ricostruito, il sito di interesse risulta inserito in una zona depressa nota nella letteratura scientifica come *Graben del Campidano*, messa in posto nel corso dell'ultima fase distensiva verificatasi nel Pliocene sup. – Pleistocene nel corso dell'apertura del bacino sud tirrenico. Durante tale fase vennero riattivate le strutture tettoniche formate nell'Oligo-Miocene a seguito della formazione della fossa sarda (Rift Sardo): trattasi di faglie di importanza regionale, attualmente non più attive, che delimitano i bordi della piana del Campidano e risultano orientate prevalentemente in direzione N-S e NNW-SSE, talora dislocate da lineazioni secondarie disposte NE-SW ed E-W.

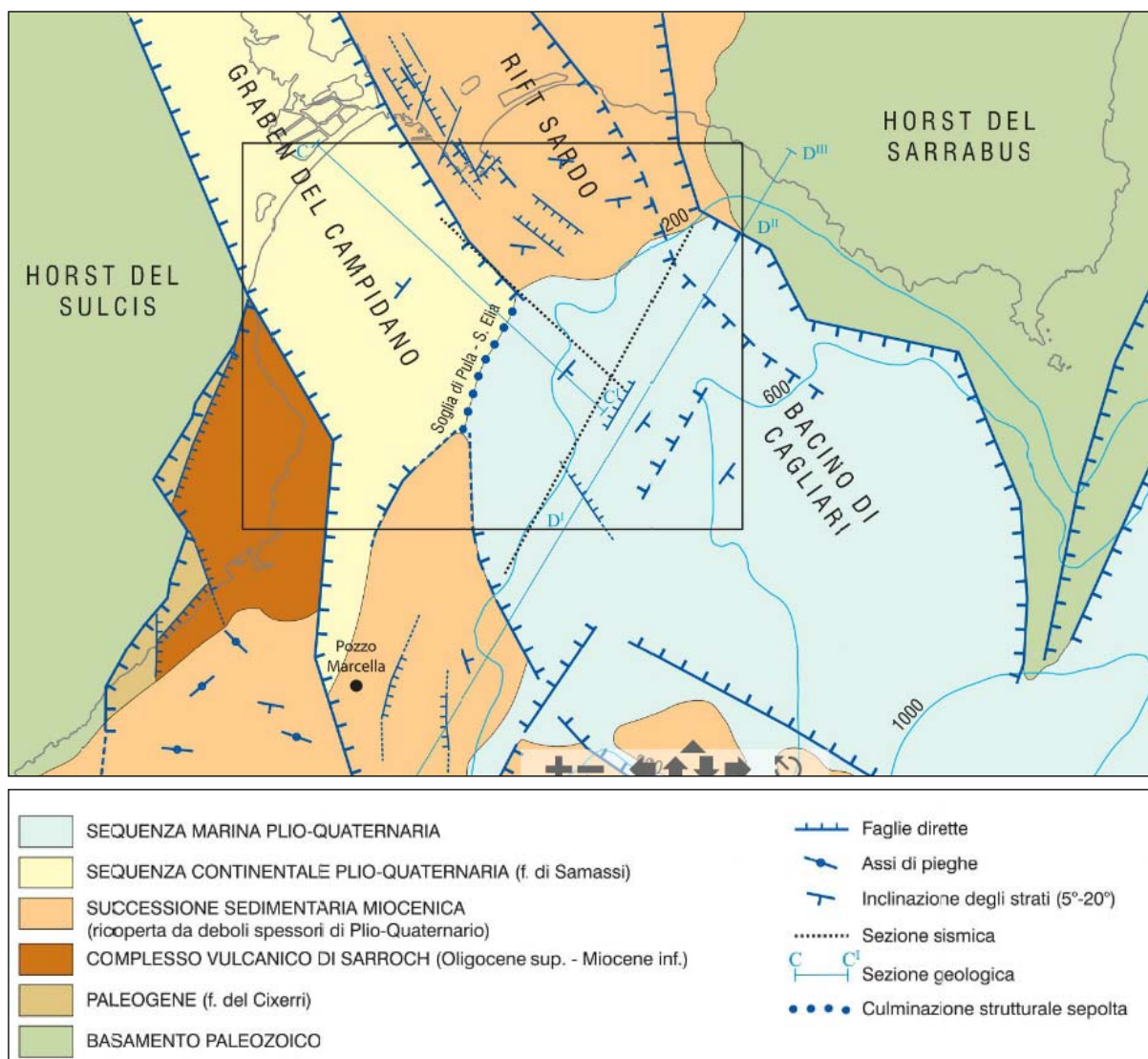


Figura 2.6 - Schema tettonico del settore in studio (stralcio dal Note Illustrative della Carta Geologica di Italia – Foglio 565 Capoterra)



3 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità, allegato ALL'OPCM n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche:

Nella cartografia di **pericolosità sismica**, la Sardegna è compresa all'interno della **Zona sismica 4** - "**molto bassa**" con un valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni $< 0,05 g$.

Per quanto, anche la vulnerabilità degli edifici e delle infrastrutture, ovvero la possibilità che esse possano essere danneggiate da un terremoto risulta molto basso.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	
1	$a_g > 0.25$	E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	In questa zona possono verificarsi forti terremoti
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari
4	$a_g \leq 0.05$	E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

Tabella 3.1 – Zona sismiche e valori di accelerazione

Nel 2008 e nel 2018 sono state aggiornate le **Norme Tecniche per le Costruzioni** in cui per ogni luogo del territorio nazionale l'azione sismica da considerare nella progettazione si basa sulla stima di pericolosità opportunamente corretta per tenere conto delle effettive caratteristiche del suolo a livello locale.

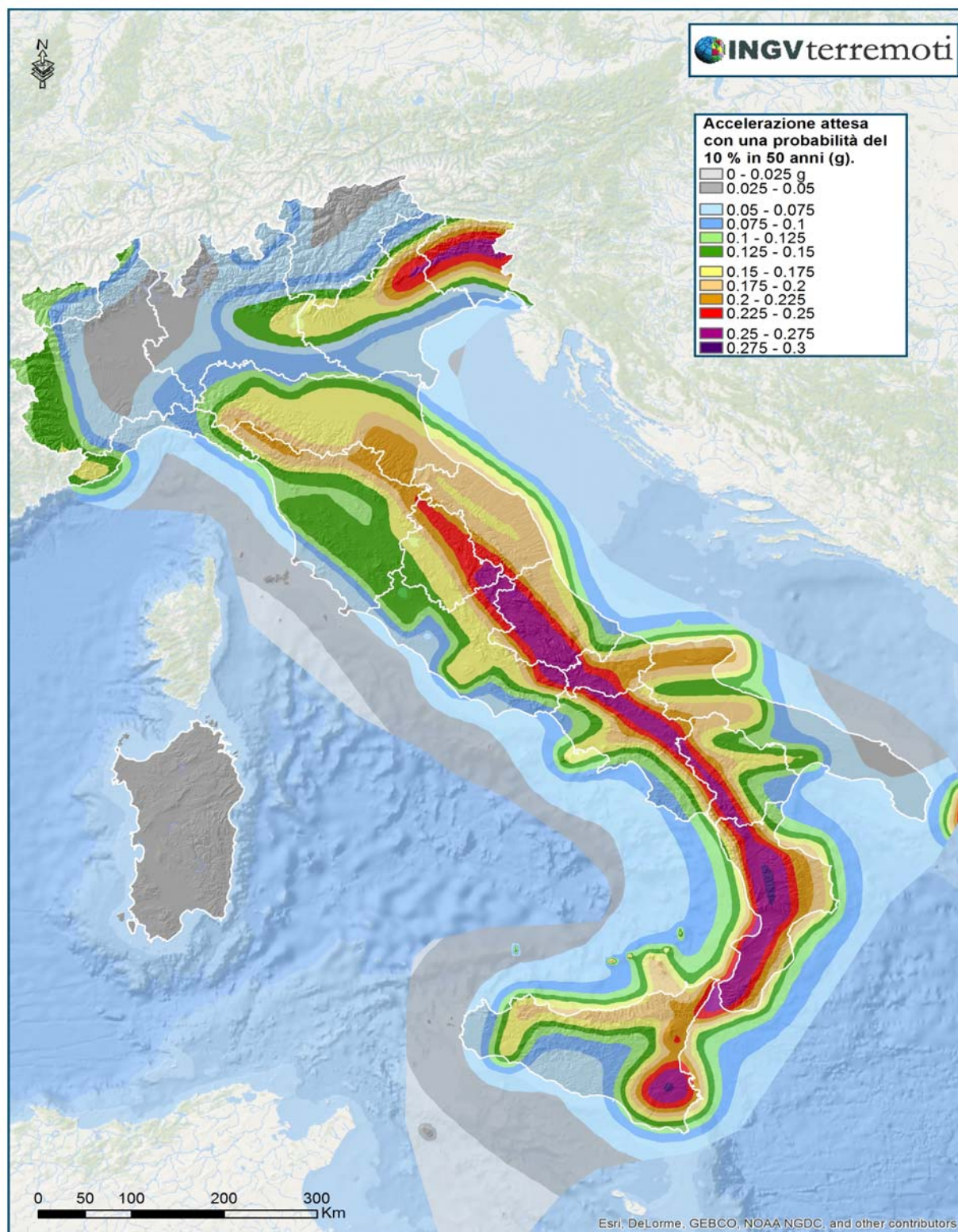


Figura 3.1 - Mappa di pericolosità sismica



3.1 SISMICITÀ STORICA DELLA SARDEGNA

La sismicità storica è stata ricostruita sulla base della consultazione dei seguenti database fruibili online dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV):

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

Come visibile dalla Figura 3.2, sono pochi i terremoti registrati in Sardegna a partire da quattrocento anni fa fino ai giorni nostri.

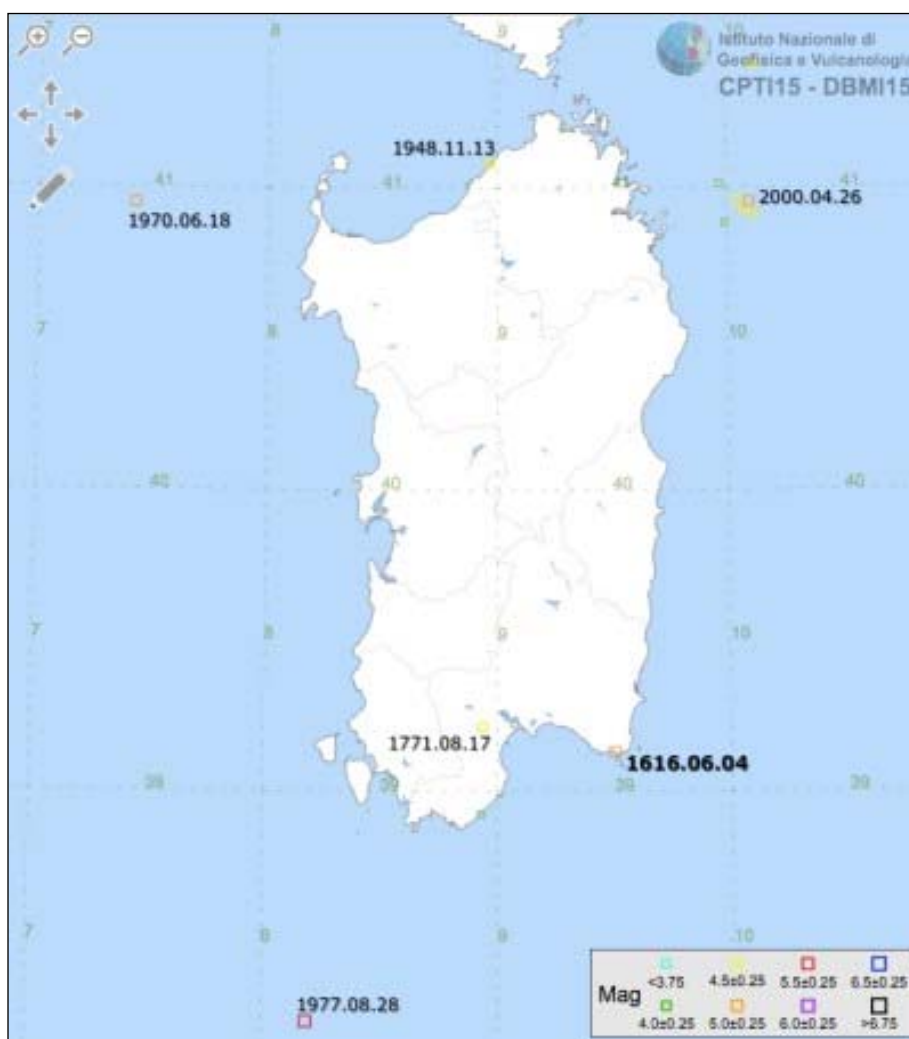
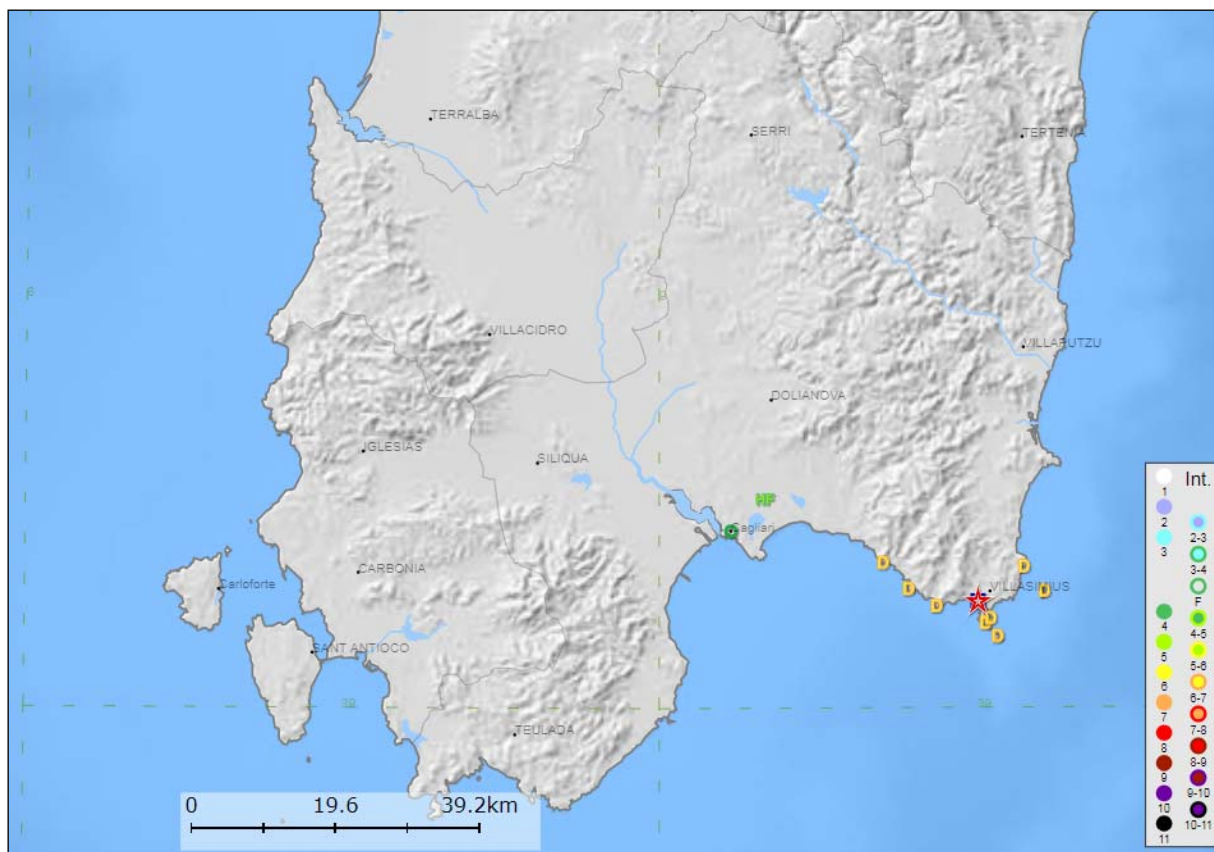


Figura 3.2 - Mappa di pericolosità sismica



In particolare il sisma di cui si ha informazione è quello relativo al 4 giugno 1616 di cui si ha testimonianza attraverso la scritta riportata su una parete della sagrestia della cattedrale di Cagliari. Questo terremoto fu sentito fino a Selargius e portò al danneggiamento di numerose torri a Villasimus, Castiadas, Sinnai, Maracalagonis e Quartu S. Elena.

**1616 giugno 04**
Sardegna meridionale

EqID 16160604_0000_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPT115	39.131	9.502	MM	6-7	4.91 ± 0.46		Mdm	
▣ Macro	39.131	9.502	bx0	6-7	4.91 ± 0.46		bxn	

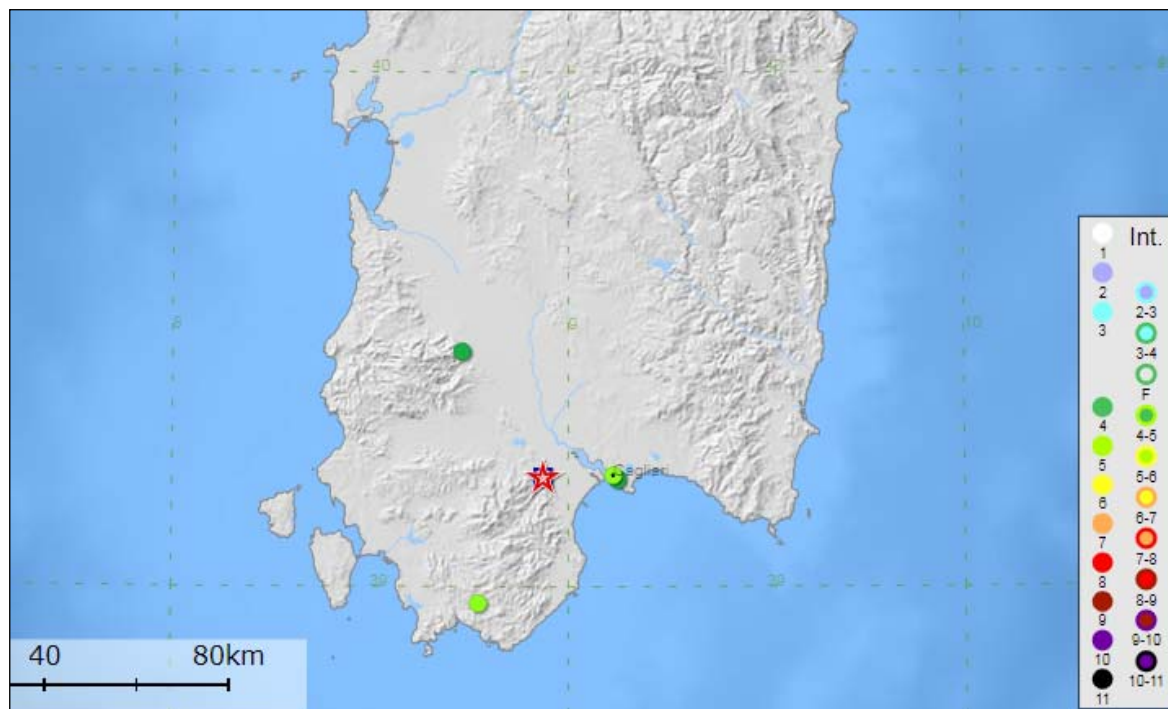
MDP set di CAMAL011b
NMDP 10 Imax D MCS[\[altre informazioni sul terremoto\]](#)

PlaceID	Località	Sc	Lat	Lon	Int
IT_72396	Capo Carbonara [faro]	IB	39.104	9.514	D
IT_72395	Isola dei Cavoli [faro]	IB	39.088	9.533	D
IT_72401	Torre di Cala Pira	IB	39.173	9.575	D
IT_72402	Torre di Cala Regina	IB	39.178	9.353	D
IT_72398	Torre di Capo Boi	IB	39.125	9.437	D
IT_72397	Torre di Porto Giunco	IB	39.110	9.522	D
IT_72400	Torre di S.Luigi (Is. Serpen.)	IB	39.143	9.607	D
IT_72399	Torre di Su Fenugu	IB	39.146	9.393	D
IT_68964	Selargius		39.256	9.168	HF
IT_68640	Cagliari		39.217	9.113	F

Figura 3.3 - Terremoto del 4.06.1616 e registrazione dell'intensità nella Sardegna sud orientale



Sempre a Cagliari e nel Sud Sardegna, ma nel settore sud-orientale, viene segnalato il terremoto del 17.08.1771 di magnitudo 4.43, che venne avvertito fino a Villacidro.



1771 agosto 17 18 Sardegna meridionale

EqID 17710817_1800_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	39.213	8.936	MM	5	4.43 ± 0.60		Mdm	
▣ Macro	39.213	8.936	bx0	5	4.43 ± 0.60		bxn	

MDP set di CAMAL011b

[altre informazioni sul terremoto]

NMDP 7 Imax HF MCS

PlaceID	Località	Sc	Lat	Lon	Int
	Isola di San Pietro	TE			HF
IT_68640	Cagliari		39.217	9.113	5
IT_69007	Teulada		38.968	8.773	5
IT_72416	Convento di Bonaria	SS	39.209	9.125	4
IT_69031	Villacidro		39.457	8.732	4

Figura 3.4 – Terremoto 17-18.08.1771 e registrazione dell'intensità nella Sardegna sud occidentale



Altri terremoti registrati a Cagliari, il Catalogo Parametrico individua i seguenti eventi:

- 15 maggio 1897, un terremoto di magnitudo Mw 4.52 localizzato nel Tirreno meridionale ad una trentina di km da Palermo, viene avvertito a Cagliari con intensità 3;
- 26 aprile 2000 ore 13:37, due forti scosse (la maggiore di magnitudo Mw 4.8) localizzate nel Tirreno centrale, poche decine di km a est di Olbia sono avvertite in gran parte dell'isola suscitando spavento lungo la costa nord orientale, in particolare a Olbia e Posada. Detto sisma è stato invece avvertito nel settore meridionale dell'isola dove ha fatto registrare una intensità pari a 2 a Cagliari.

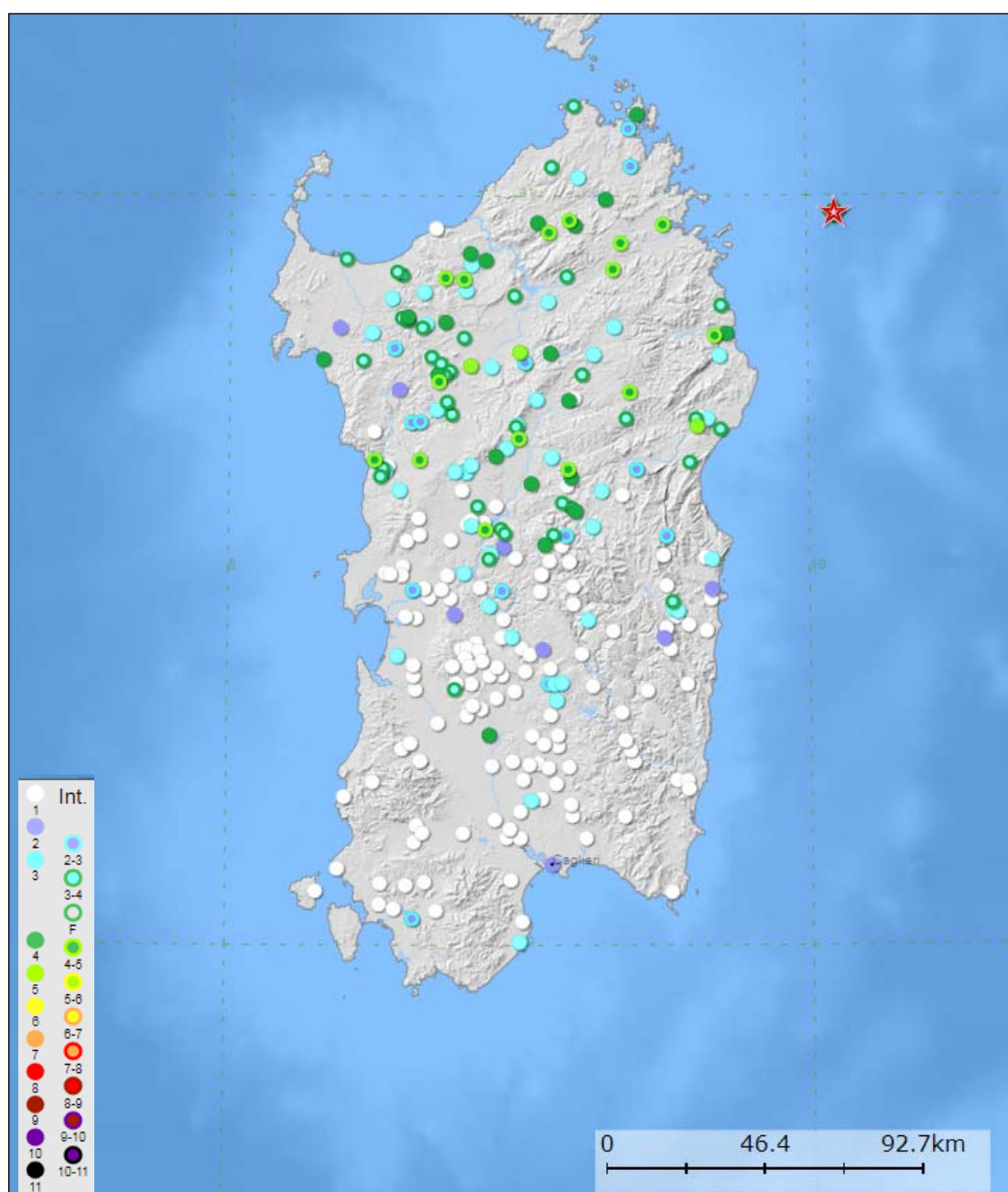


Figura 3.5 - Terremoto del 26.04.2000 e registrazione dell'intensità nel sud Sardegna e a Cagliari



3.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Le “Norme Tecniche per le Costruzioni” aggiornate con D.M. del 17.01.2018 definiscono le regole per progettare l’opera sia in zona sismica che in zona non sismica.

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l’influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale. A tal fine si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il “bedrock” attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio (V_s). L’approccio semplificato prevede una classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente

di propagazione delle onde di taglio (V_{seq} in m/s), definita dall’espressione:
$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{si}}} \text{ [m/s]}$$

h_i = spessore dello strato i-esimo (in m)

N = numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore h (strato) e dalla velocità delle onde S V_s (strato);

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m sommitali;

H = profondità del substrato definito come formazione rocciosa o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s.

Alla luce di quanto, ai fini della definizione delle azioni sismiche secondo le «Norme Tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni», un sito può essere classificato attraverso il valore delle V_{seq} con l’appartenenza alle differenti categorie sismiche rappresentate in Tabella 3.2.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3.2 – Categorie di sottosuolo



3.3 CATEGORIA TOPOGRAFICA

La morfologia superficiale riveste un'importanza determinante sull'amplificazione sismica di sito.

Secondo le Norme Tecniche in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.3 – Categorie topografiche NTC



4 INDAGINE GEOGNOSTICA

Con l'obiettivo di ricostruire il modello geologico e geotecnico locale del sito di intervento, e valutare le caratteristiche meccaniche dei terreni di sedime della futura viabilità, tra il 24 e 25 Novembre 2022 è stata effettuata una campagna geognostica investigativa esplicatasi nell'esecuzione di:

- ⇒ n° 2 sondaggi a carotaggio continuo, integrati da misure di resistenza penetrometrica SPT in avanzamento;
- ⇒ n. 4 pozzetti realizzati mediante escavatore meccanico e prelievo di campioni nei diversi strati di terreno individuati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.
- ⇒ una prova sismica MASW utile alla definizione della risposta sismica locale, così come previsto dalle NTC 2018 *Capitolo 7 - Progettazione per azioni sismiche*.
- ⇒ Rilievo topografico dei punti indagati (coordinate e quota altimetrica) mediante strumentazione GPS in possesso del sottoscritto.

Di seguito vengono esplicitate le modalità esecutive delle indagini effettuate e viene mostrata in Figura 4.1 e 4.2 la loro distribuzione areale sullo stato di progetto e sulla foto aerea.

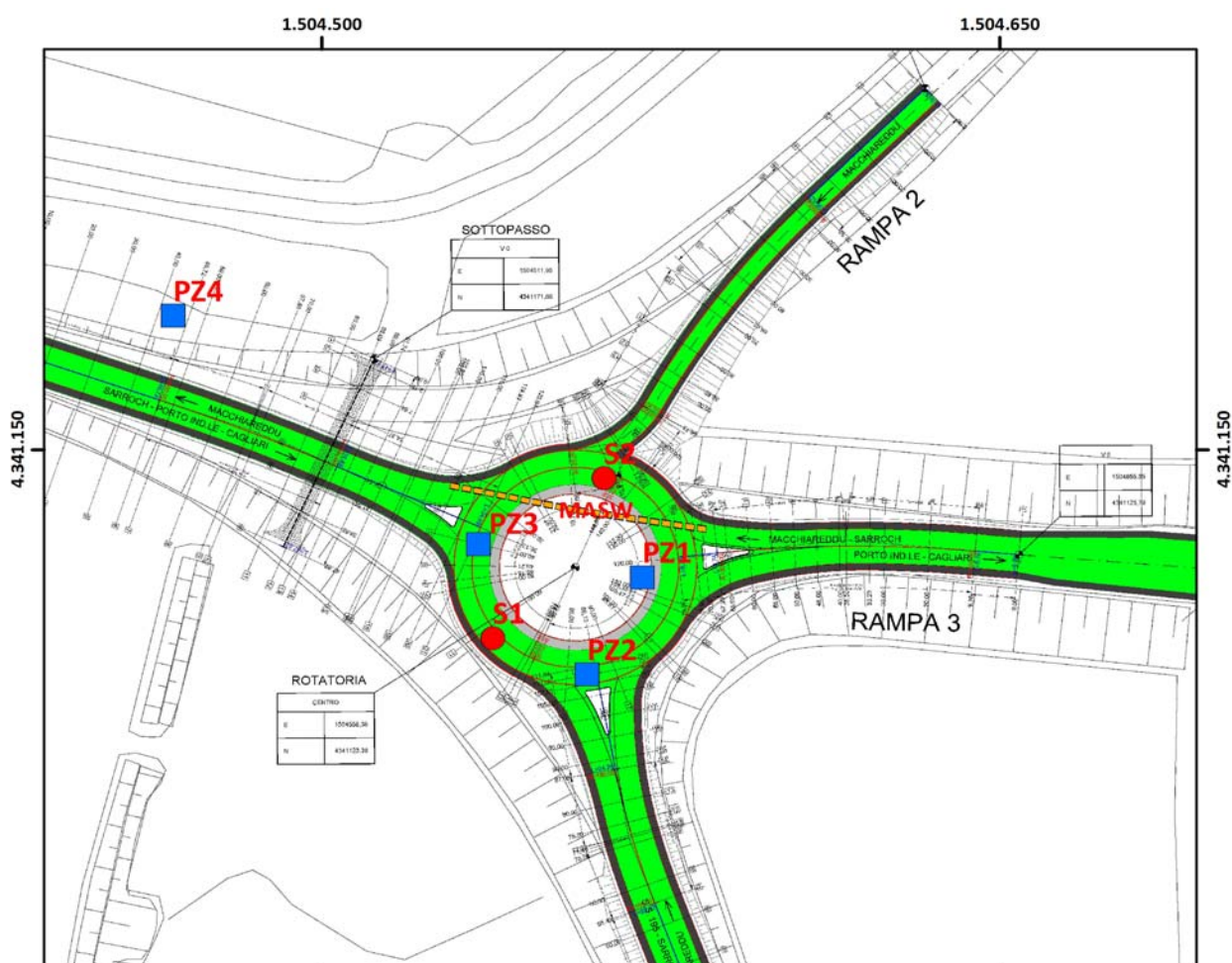


Figura 4.1 – Ubicazione delle indagini geognostiche su planimetria di intervento

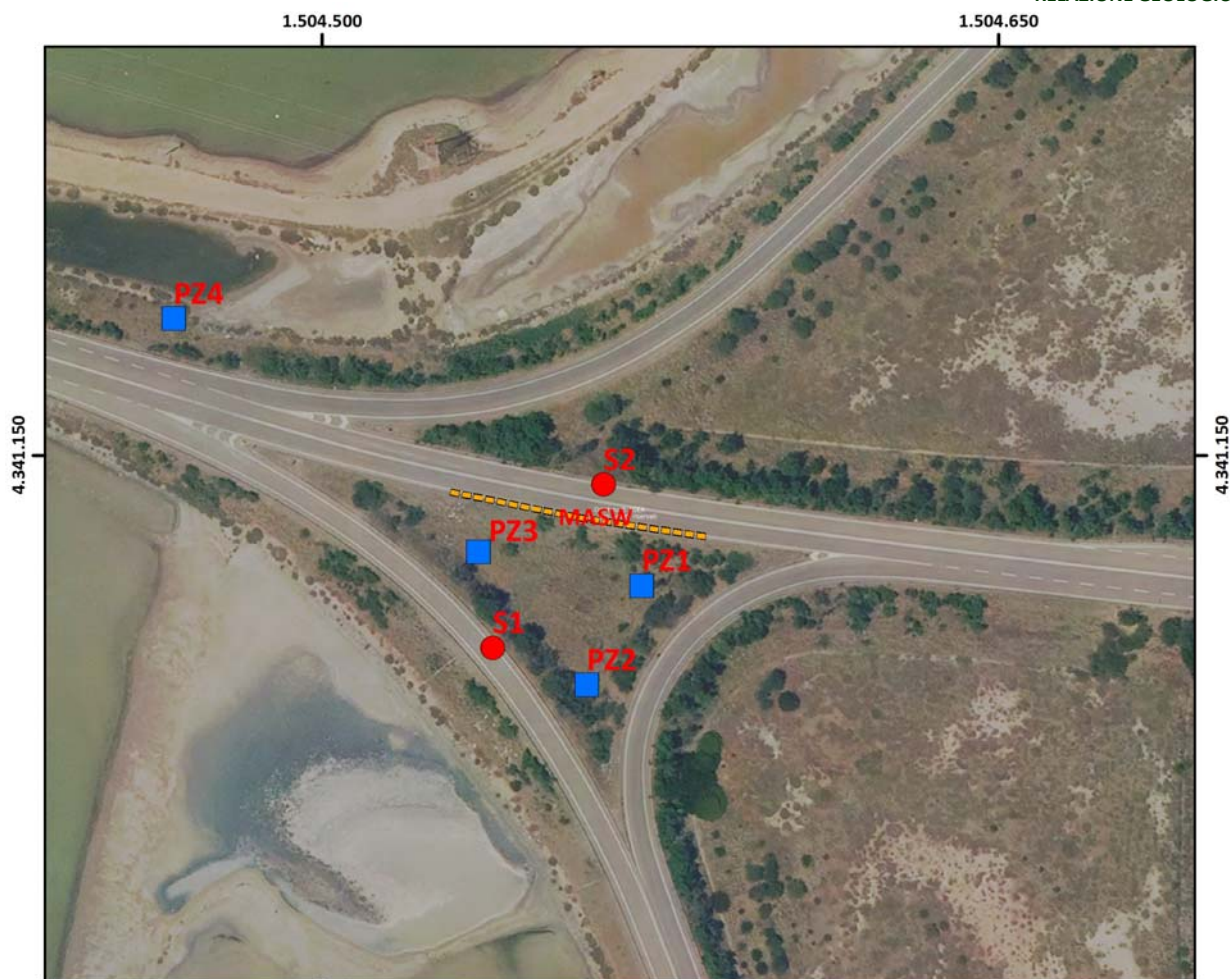


Figura 4.2 – Ubicazione delle indagini geognostiche su foto aerea

4.1 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Come da piano di indagini progettato dallo scrivente e concordato con il RUP, Il 24.11.22 sono stati eseguiti due sondaggi geognostici lungo la strada esistente spinti alla profondità di 10 m (Tabella 4.1)

I carotaggi, i cui risultati sono illustrati nella scheda stratigrafica presentata in Appendice 1, hanno consentito di rilevare la successione stratigrafica dei terreni attraversati e di esaminare le caratteristiche fisiche e meccaniche principali dei terreni.

INDAGINE	PROFONDITÀ da p.c.	QUOTA m s.l.m.	COORDINATE GAUSS BOAGA	
			EST	NORD
SONDAGGIO S1	10	6,06	1.504.538,4	4.341.106,90
SONDAGGIO S2	10	6,53	1.504.562,35	4.341.143,66

Tabella 4.1 - Posizionamento del sondaggio geognostico



Foto 4.1 - Posizionamento sondaggio S1



Foto 4.2 – in alto terreni estratti in S1 alla profondità 0,0 ÷ 10,0 m dal p.c.
In basso fasi di estrazione del campione di terreno dal carotiere semplice



4.2 POZZETTI GEOGNOSTICI

Per avere un quadro più esaustivo del sottosuolo, sono stati programmati e condotti n. 4 pozzetti geognostici distribuiti in particolare nelle zone più difficilmente accessibili. Rispetto al previsto piano di indagini non è stato possibile effettuare il PZ4 inizialmente ubicato ad est della rampa S.S 195 – Strada Contivecchi che è stato invece effettuato in vicinanza del previsto sottopasso ciclabile.

Detti pozzetti denominati con la sigla PZ1÷PZ4 hanno raggiunto profondità dell'ordine di 3 m (Tabella 4.2).

INDAGINE	PROFONDITÀ da p.c.	QUOTA m s.l.m.	COORDINATE GAUSS BOAGA	
			EST	NORD
POZZETTO PZ1	2,9	1,35	1.504.571,00	4.341.120,90
POZZETTO PZ2	2,5	1,17	1.504.558,68	4.341.098,47
POZZETTO PZ3	2,2	1,37	1.504.534,56	4.341.128,32
POZZETTO PZ4	2,0	≈1,50	1.504.562,35	4.341.143,66

Tabella 4.2: Posizionamento del sondaggio geognostico



Foto 4. 3 – Posizionamento PZ2 e a destra stratigrafia dei terreni attraversati



4.3 PROVA SPT

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate **4 prove di penetrometriche di tipo S.P.T.** (*Standard Penetration Test*) in numero di 2/sondaggio, al fine di misurare la resistenza meccanica degli strati di terreno attraversati. I risultati sono riepilogati in Tabella 4.3.

SONDAGGIO	QUOTA (m)	LETTURA	N ₃₀	UNITÀ LITOSTRATIGRAFICA	
S1	6,25 ÷ 6,37	50/12 cm	RIF.	STRATO B1	SABBIE CON GHIAIA
	8,50 ÷ 8,95	7-16-21	37	STRATO B1	SABBIE MEDIO-GROSSOLANE
S2	1,00 ÷ 1,45	19-37-34	71	STRATO A	RILEVATO STRADALE
	8,00 ÷ 8,45	13-35-29	64	STRATO B2 STRATO B1	SABBIE LITORALI CON LIVELLI CEMENTATI SABBIE CON GHIAIA

Tabella 4.3 – Riepilogo dei risultati delle prove S.P.T.



Foto 4.4 – Esecuzione prova SPT in S1; in basso particolare dell'attrezzatura utilizzata



4.4 PROVA SISMICA MASW

In ottemperanza alle N.T.C 2018 per la caratterizzazione sismica del sito e con l'obiettivo di stabilire la categoria di sottosuolo, è stata condotta una prova sismica di tipo MASW che ha determinato la velocità sismica equivalente entro 30 m di profondità dal p.c..



Foto 4.5 – Ubicazione linea MASW



4.5 PRELIEVO DEI CAMPIONI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

In corrispondenza dei diversi strati individuati nel corso dell'indagine geognostica sono stati prelevati dei campioni di terreno da sottoporre in laboratorio a prove geotecniche utili per la ricostruzione dei parametri geotecnici.

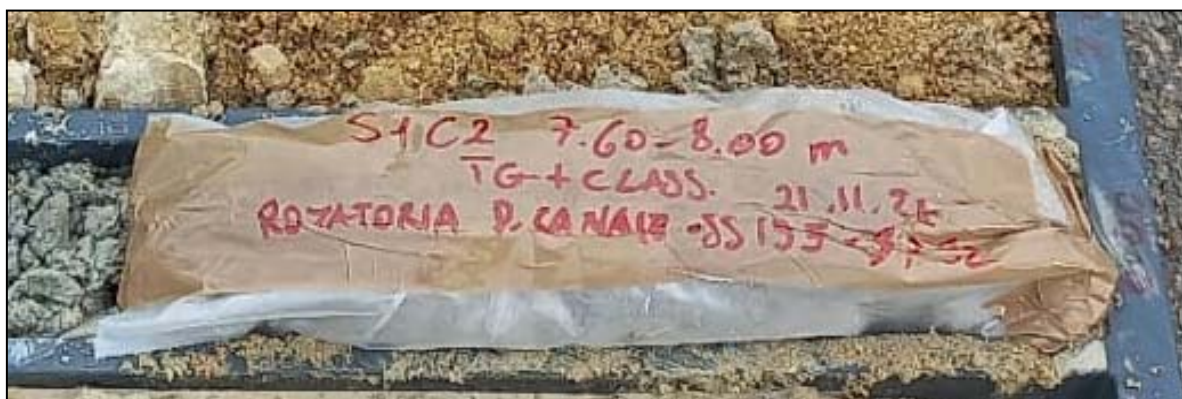
Il numero dei campioni e le prove condotte sono presentate in Tabella 4.4.

NOME CAMPIONE	MODALITA'	PROFONDITÀ PRELIEVO	PROVA GEOTECNICA	LITOSTRATO
S1C1	disturbato	0,60÷1,00 m da p.c.	Classificazione Granulometrica Prova di Taglio diretto	STRATO A2
S1C2		7,60÷8,00 m da p.c.	Classificazione Granulometrica Prova di Taglio diretto	STRATO B2
S2C1		0,80÷2,00 m da p.c.	CBR	STRATO A2
S2C2		7,75÷8,00 m da p.c.	Classificazione Granulometrica Prova di Taglio diretto	STRATO B1
PZ4C1	Semidisturbato	0,80÷1,20 m da p.c.	Classificazione Granulometrica Prova di Taglio diretto	STRATO B1

Tabella 4.4 - Elenco Campioni



Foto 4.6 – Campioni di terreno prelevati nel corso delle indagini





5 RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

CARATTERIZZAZIONE DEL VOLUME GEOLOGICO

Con riferimento ai risultati provenienti dalla campagna geognostica, il modello geologico locale dell'area dell'attuale svincolo si caratterizza per la presenza, al di sotto della sovrastruttura (**Strato A1**), e del rilevato stradale (**Strato A2**), di una sequenza sedimentaria di ambiente da alluvionale, a transizionale, in cui si alternano alluvioni ghiaioso sabbiose (**STRATO B1**) e sabbie di spiaggia (**STRATO B2**).

Schematizzando il modello litostratigrafico del sottosuolo dell'area di indagine, a partire dallo strato più recente fino al più antico risulta:

- **STRATO A1** **PAVIMENTAZIONE E SOVRASTRUTTURA STRADALE**
- **STRATO A2** **RILEVATO STRADALE**
- **STRATO B1** **GHIAIE SABBIOSE DI AMBIENTE DA ALLUVIONALE A TRANSIZIONALE**
- **STRATO B2** **SABBIE LITORALI CON LIVELLI CEMENTATI**

STRATO A1 – SOVRASTRUTTURA STRADALE

Tetto: 0,00 m – Letto: -0,50 m

Spessore: 0,5 m

Ghiaie sabbiose ad elementi con \varnothing pari a 2-3 cm, leggermente arrotondati, di colore marrone chiaro. Costituisce la sovrastruttura della strada esistente ed è ricoperto da uno strato di circa 20 cm pavimentazione (usura, binder e base). È stato rinvenuto in S1 ed S2, al di sopra del corpo del rilevato stradale.

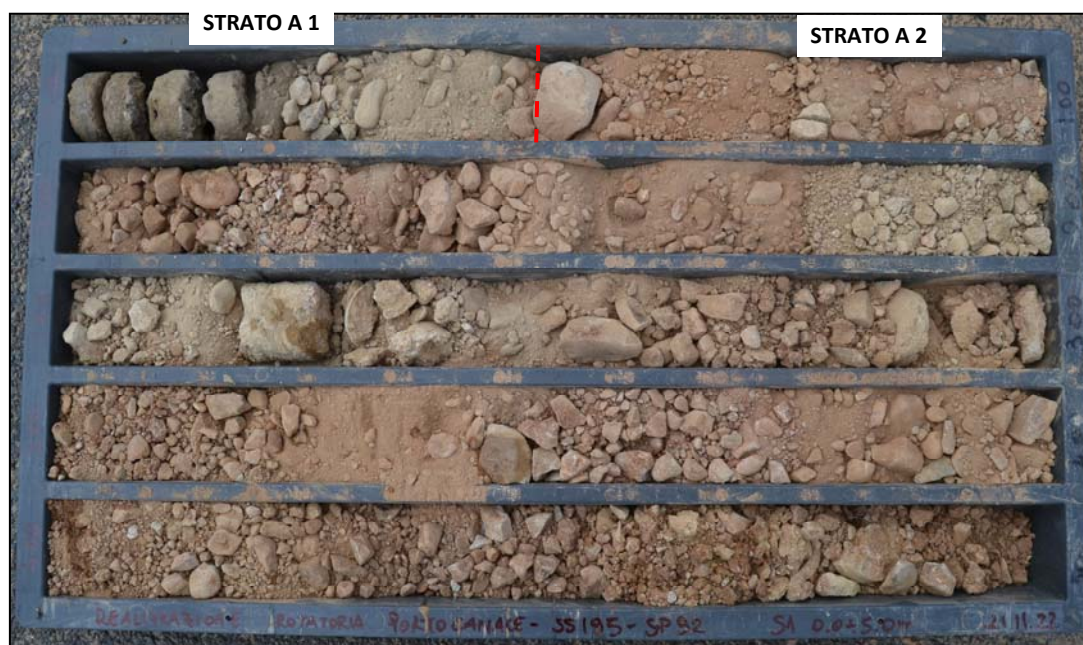


Foto 5.1: Terreni della sovrastruttura stradale rinvenuti in S1 tra 0,0 e -0,50 m al di sopra del corpo del rilevato

**STRATO A2 – RILEVATO STRADALE**

Sondaggi: Tetto: -0,50 m – Letto: -5,95 ÷ -6,40 m. Spessore ≈ 5,4 m

Pozzetti: Tetto: -0,00 m – Letto: -1,40 ÷ -1,50 m. Spessore ≈ 1,5 m

Sabbie con ghiaia in matrice limosa, ad elementi del basamento paleozoico (granitoidi e metamorfiti). Costituiscono il rilevato stradale sul quale è stata realizzata la viabilità e sono presenti anche all'interno delle aree verdi comprese tra le diverse rampe che compongono lo svincolo, dove sono state rinvenute nel corso dei pozzetti geognostici con uno spessore medio di circa 1,5 m.

Poggiano al di sopra del terreno naturale.

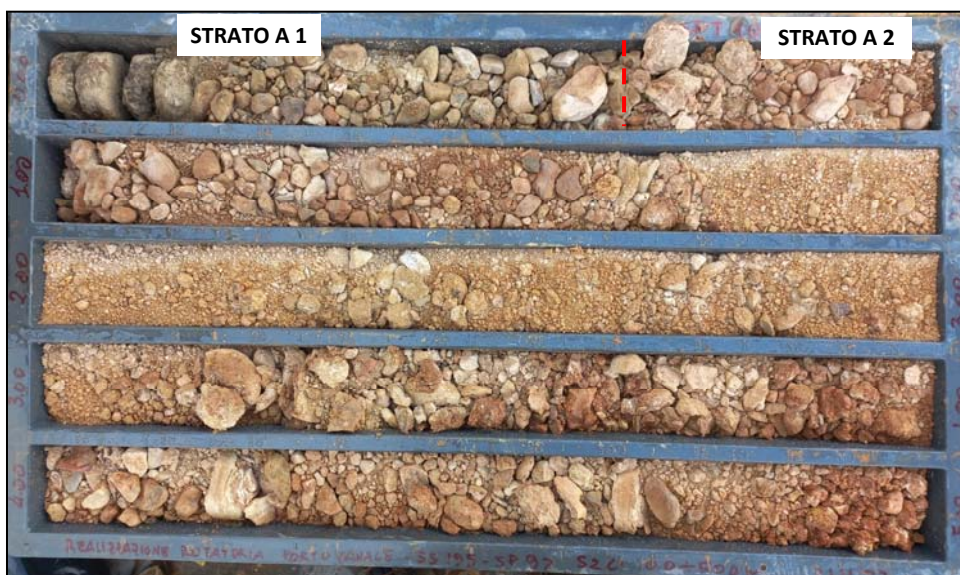


Foto 5.2: Sabbie con ghiaia dello Strato A2 rinvenute tra -0,50 ÷ -5,0 m in S2;

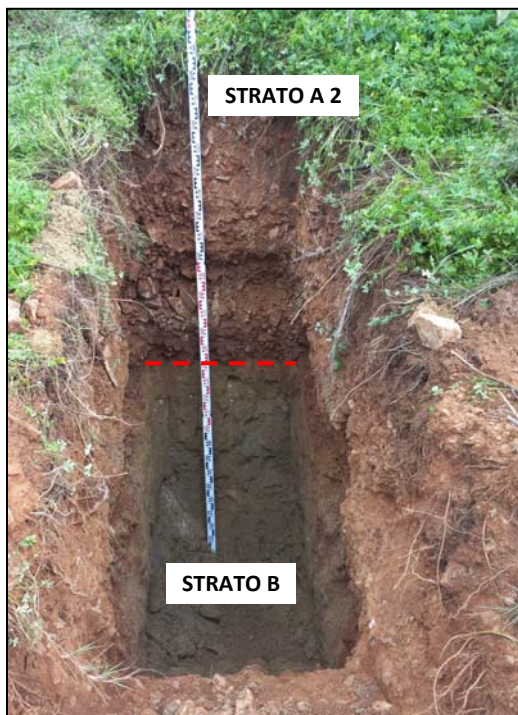


Foto 5.3: Sabbie con ghiaia dello Strato A2 rinvenute tra 0,0 ÷ -1,5 m in PZ1; a destra particolare

**STRATO B1 – SABBIE GHIAIOSE ALLUVIONALI**

S1 -5,9 m ÷ -7,5 e -8,5 ÷ - 9,70 m

S2 -6,4 m ÷ -7,9 e -8,3 ÷ - 9,20 m

Pozzetti: Tetto: : -1,4 m ÷ - 1,5 m – Letto: ?

Ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose, debolmente limose, di colore da avana chiaro al grigio, ad elementi di basamento paleozoico (granitoidi e metamorfiti) di diametro variabile sino a 3-5 cm con qualche blocco. Sature da circa - 6,5 m nei sondaggi e da circa - 1,8 ÷ - 2,0 m nei pozzetti.

Si tratta di sedimenti depositi in un ambiente alluvionale (colorazione avana) talora rielaborati in ambiente costiero (colorazione grigia). Si alternano a sedimenti francamente litorali di spiaggia (STRATO B2). La formazione di questa alternanza tra sedimenti alluvionali e di spiaggia è da mettere in relazione alle variazioni eustatiche succedutesi nel corso del quaternario; in particolare nel caso specifico i sedimenti grossolani alluvionali sono da riferire alle fasi fredde e pertanto di livello del mare basso, mentre i sedimenti di spiaggia sono indicativi di periodi caldi con livello marino più alto.

Sono state rivenute al di sotto del corpo del rilevato in tutte le verticali di indagine, ad una quota variabile da -6,0 m circa nei sondaggi a -1,5 m nei pozzetti, in relazione alle quote topografiche dei punti di indagine. Si tratta, insieme ai sedimenti dello Strato B2, del substrato naturale sul quale è stata realizzata la viabilità locale.

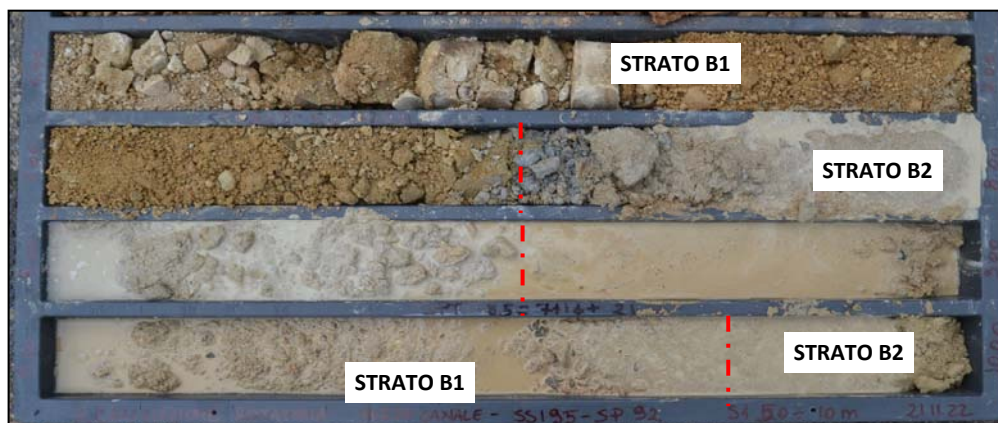
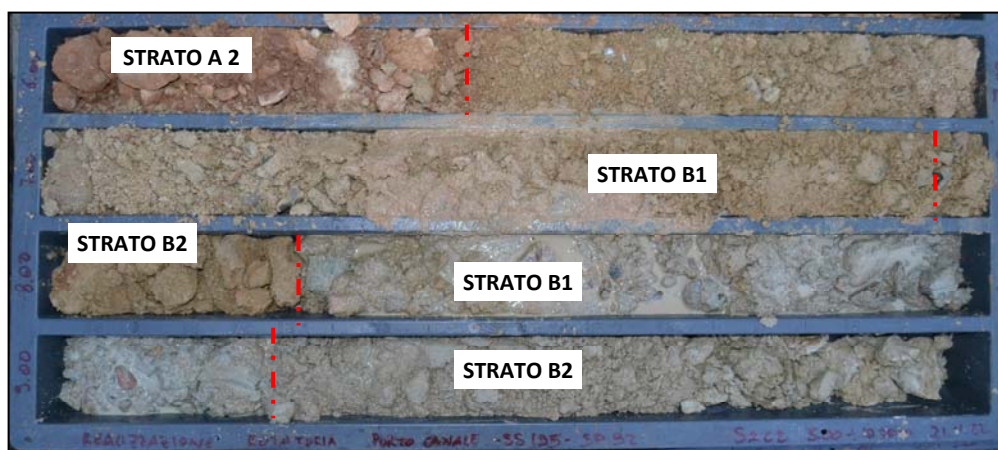


Foto 5.4: Sabbie ghiaiose dello Strato B e sabbie litorali dello strato B2 rinvenute in S1 ed S2



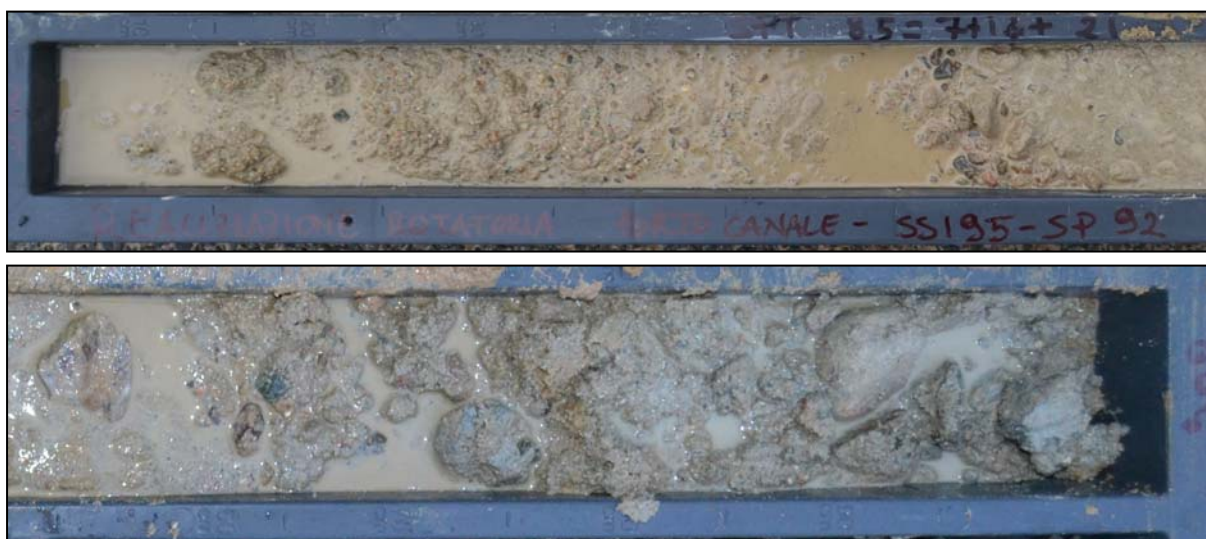


Foto 5.5: Particolare delle sabbie ghiaiose rinvenute in S1 -9,0 ÷ -9,7 m e in basso in S2 tra - 8,5 ÷ - 9,0 m

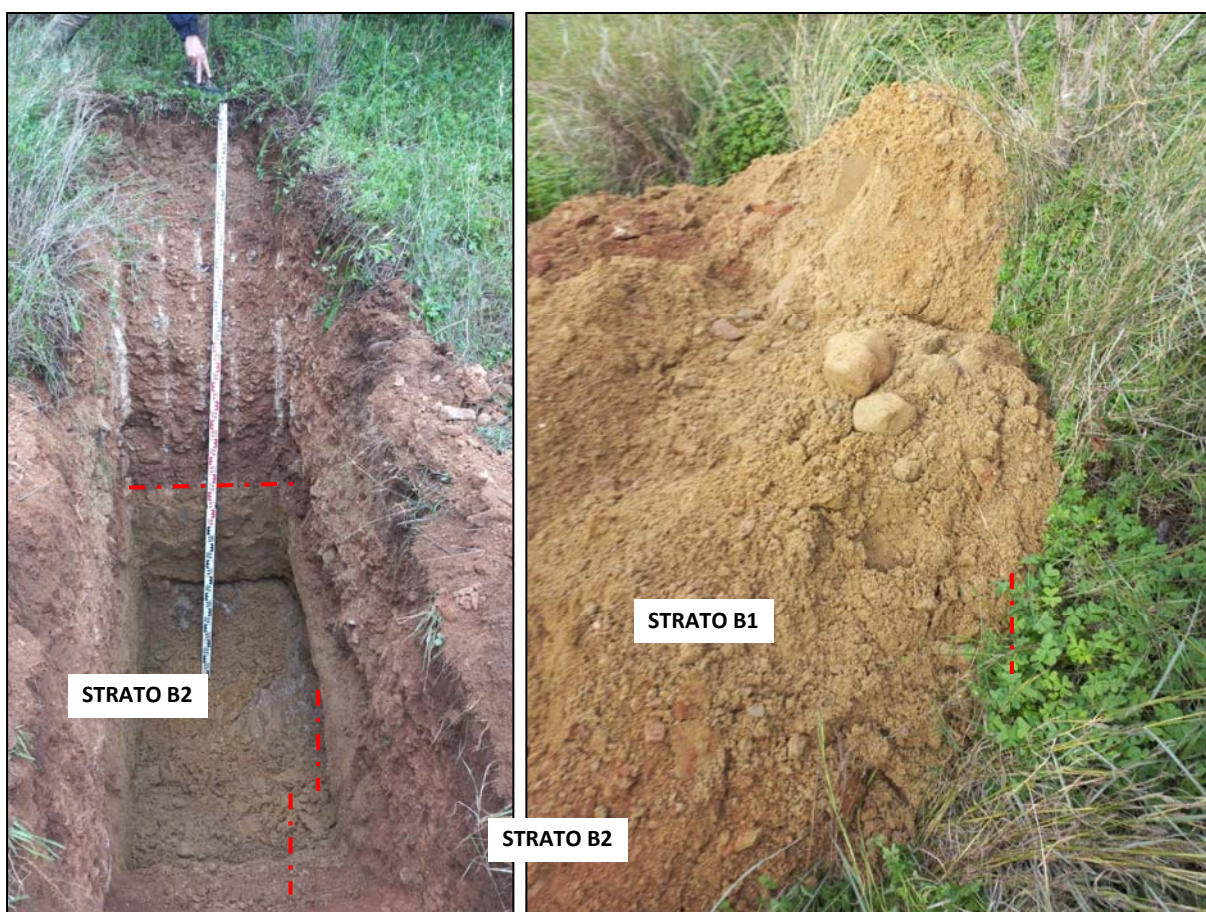


Foto 5.6: Sabbie ghiaiose dello Strato B1 rinvenute in PZ2 da -1,5 m; a destra particolare delle sabbie con visibili alcuni blocchi



STRATO B1 – SABBIE LITORALI CON LIVELLI CEMENTATI

S1 -7,5 m ÷ - 8,5 m e -9,7 ÷ ?

S2 -7,75 m ÷ -8,0 e - 9,20 m ÷ ?

Sabbie litorali con all'interno resti fossili (frammenti conchigliari, piste di animali limivori), con strati e livelli cementati (arenarie). Sono state rivenute al di sotto del corpo del rilevato alternate alle ghiaie dello strato B1.



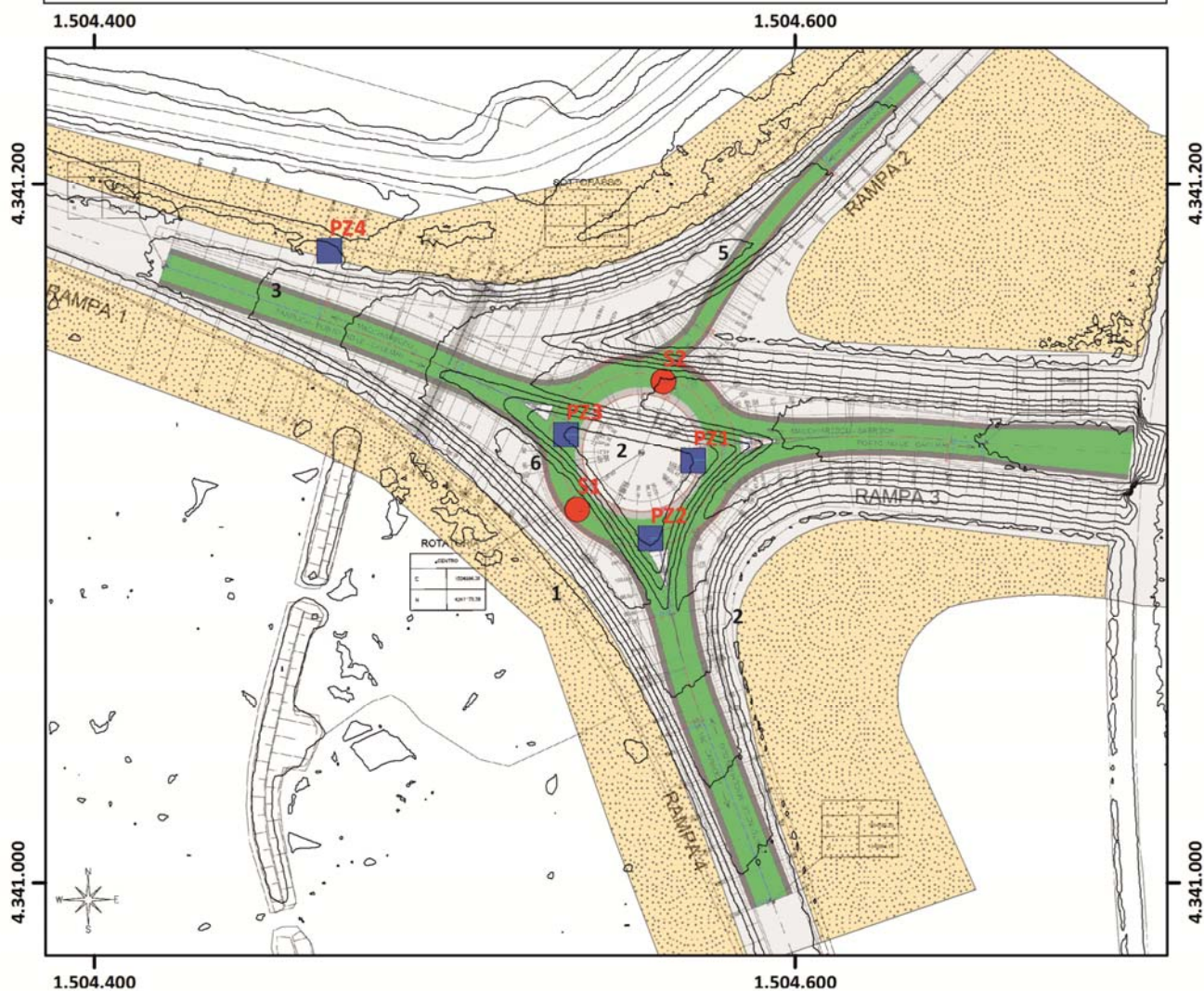
Foto 5.7: Sabbie di spiaggia dello Strato B2 rinvenute tra -7,5 ÷ -8,0 m in S1; con la freccia rossa livello cementato
In basso sabbie di spiaggia dello Strato B2 rinvenute tra - 9,2 m ÷ -10,0 m in S1;

Riassumendo sulla base dei risultati delle indagini effettuate e come rappresentato nella tavola di Figura 5.1, **gli interventi in progetto interferiranno prevalentemente con le terre del rilevato esistente**, presenti sia al di sotto dell'attuale pavimentazione stradale per spessore di circa 6,5 m (cfr. S1 – S2) che all'interno delle aree verdi comprese tra le rampe che compongono l'attuale svincolo, con spessori di $\approx 1,5$ m (cfr. P1÷PZ3).

Nel settore in cui si prevede la realizzazione del sottopasso ciclabile le opere di fondazione dell'opera interferiranno con il substrato naturale rappresentata dallo strato B (B1 e B2); per il resto i tratti in rilevato di nuova realizzazione funzionali alla costruzione delle nuove rampe e della rotonda potranno poggiare sulle terre dei rilevati esistenti.

In Figura 5.1 è riportata la distribuzione areale dei terreni del sottosuolo dell'area di indagine.

In Figura 5.2 si riporta la sezione geologica passante per i sondaggi S1-S2 elaborata su base cartografica estratta dalla Lidar con passo 1 m disponibile sul sito Geoportale Sardegna.

**CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO ALLA QUOTA DI -0,5 m DAL P.C.****LEGENDA**





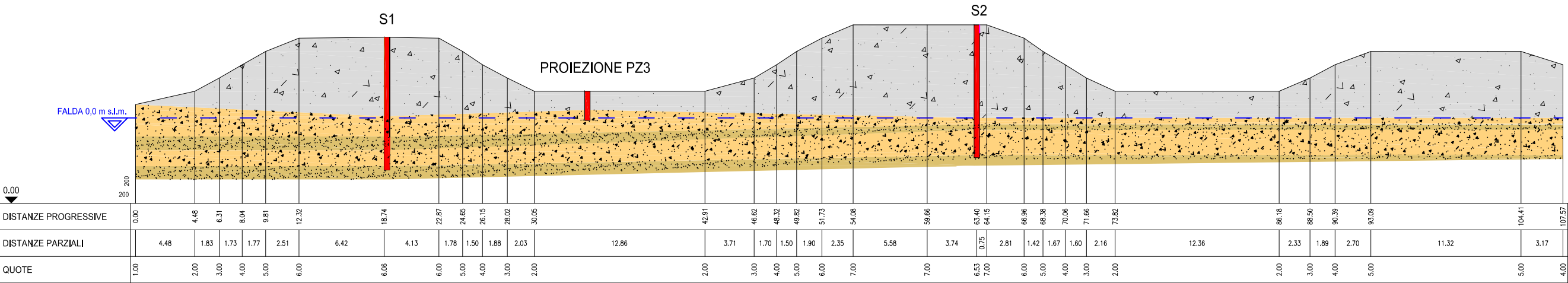
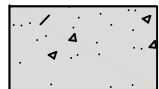
- Strato A**  Terre del rilevato stradale costituite da sabbie con ghiaia in matrice limosa, ad elementi del basamento paleozoico (Attuale).
- Strato B**  Ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose, debolmente limose, di colore da avana chiaro al grigio, ad elementi di basamento paleozoico (granitoidi e metamorfiti) di ambiente da alluvionale a transizionale, con all'interno strati più francamente sabbiosi (sabbie litorali) e livelli litificati (Arenarie), sature da 0,0 m s.l.m. Olocene
-  Pozzetti geognostici
-  Sondaggi a carotaggio continuo

Figura 5.1 - Carta geologica di dettaglio alla quota di -0,5 m dal p.c. con sovrapposta la planimetria degli interventi in progetto; scala 1:2.000

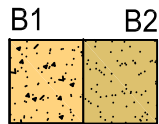
SEZIONE GEOLOGICA S1-S2



LEGENDA



STRATO A- TERRE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE E DEL RILEVATO - (Attuale)
Sabbie con ghiaia in matrice limosa, ad elementi del basamento paleozoico (granitoidi e metamorfiti), addensate, di colore marrone.



STRATO B - SABBIE GHIAIOSE (B1) E SABBIE LITORALI CON LIVELLI CEMENTATI (B2) (Olocene)
Ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose, debolmente limose (B1), di colore dall'avana chiaro al grigio, ad elementi di basamento paleozoico (granitoidi e metamorfiti) di diametro variabile sino a 5 -10 cm, con qualche blocco, alternate a sabbie litorali (B2), con livelli e strati cementati, con resti fossili (resti conchigliari, piste di animali limivori), sature da 0,0 m s.l.m.



Figura 1 - In rosso traccia sezione geologica; topografia elaborata su base lidar 1 m



6 IDROGEOLOGIA

Nel corso delle indagini è stata rinvenuta una falda idrica alla profondità di $\approx -6,5$ nei sondaggi e $-1,5 \div -2,0$ m dal p.c. nei pozzetti. Tale quota, in considerazione dell'altezza topografica dei punti di indagine, coincide con il livello medio del mare.

Trattasi dunque, anche in considerazione della vicinanza con la linea di costa, della stessa acqua di mare, o comunque del cuneo salino che si miscela e passa pian piano, verso la terra ferma, alla falda freatica ospitata nel sistema sedimentario retrocostiero.

Pertanto nella progettazione delle opere si consiglia di assumere la condizione di presenza di falda superficiale in funzione della quota altimetrica dell'intervento nei diversi tratti.

7 RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA

Per la caratterizzazione sismostratigrafica dei terreni e la definizione della categoria di suolo è stata eseguita n° 1 prova sismica di Analisi Multicanale di onde di superficie (MASW), ubicata come in figura 4.1 e 4.2.

Nel caso specifico, la prova sismica MASW all'uopo condotta ha permesso di determinare la sequenza stratigrafica riportata in Tabella 7.1 individuando una profondità del substrato superiore a 30 m profondità e una V_{seq} pari a 300 m/s.

STRATIGRAFIA	TOP ((m)	BOTTOM (m)	VP (m/s)	VS (m/s)	γ (T/(m3)
STRATO 1	0,00	5,90	710	422	2170
STRATO 2	5,90	8,95	560	252	1765
STRATO 3	8,95	15,75	767	398	1833
STRATO 4	15,75	18,15	588	248	1725
STRATO 5	18,15	>30	660	252	1825

Tabella 7.1 – Sequenza stratigrafia ricostruita sulla base dell'indagine MASW

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il profilo stratigrafico dell'area in esame risulta pertanto compreso nella **categoria di sottosuolo C**: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”.*

Per detta categoria il coefficiente di amplificazione stratigrafica risulta uguale a 1,4.



8 CONCLUSIONI

Nell'ambito della progettazione della ***“Rotatoria di completamento della viabilità di raccordo della banchina polifunzionale del Porto canale di Cagliari con la S.S. 195 e la S.P. 9.” nel Comune di Cagliari***” è stata condotta una campagna geognostica esplicatasi nell'esecuzione di carotaggi spinti sino alla profondità di 10 m dal p.c., pozzetti geognostici, prove in situ e prelievo di campioni da sottoporre a prove di laboratorio oltre ad una prova sismica del tipo MASW, finalizzata a ricostruire il modello geologico e geotecnico del sottosuolo oggetto di intervento ed alla verifica della categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC 2018.

Come dettagliatamente illustrato nei precedenti paragrafi, il modello geologico-geotecnico prevede presenza, al di sotto dei terreni antropici costituenti la viabilità esistente (**Strato A1** (Pavimentazione e sottofondo stradale) e **Strato A2** (rilevato stradale) di una sequenza sedimentaria naturale di ambiente alluvionale-transizionale costituita da sedimenti sabbioso - ghiaiosi (**Strato B1**), alternati a sabbie litorali con livelli cementanti (arenarie) di colore dall'avana al grigio chiaro (**Strato B2**)

La sequenza stratigrafica dei terreni rinvenuti risulta dunque la seguente:

- **STRATO A1 PAVIMENTAZIONE E SOVRASTRUTTURA STRADALE**
- **STRATO A2 RILEVATO STRADALE**
- **STRATO B1 GHIAIE SABBIOSE DI AMBIENTE DA ALLUVIONALE A TRANSIZIONALE**
- **STRATO B2 SABBIE LITORALI CON LIVELLI CEMENTATI**

Dalle osservazioni macroscopiche dei terreni, oltre che dall'andamento della perforazione e dall'interpretazione delle prove geotecniche in situ e di laboratorio condotte per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei suddetti strati, si deduce quanto di seguito riportato:

- ⇒ le terre degli **Strati A1 e A2, ovvero i “materiali costituenti la viabilità”** si caratterizzano per un **comportamento meccanico molto BUONO a fini stradali.**
- ⇒ Anche gli strati **B1 e B2 mostrano buone caratteristiche meccaniche** in virtù della granulometria, dello stato di addensamento e del comportamento prevalentemente frizionale;
- ⇒ A profondità variabili in relazione alla quota topografica è stata intercettata una **cospicua falda idrica** in equilibrio con il livello del mare.

L'indagine geofisica mediante prospezione MASW ha ricavato una **categoria di sottosuolo C** - *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”.*



Riassumendo, come rappresentato nella tavola di Figura 5.1, gli interventi in progetto interferiranno prevalentemente con le terre del rilevato esistente, presenti sia al di sotto dell'attuale pavimentazione stradale per spessore di circa 6,5 m che all'interno delle aree verdi comprese tra le rampe che compongono l'attuale svincolo, con spessori di $\approx 1,5$ m.

Nel settore in cui si prevede la realizzazione del sottopasso ciclabile le opere di fondazione dell'opera interferiranno invece con il substrato naturale rappresentato dallo strato B.

Si rimanda alla Relazione Geotecnica per la modellazione geotecnica di dettaglio e per i suggerimenti progettuali.



NORMATIVA

Per redigere la presente relazione si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- 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.;
- D.M. LL.PP. 11.03.1988 di applicazione della legge suddetta «Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione»;
- Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono;
- Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996 Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica;
- D.M. LL.PP. 16.01.1996 Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche;
- D.P.R. 380/01
- DM II. TT 14/01/2008) «Nuove Norme Tecniche per le costruzioni»;
- DM II. TT 04/02/2008) «Nuove Norme Tecniche per le costruzioni»;
- DM 17/01/2018) «Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni"».
- P.A.I – Piano stralcio per l'assetto idrogeologico delle Regione Autonoma della Sardegna



APPENDICE 1 – SCHEDE SONDAGGI E POZZETTI

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1

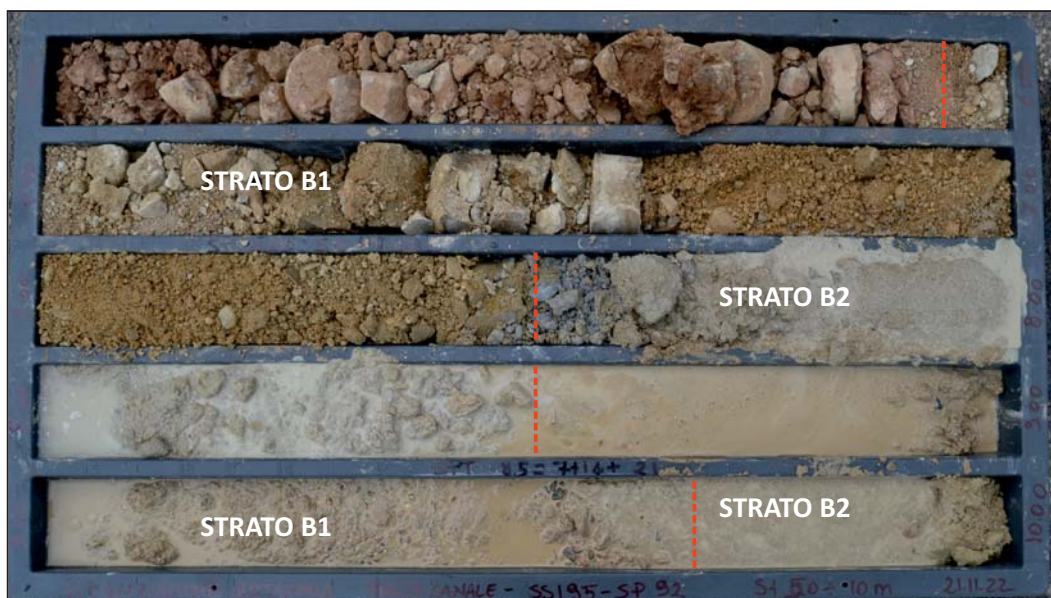
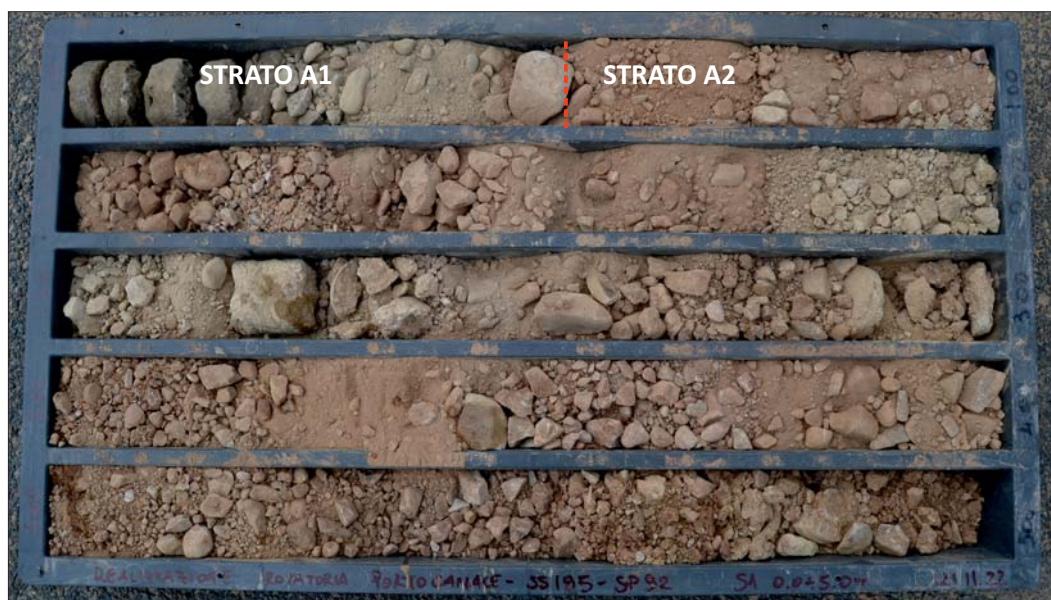
Riferimento: Realizzazione rotatoria viabilità di raccordo Porto Canale - S.S. 195 e S.P. 92	Sondaggio: S1
Località: Quadrifoglio S.S. 195 e S.P. 92 -Strada per Z.I. Macchiareddu	Quota: 6,06
Impresa esecutrice: Geotest Srl	Data: 24.11.2022
Coordinate: 4341106,9 N 1504538,4 E	Redattore: Dott. Geol Alessio Sodde
Perforazione: Carotggio continuo 101 mm	

[illegible]

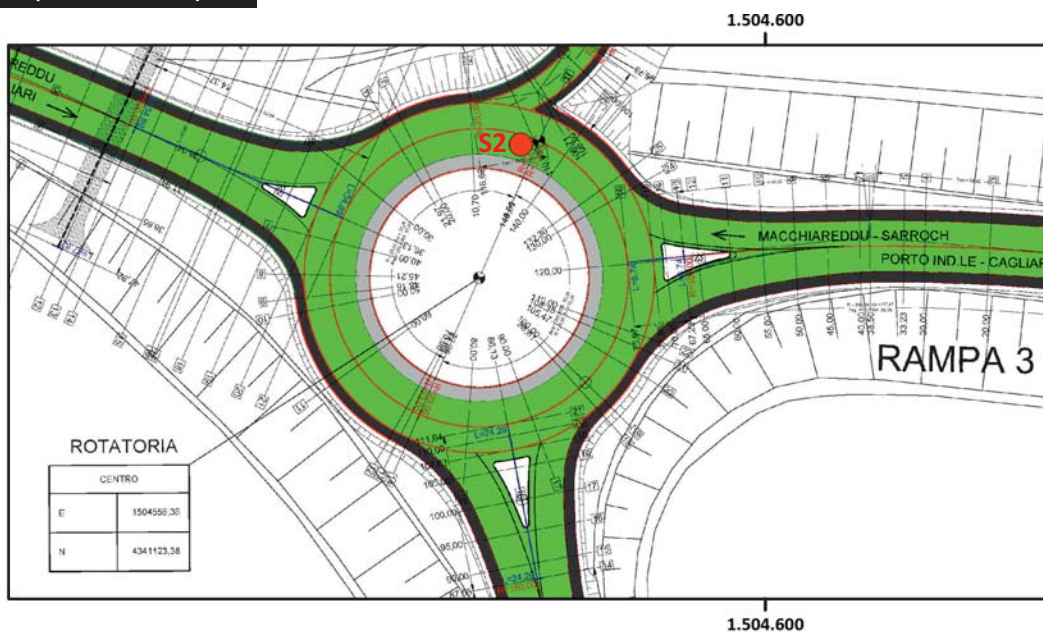
UBICAZIONE S1
4.341.106,9 N 1.504.538,4 E



SONDAGGIO
GEOGNOSTICO S1



UBICAZIONE S2
4341106,9 N 1504538,4 E

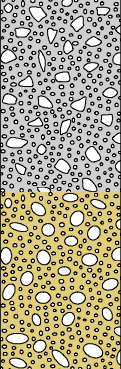


**SONDAGGIO
GEOGNOSTICO S2**



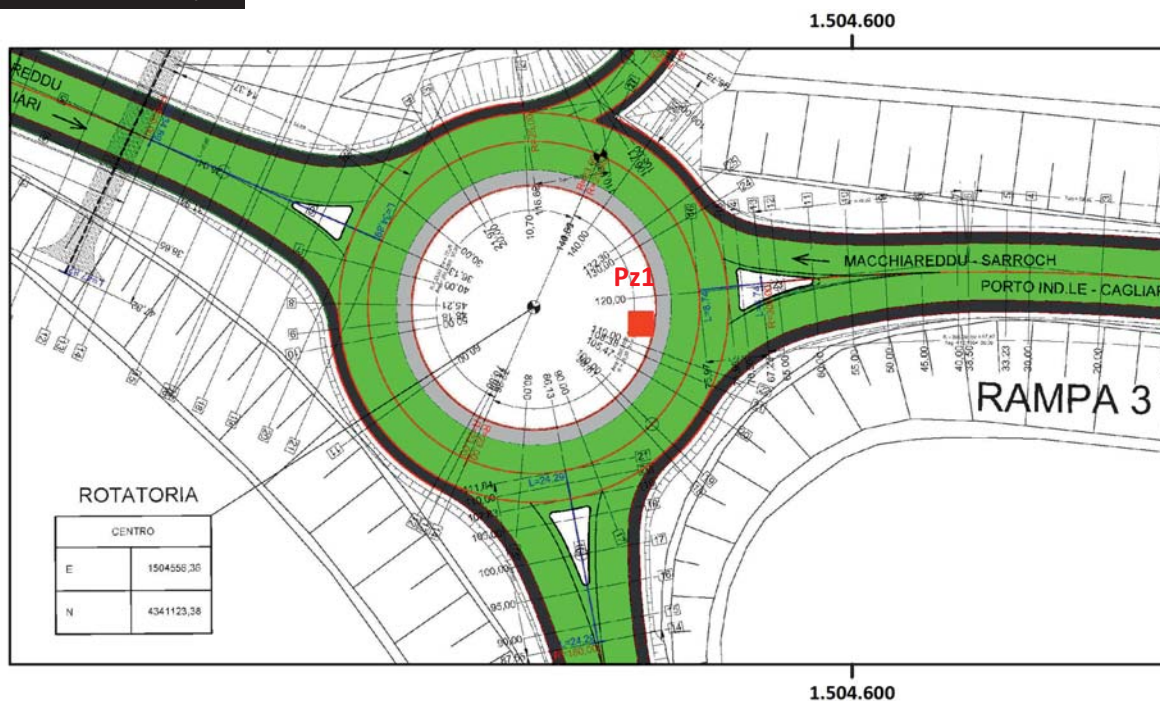
STRATIGRAFIA PZ1

Riferimento: Realizzazione rotatoria viabilità di raccordo Porto Canale - S.S. 195 e S.P. 92	Sondaggio: PZ1
Località: Quadrifoglio S.S. 195 e S.P. 92 -Strada per Z.I. Macchiareddu	Quota: 1,35 m s.l.m,
Impresa esecutrice: Geotest Srl	Data: 25.11.2022
Coordinate: 1.504.571 N 4.341.120,9 E	Redattore: Dott. Geol Alessio Sodde
Perforazione: Carotaggio continuo 101 mm	

Ø mm	R v	A r	S s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1									1.5	Strato A2 Rilevato stradale costituito da ghiaia sabbiosa ad elementi centimetrici subangolari in matrice limosa.
					2									2.9	Strato B1 Sabbie ghiaiose di colore marroncino chiaro ad elementi di basamento paleozoico (Ø=2-5 cm) e con qualche blocco disperso, con alternati livelli e strati di sabbie fini di colore grigio, saturate da circa - 1,8 m.

UBICAZIONE Pz1

1.504.571 N 4.341.120,9 E



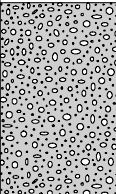
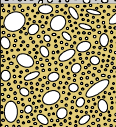
POSIZIONAMENTO PZ1



POZZETTO GEOGNOSTICO PZ1

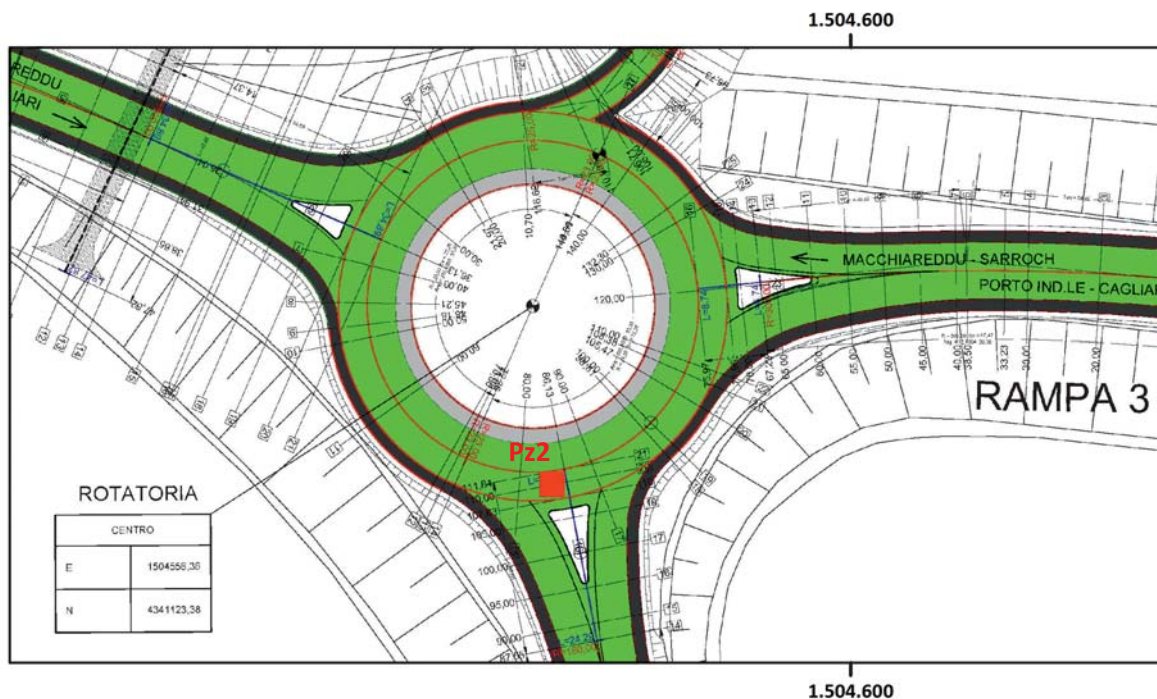


STRATIGRAFIA PZ2

Riferimento: Realizzazione rotatoria viabilità di raccordo Porto Canale - S.S. 195 e S.P. 92										Sondaggio: PZ2				
Località: Quadrifoglio S.S. 195 e S.P. 92 -Strada per Z.I. Macchiareddu										Quota: 1,17 m s.l.m,				
Impresa esecutrice: Geotest Srl										Data: 25.11.2022				
Coordinate: 1.504.558,7 N 4.341.098,5										Redattore: Dott. Geol Alessio Sodde				
Perforazione: Carotggio continuo 101 mm														
ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				1									1.5	Strato A2 Rilevato stradale costituito da ghiaia sabbiosa in matrice limosa, di colore marrone rossiccio ad elementi centimetrici subangolari.
				2									2.5	Strato B1 Sabbie ghiaiose di colore nocciola chiaro con all'interno qualche livello più francamente sabbioso, saturo da -1,80 m da p.c.

UBICAZIONE Pz2

1.504.558,7 N 4.341.098,5



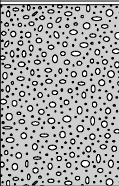
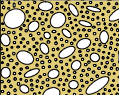
POSIZIONAMENTO PZ2



POZZETTO GEOGNOSTICO PZ2

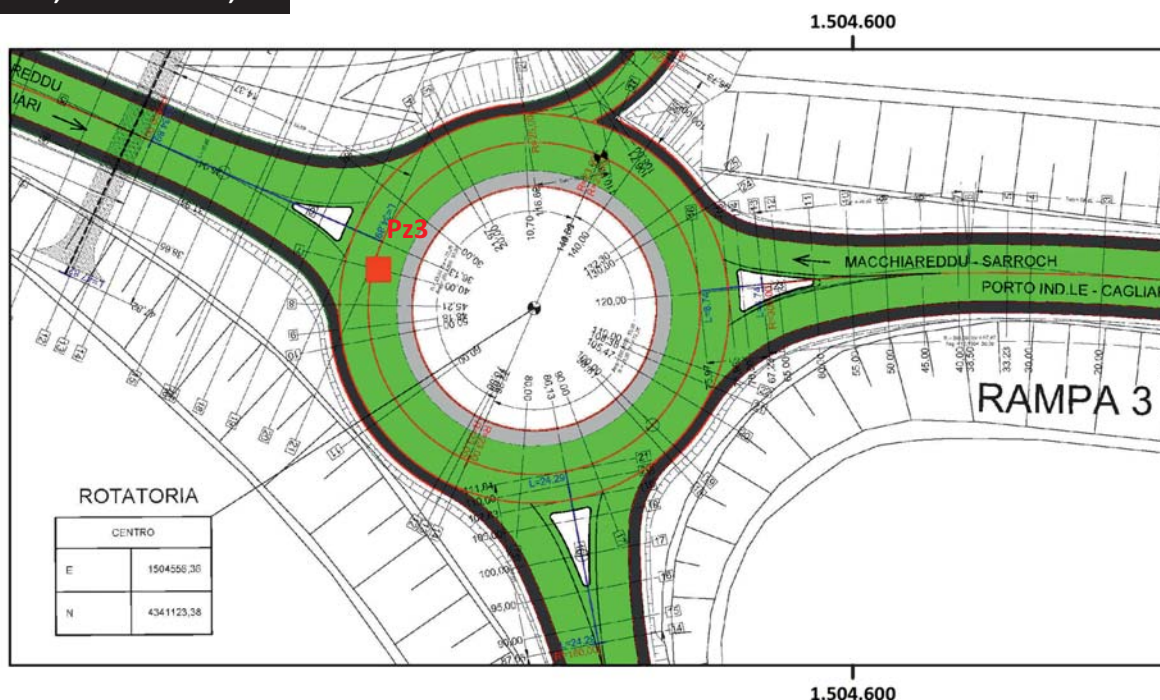


STRATIGRAFIA PZ3

Riferimento: Realizzazione rotatoria viabilità di raccordo Porto Canale - S.S. 195 e S.P. 92											Sondaggio: PZ3			
Località: Quadrifoglio S.S. 195 e S.P. 92 -Strada per Z.I. Macchiareddu											Quota: 1,37 m s.l.m.,			
Impresa esecutrice: Geotest Srl											Data: 25.11.2022			
Coordinate: 4.341.128,3 N 1.504.534,6 E											Redattore: Dott. Geol Alessio Sodde			
Perforazione: Carotaggio continuo 101 mm														
ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T. N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1								1.4	Strato A2 Rilevato stradale costituito da ghiaia sabbiosa in matrice limosa debolmente argillosa, di colore marrone rossiccio, ad elementi centimetrici subangolari.
					2								2.2	Strato B1 Sabbie ghiaiose di colore nocciola chiaro con all'interno qualche livello più francamente sabbioso, sature da circa -1,9 : -2,0 m.

UBICAZIONE Pz3

4.341.128,3 N 1.504.534,6 E



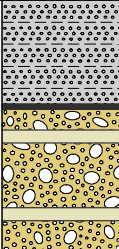
POSIZIONAMENTO PZ3



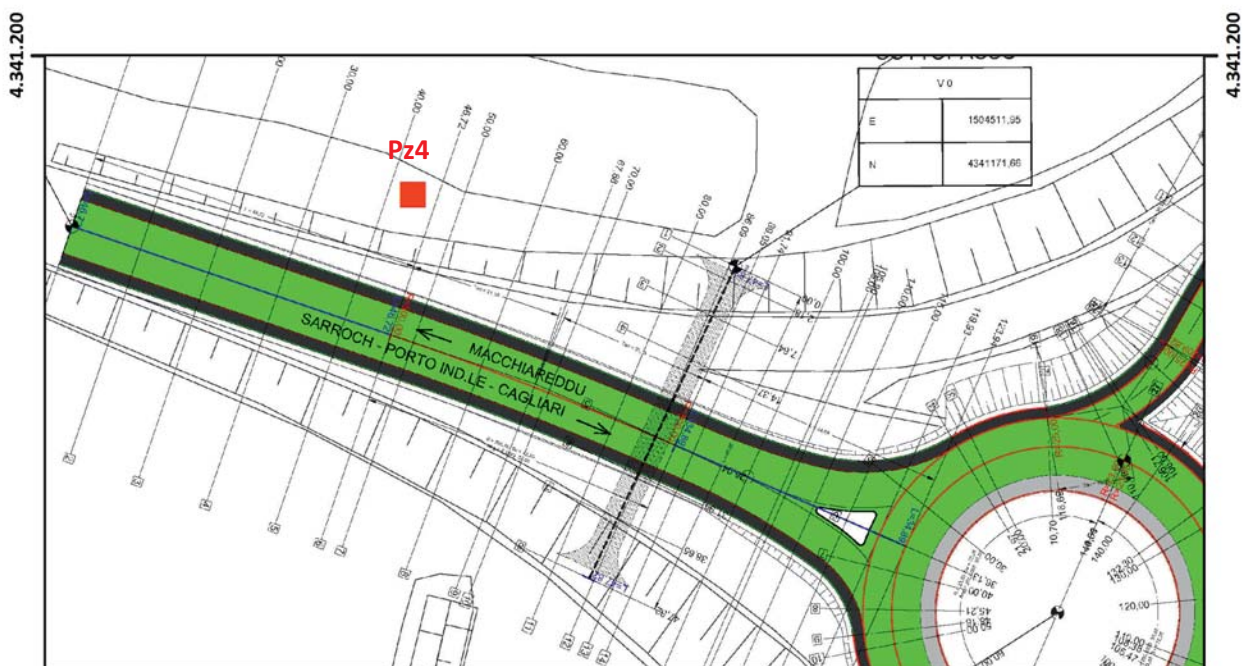
POZZETTO GEOGNOSTICO PZ3



STRATIGRAFIA PZ4

Riferimento: Realizzazione rotatoria viabilità di raccordo Porto Canale - S.S. 195 e S.P. 92										Sondaggio: PZ4				
Località: Quadrifoglio S.S. 195 e S.P. 92 -Strada per Z.I. Macchiareddu										Quota: 1,5 m s.l.m.,				
Impresa esecutrice: Geotest Srl										Data: 25.11.2022				
Coordinate: 4.341.128 N 1.504.562 E										Redattore: Dott. Geol Alessio Sodde				
Perforazione: Carotaggio continuo 101 mm														
ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				1		1) Dis < 0.80 1.20							0.8	Strato A1 Materiale di riporto sabbioso fine di colore grigio chiaro
				2									2.0	Strato di tessuto non tessuto. Strato A2 Sabbie ghiaiose di colore nocciola chiaro con screziature grigie, con livelli cementati, sature da circa -1,8 m.

UBICAZIONE Pz4 4.341.128 N 1.504.562 E



POSIZIONAMENTO PZ4



POZZETTO GEOGNOSTICO PZ4

