



In superficie nei settori compresi tra Zerfaliu, Solarussa-Siamaggiore Nuraxinieddu, Cabras, Solanas, Donigala, Zeddiani e la fascia pedemontana del Montiferru a nord del Tirso e tra Ollastra, Simaxis, Oristano, Santa Giusta, Palmas ed Uras a sud del Tirso affiorano i depositi alluvionali antichi, composti da livelli di ciottoli e ghiaie poligeniche ed eterometriche, in matrice sabbio-limo-argillosa ferrettizzata, fortemente addensati e spesso terrazzati.

Lungo le fasce pedemontane si rinvencono depositi di conoide e di glaicis, molto simili alle alluvioni antiche del Tirso e presumibilmente ad esse coevi, ma più ricchi in elementi vulcanici, depositati dalle acque dei fiumi e torrenti provenienti dai massicci vulcanici del Montiferru e dell'Arci e dal massiccio paleozoico del Monte Grighine.

Nel settore compreso tra Donigala, Nurachi e Cabras sino a Riola e Baratili si trovano depositi alluvionali spianati, formati prevalentemente dal rimaneggiamento delle alluvioni antiche, con arricchimenti più francamente argillosi, le cosiddette alluvioni medie.

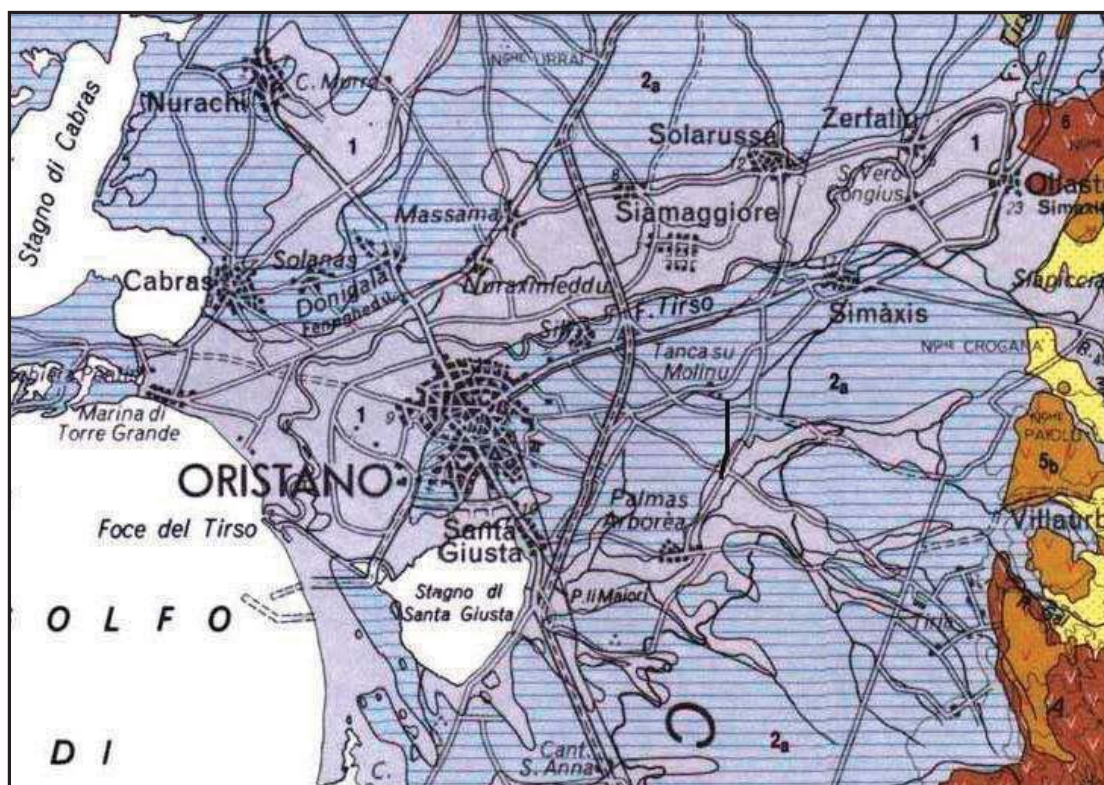
Anche in questi depositi, ubicati più lontano dal corso attuale del Tirso e dei suoi affluenti, si possono riconoscere delle superfici terrazzate, raccordate con le alluvioni recenti da ripe di erosione fluviale.

A sud di Santa Giusta e nel settore compreso tra Terralba e S. Nicolò Arcidano, questi depositi sono ricoperti da resti di antiche dune presumibilmente pre-tirreniane.

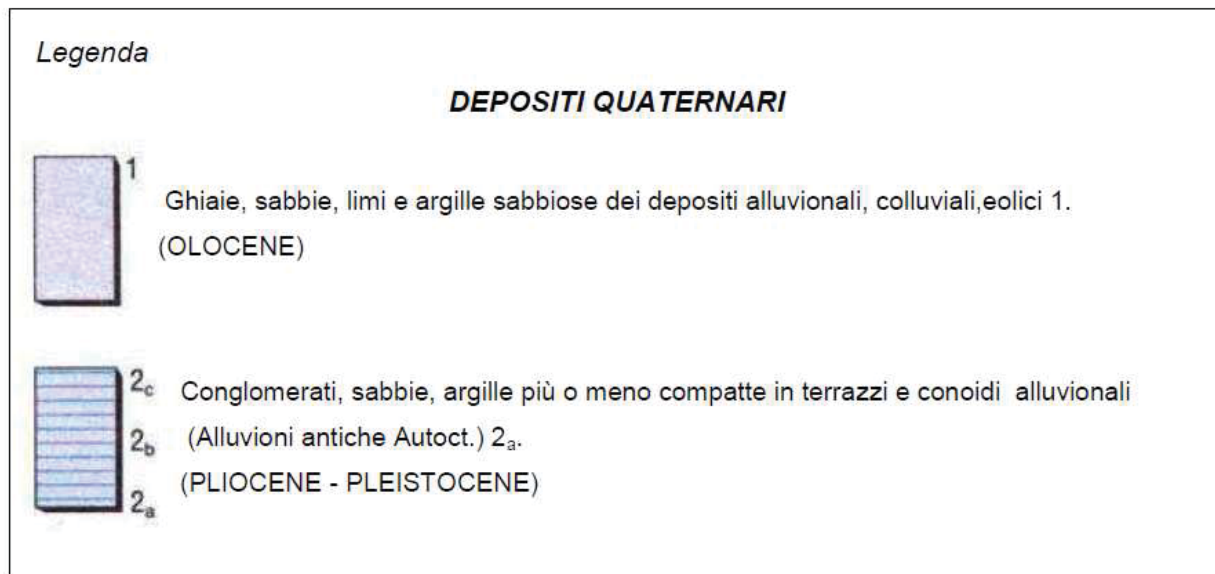
Lungo i corsi d'acqua affiorano le alluvioni recenti, costituite da sabbie quarzose fini e ghiaie e ciottoli etero metrici e poligenici.

All'interno delle alluvioni recenti si riconoscono, in corrispondenza di depressioni create dal divagare dei corsi d'acqua prima di raggiungere il mare, depositi palustri.

Queste zone, oggi bonificate, costituivano le aree paludose del Campidano.



Stralcio Carta Geologica della Sardegna 1:200.000



5.3 – Geologia dell'area

Le alluvioni antiche del Tirso

Le alluvioni costituenti la grande conoide del Tirso sono sempre state genericamente indicate come "alluvioni antiche o terrazzate", ricollegandole in tal modo a tutti quei depositi alluvionali sardi sparsi un po' ovunque nell'isola: in zone pianeggianti, ai bordi di massicci paleozoici, lungo le coste, nelle depressioni tettoniche o nelle valli di erosione e che venivano sempre indicate con il termine estremamente generico di "alluvioni terrazzate".

Esse sono costituite da sabbie medio-grossolane intercalate da livelli ciottolosi; i livelli sabbiosi sono costituiti da granuli arrotondati a prevalente componente quarzosa e cementate da ossidi di ferro e alluminio.

I livelli ciottolosi sono costituiti da clasti di dimensioni da centimetriche e decimetriche di natura basaltica, riolitica, ignimbratica e rari ciottoli di ossidiana, molto arrotondati, immersi in una matrice sabbioso-quarzosa, molto arrossata.

Questa formazione è limitata al tetto da una superficie d'erosione con la presenza localmente di un crostone carbonatico. I sedimenti sono di origine fluviale, appartenenti alle alluvioni del Tirso che, nella parte più prossima alle pendici del Monte Arci assumevano in carico i sedimenti costituenti le conoidi e i glacis del Monte Arci.

Alla base di tali depositi si trova una potente bancata di argille marine o salmastre che si incontrano generalmente nei sondaggi, ma è noto altri punti in cui affiorano prossime al piano di campagna.

Il rilevamento ha permesso di identificare una grande varietà di facies nelle alluvioni antiche, nella loro grande variabilità molte di queste mostrano dei caratteri comuni che sono stati usati come anello di congiunzione nel tentativo di distinguere i corpi alluvionali principali che formano il grande cono di deiezione del Tirso.

Si è cercato anche di gerarchizzare tali corpi tentando di stabilire delle età relative in base a considerazioni stratigrafico-deposizionali, morfologiche e, quando ciò è stato possibile, anche su basi paleopedologiche, si tenga sempre ben presente che tale gerarchizzazione, ai dati attuali, può essere solo puramente indicativa sia per l'incompletezza dei dati analitici fin qui acquisiti sia perché ci è ignota fino a

che punto eventuali movimenti neotettonici possono aver condizionato la successione sedimentaria, anche se dalla letteratura esistente pare che questa eventualità sia comunque alquanto remota.

Altri depositi di una certa importanza sono i detriti di versante che si estendono, coprendo le sabbie fluviali del Tirso, fin verso Ollastra. e Siapiccia.

Tali depositi sono formati da ciottoli eterometrici con dimensioni da centimetriche a decimetriche, poligenici a litotipi quarzosi, metamorfici, granitici e rare ossidiane. I ciottoli mostrano un grado di elaborazione alquanto scarso e sono immersi in una matrice sabbioso argillosa.

Alluvioni limose e sabbiose recenti ed attuali

Seguono l'andamento dell'attuale letto del Tirso estendendosi maggiormente lungo la sponda destra. Le caratteristiche granulometriche di questi sedimenti, costituite da elementi prevalentemente argillosi, sono in accordo con le modalità di deposizione dei materiali alluvionali; le ghiaie e le sabbie che predominano nell'alto e medio corso del fiume passano, in modo più o meno rapido, ai limi della bassa pianura.

Limi ed argille palustri

Una vasta superficie è interessata da zone paludose ricoperte da uno strato di materiali limoso-argillosi.

Di età recente, dall'Olocene all'attuale, questi depositi sono situati ai bordi degli stagni e paludi.

Le argille lacustri occupano le zone depresse e le aree degli stagni bonificati agli inizi del secolo, queste sono prevalentemente costituite da argille a carattere espandibile, montmorillonitiche di colore dal grigio chiaro (dato dal disfacimento del CaCO_3 dei gusci dei resti conchigliari talora abbondantemente presenti) a verde scuro e nero.

Il terreno in corrispondenza degli attraversamenti è stato attentamente studiato dal punto di vista geologico geotecnico. In particolare sono stati realizzati pozzetti esplorativi e sondaggi a carotaggio continuo. Il terreno è costituito principalmente da terre coesive argillose, argillo limose e sabbiose sia in alternanza che in vari rapporti granulometrici.

6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lo studio di compatibilità idraulica trova fondamento sulla base di diverse normative:

- P.A.I.
- P.S.F.F.
- P.G.R.A.

6,1 P.A.I.

La Regione Autonoma della Sardegna ha approvato il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) "Interventi sulla rete idrografica e sui versanti – Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni" col fine di garantire nel territorio della Regione Sardegna adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici e tutelare quindi le

attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni.

Come detto l'art. 2, comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI, recita:

- a) *prevede linee guida, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica.;*
- b) *disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1);*
- c) *disciplina le aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1).*

La Normativa individua quattro classi di probabilità di evento o classi di pericolosità in relazione alle quali è prescritta la perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica. Per la loro determinazione si effettua il calcolo delle portate di piena in sezioni idrografiche sufficientemente significative, relativamente a tempi ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, determinate attraverso i metodi correntemente adottati dall'idrologia per la Sardegna. Il PAI del 2004 ha individuato le aree di pericolosità per ciascuna delle classi previste nel DPCM del 29/09/1998 recepite nelle NdA del Piano di Assetto Idrogeologico.

In particolare sono rappresentati:

- *Il perimetro delle aree di esondazione con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni (pericolosità idraulica molto elevata Hi4);*
- *La fascia di elevata pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 50 e 100 anni (Hi3);*

- *La fascia di media pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 100 e 200 anni (Hi2);*
- *La fascia di moderata pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 200 e 500 anni (Hi1).*

	Hi4	Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 50 anni
	Hi3	Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 100 anni
	Hi2	Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 200 anni
	Hi1	Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 500 anni

6.2 P.S.F.F.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale. Il PSFF trova specificazione nella direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni e nel Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 che recepisce tale direttiva.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo



strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Per quanto riguarda le procedure di approvazione, si fa riferimento alla delibera n. 1 del 23 giugno 2011 del Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino della Sardegna recante "Predisposizione del complesso di studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)". Revoca della deliberazione del C.I. n. 1 del 31.03.2011, di adozione preliminare del P.S.F.F., e definizione di una nuova procedura per l'adozione e l'approvazione finale che prevede alcuni incontri e momenti di confronto con gli attori del territorio.

IL Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.2 del 17.12.2015, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, contenente nuove misure di salvaguardia del territorio regionale con l'individuazione di nuove aree di pericolosità idraulica e la modifica di altre precedentemente identificate dal PAI. Nel PSFF l'analisi idraulica è stata condotta utilizzando il modello numerico HEC-RAS che consente il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto permanente gradualmente variato od in moto vario, sia in alvei naturali, sia in canali artificiali, includendo anche la

valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc..

Per quanto riguarda gli aspetti normativi, il PSFF rimanda alle norme di attuazione del PAI.

Per quanto concerne gli elementi areali il Piano individua le cosiddette fasce fluviali, dette anche aree di pertinenza fluviale, che identificano quelle aree limitrofe all'alveo inciso occupate nel tempo dalla naturale espansione delle piene, dallo sviluppo morfologico del corso d'acqua, dalla presenza di ecosistemi caratteristici degli ambienti fluviali. Nel caso del Fiume Tirso il codice di calcolo HEC-RAS è stato utilizzato in condizioni di moto permanente e sono stati simulati eventi di piena con tempo di ritorno crescente compresi tra 2 e 500 anni.

In particolare, sui corsi d'acqua principali sono state individuate cinque fasce:

- ***fascia A_2 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 2 anni***, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, individua l'alveo a sponde piene, definito solitamente da nette scarpate che limitano l'ambito fluviale;
- ***fascia A_50 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 50 anni***, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- ***fascia B_100 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 100 anni***, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- ***fascia B_200 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 200 anni***, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, si estende fino al punto in cui le

quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata; la delimitazione sulla base dei livelli idrici è stata integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate alla dinamica fluviale che le ha generate;

- **fascia C o area di inondazione per piena catastrofica (deflusso della piena con tempo di ritorno 500 anni)**, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, rappresenta l'inviluppo esterno della fascia C geomorfologica (inviluppo delle forme fluviali legate alla propagazione delle piene sulla piana alluvionale integrate con la rappresentazione altimetrica del territorio e gli effetti delle opere idrauliche e delle infrastrutture interferenti) e dell'area inondabile per l'evento con tempo di ritorno di 500 anni (limite delle aree in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici di piena).

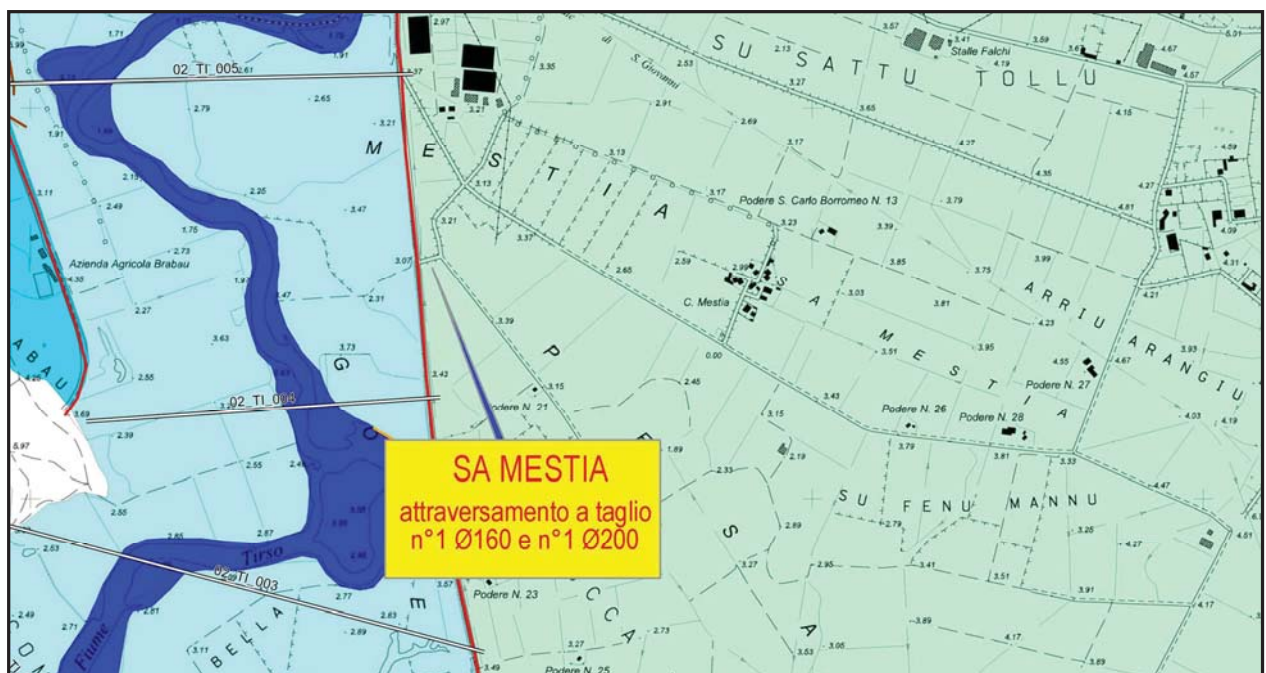


Figura 2 – Stralcio tavola TI004 del Piano Stralcio Fasce Fluviali - inquadramento area di intervento

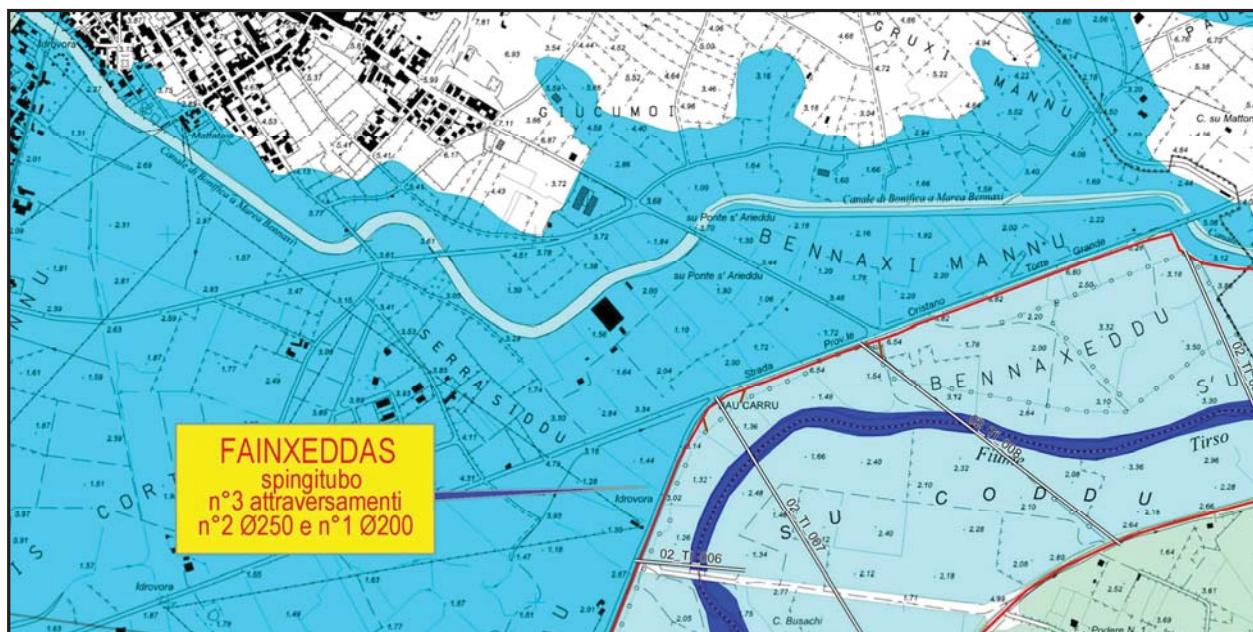


Figura 3 – Stralcio tavola TI004 del Piano Stralcio Fasce Fluviali - inquadramento area di intervento

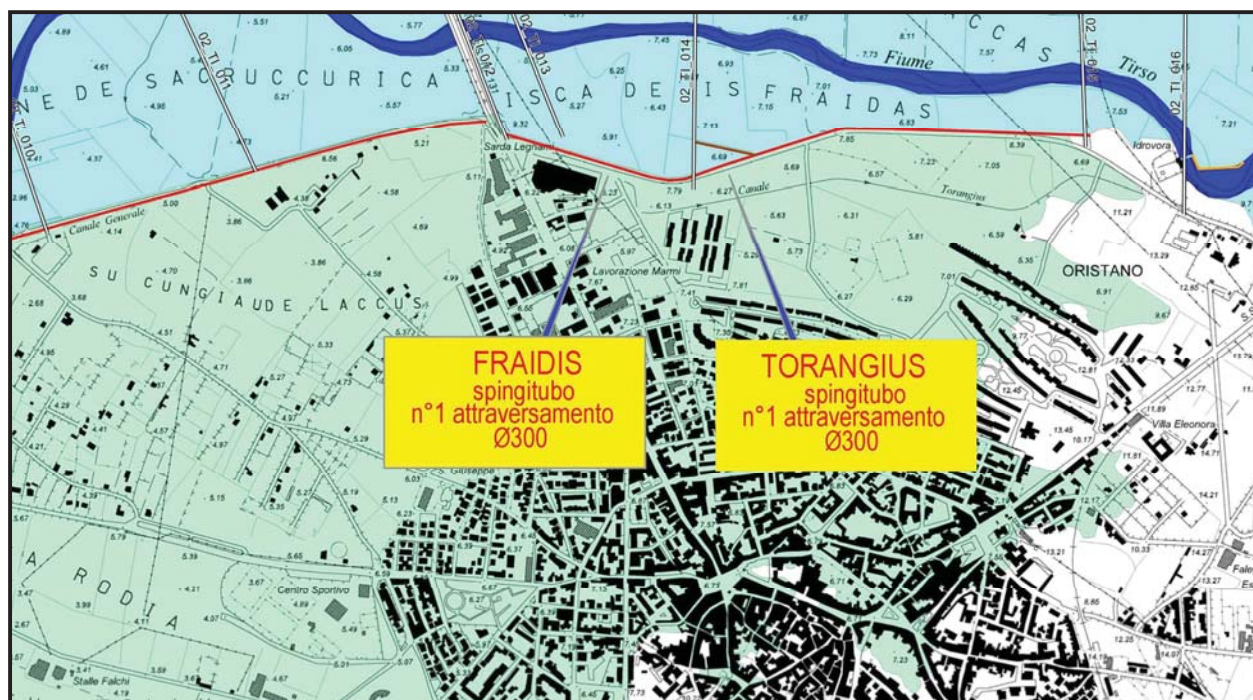


Figura 4 – Stralcio tavola TI005 del Piano Stralcio Fasce Fluviali - inquadramento area di intervento

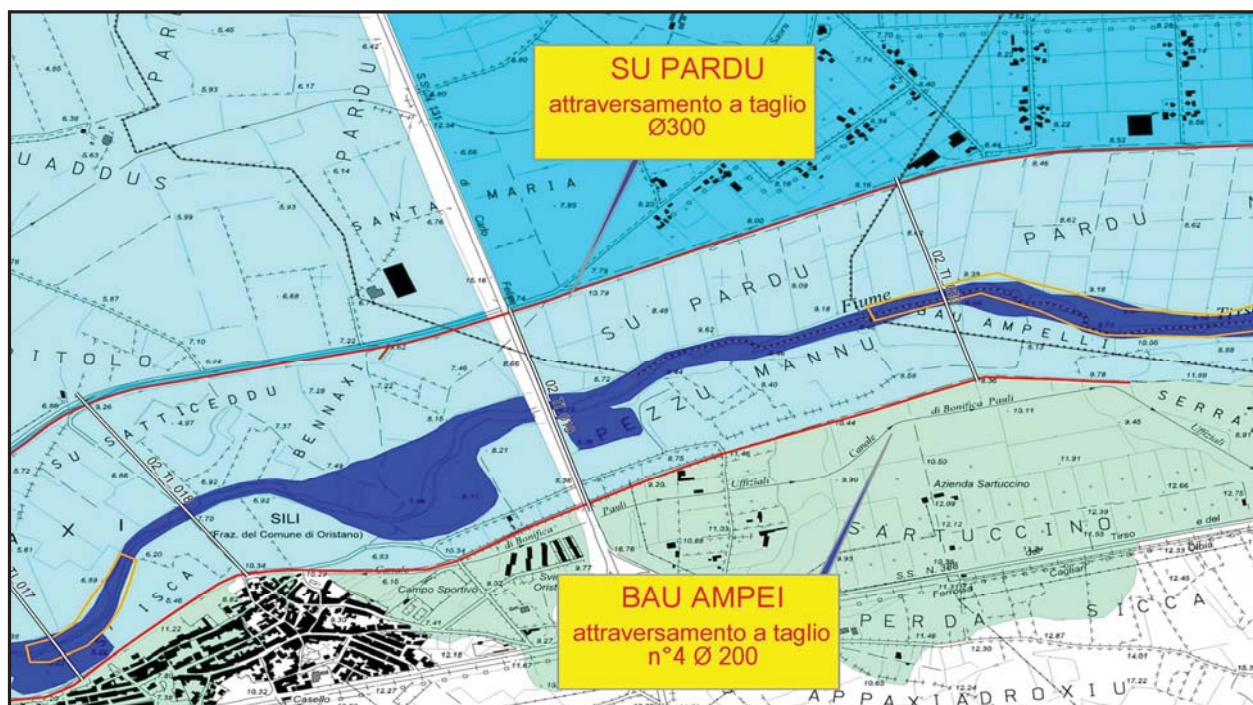


Figura 5 – Stralcio tavola TI007 del Piano Stralcio Fasce Fluviali - inquadramento area di intervento

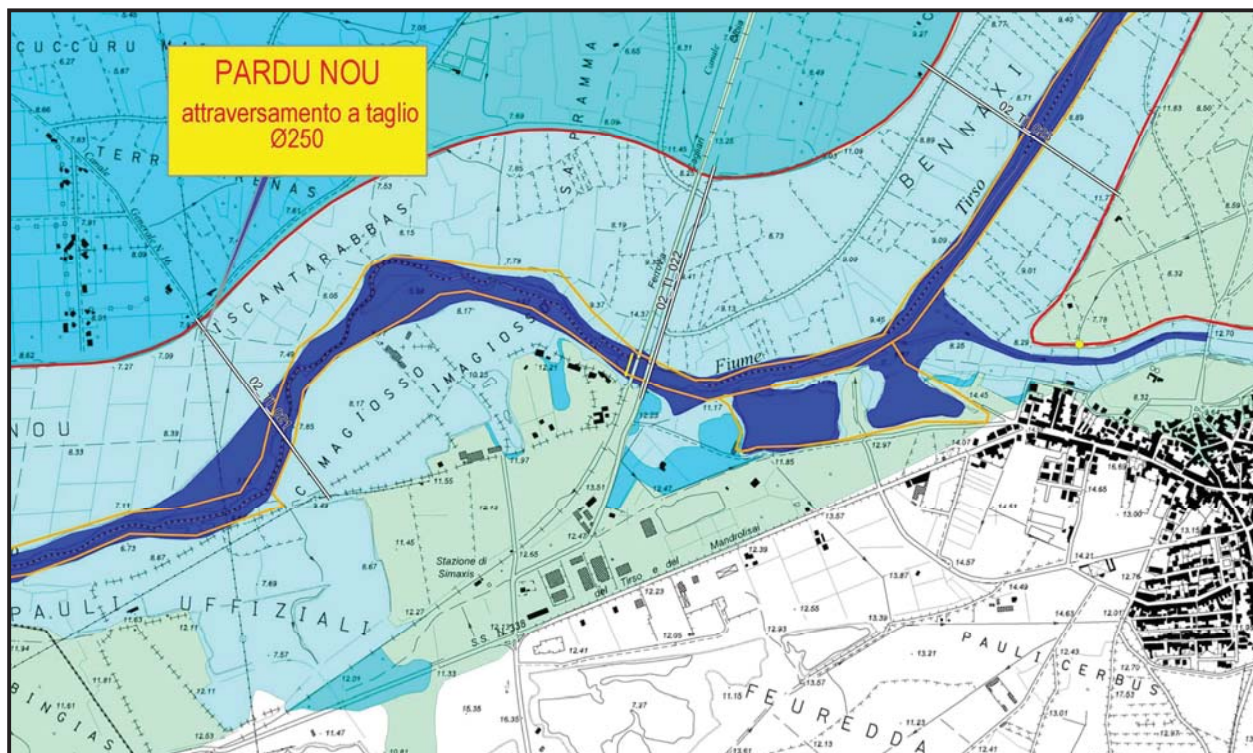


Figura 6 – Stralcio tavola TI009 del Piano Stralcio Fasce Fluviali - inquadramento area di intervento

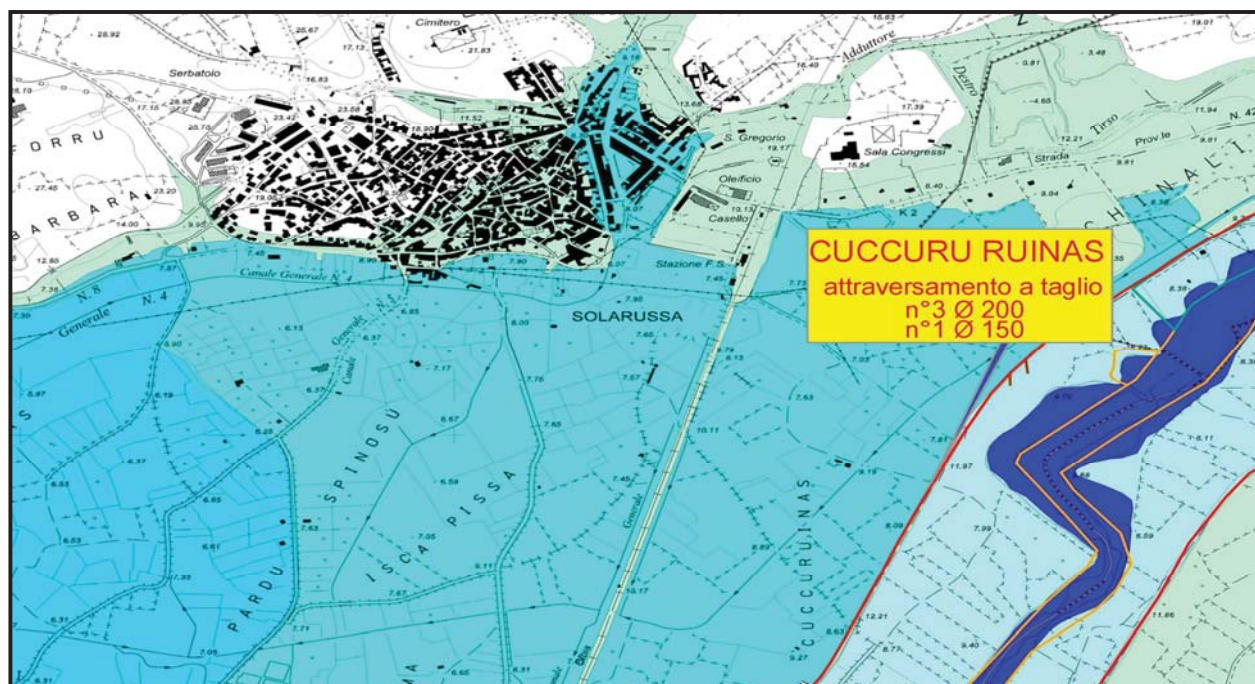


Figura 7 – Stralcio tavola TI010 del Piano Stralcio Fasce Fluviali - inquadramento area di intervento

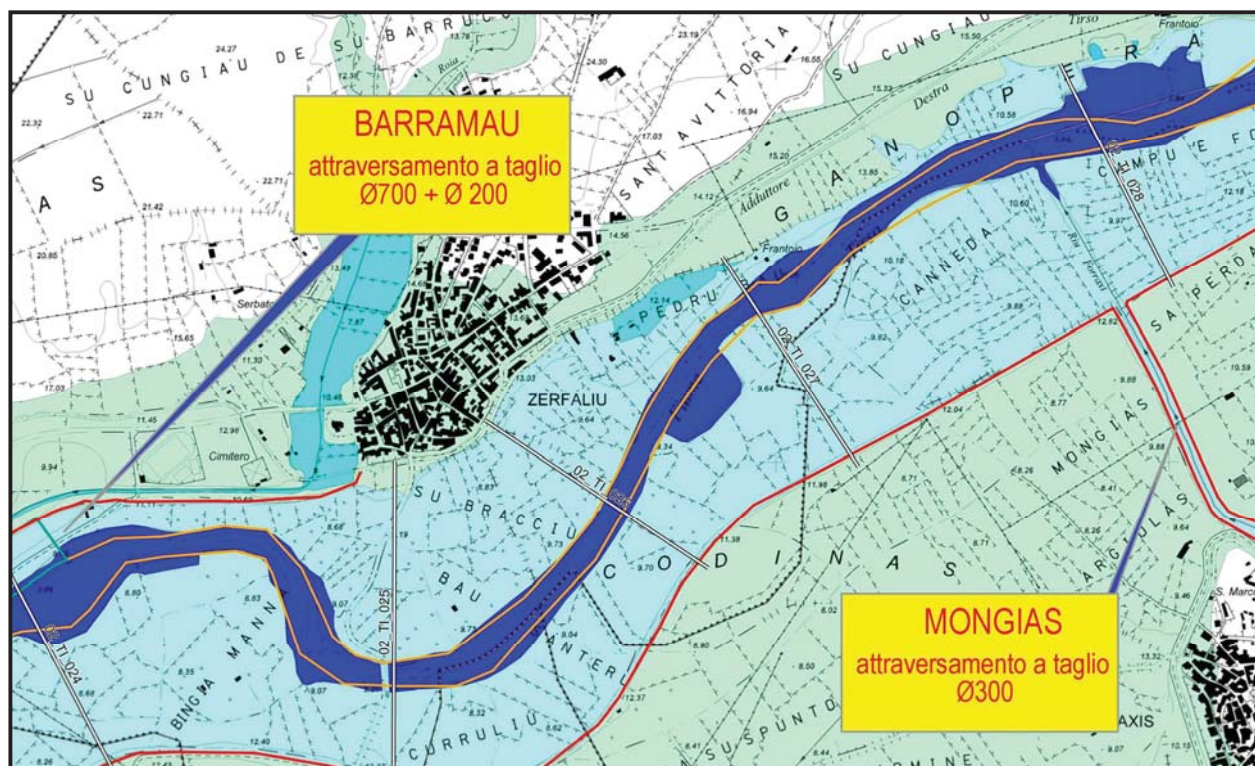


Figura 8– Stralcio tavola TI012 del Piano Stralcio Fasce Fluviali - inquadramento area di intervento



4.4 P.G.R.A.

In attuazione delle previsioni dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010 e dell'art. 13 del D.Lgs. 152/2006, con la Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n. 1 del 30.07.2015 è stata adottata la "Proposta di Piano di gestione del rischio di alluvioni" (di qui in poi PGRA) e la relativa documentazione per la Valutazione Ambientale Strategica, comprendente il Rapporto Ambientale, la Sintesi non tecnica e la Valutazione di incidenza ambientale.

Con successiva Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n. 2 del 30.07.2015 è stata approvata la proposta di variante al PAI costituita dall'integrazione del Titolo V alle N.A del PAI recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)" così come riportato nell'allegato A della suddetta deliberazione.

Le quattro classi di legenda utilizzate negli strumenti di pianificazione succitati (PAI, PSFF, studi ex art. 8 c.2 PAI e aree Cleopatra) sono state ricondotte alle tre classi individuate dal D.Lgs. 49/2010:

P3 – Classe di pericolosità elevata, per eventi con tempo di ritorno minori o uguali a 50 anni;

P2 – Classe di pericolosità media, per eventi con tempo di ritorno compresi tra 50 e 200 anni;

P1 – Classe di pericolosità bassa, per eventi con tempo di ritorno compresi tra 200 e 500 anni.

7. COMPATIBILITÀ IDRAULICA

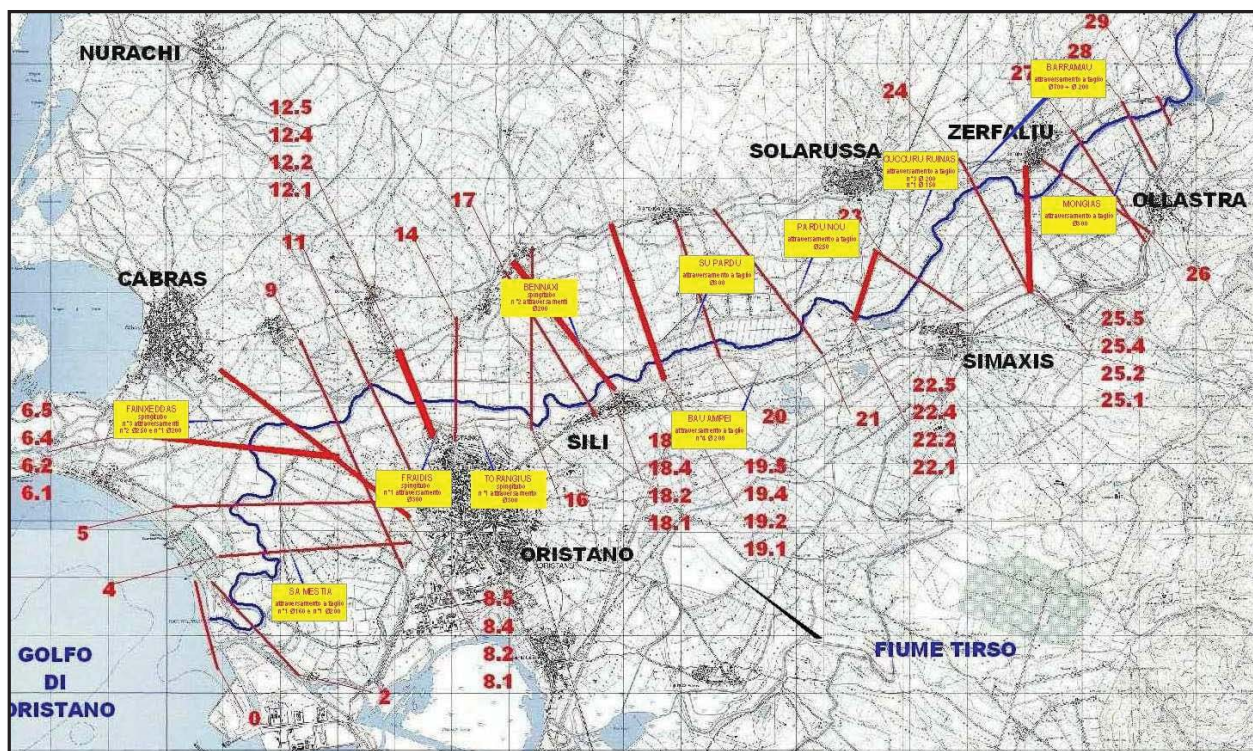
Dall'analisi effettuate nelle aree interessate agli interventi in progetto la pericolosità idraulica è indotta dal fiume Tirso ovvero è riconducibile a quanto previsto dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, i cui risultati in termini cartografici sono stati evidenziati nel paragrafo precedente.

Come si è potuto osservare dalla cartografia sopra riportata nell'elaborazione del Piano Stralcio Fasce Fluviali l'area golenale del Tirso è classificata A₂ mentre l'area esterna agli argini B₂₀₀.

Lo stesso PGRA, riprende fedelmente le fasce di pericolosità idraulica del PSFF.

Nel PAI la golena è classificata Hi4 mentre l'area esterna Hi1.

Nella figura seguente sono riportate le sezioni rilevate nel tratto terminale del Fiume Tirso, che ricomprende le aree di interesse dagli attraversamenti in progetto.



In particolare gli attraversamenti in oggetto ricadono in prossimità delle sezioni 4, 8, 12, 14, 16, 18, 21, 23 e 28 dello studio citato. Con riferimento alle simulazioni delle velocità idriche previste, si desume che in prossimità dei tratti di golena interessati dalle operazioni di posa, che verranno rinterrate parzialmente con il terreno nativo e corazzate con uno strato di circa 20 cm di ciottolame di granulometria 70/150 mm, la velocità del flusso idrico è compresa tra 1.00 e 2.00 m/s.

La presenza dei nuovi manufatti interrati, di natura e quantità identica alle opere già presenti in golena (condotte, blocchi d'ancoraggio), non costituiscono un aggravamento del rischio idraulico in relazione all'attuale.

Le operazioni di trivellazione orizzontale creano un rimaneggiamento locale del terreno in situ in prossimità dell'interfaccia terreno-tubazione. Tale disturbo potrebbe essere origine di filtrazioni o sifonamenti. Tale fattispecie non riveste però particolare preoccupazione in quanto la tubazione in golena è ricoperta da terreno con una permeabilità piuttosto bassa (dell'ordine o inferiore al 10^{-5} cm/s).

Si ritiene, pertanto, che le opere previste con i lavori in oggetto:

- non peggiorino le condizioni di funzionalità del regime idraulico del corso d'acqua, non aumentando il rischio di inondazione a qualunque livello;
- non peggiorino le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;
- non aumentino il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;
- non impermeabilizzino i suoli;
- non interferiscano con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;
- non incrementino le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati;
- garantiscano condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;

Oristano, Luglio 2018

Il Tecnico

Dott. Ing. Roberto Sanna