



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
DPGRS N° 239 del 04.12.96
Via Cagliari, 170 - 09170 ORISTANO



OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DELLE AREE IN RIVA DESTRA DEL FIUME TIRSO

STUDIO DI FATTIBILITA' GENERALE

CUP G16J15001280002

CAT P0616

Elaborato:
RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

All.

FTE 1

Il progettista

ing. Massimo Sanna

Scala

relazione geologica e geotecnica

geol. Simone Manconi

Data

Novembre 2016

compatibilità idraulica

ing. Gianluca Zuddas

Rev.

V. il Resp. del procedimento

ing. Roberto Sanna

Rev.

Sommario

<u>1. Premessa</u>	2
<u>2. Lo stato di fatto</u>	2
<u>3. Il progetto</u>	4
<u>3.1 Attività di pianificazione</u>	4
<u>4. Valutazione degli interventi</u>	7
<u>4.1 Rio Nura Craba</u>	7
<u>4.1.1 Scenario 0 (stato attuale)</u>	7
<u>4.1.2 Scenario 1 (ampliamento sezione del canale)</u>	7
<u>4.1.3 Scenario 2 (canale circondariale presso Canale Adduttore)</u>	7
<u>4.1.4 Scenario 3 (vasche di laminazione diffuse a monte)</u>	8
<u>4.1.5 Scenario 4 (vasca di laminazione in corrispondenza del Canale Adduttore)</u>	8
<u>4.1.6 Scenario 5 (vasca di laminazione posta a 500 metri a monte del Canale Adduttore)</u>	8
<u>4.1.7 Scenario 6 (vasca di laminazione posta tra il Saoru e il Nura Craba)</u>	9
<u>4.2 Rio Saoru</u>	9
<u>4.2.1 Scenario 0 (stato attuale)</u>	9
<u>4.2.2 Scenario 1 (canale deviatore verso il fiume Tirso)</u>	9
<u>4.2.3 Scenario 2 (ampliamento della sezione)</u>	10
<u>4.2.4 Scenario 3 (cassa di laminazione a monte del paese di Zerfaliu)</u>	10
<u>5. Scelta progettuale sul Rio Nura Craba</u>	11
<u>5.1 Interventi in progetto</u>	11
<u>5.1.1 Traversa di laminazione</u>	13
<u>5.1.2 Vasca di dissipazione</u>	13
<u>5.1.3 Realizzazione di un canale deviatore</u>	14
<u>5.1.4 Attraversamenti del canale deviatore</u>	15
<u>5.1.4.1 Attraversamento Canale Adduttore Destra Tirso</u>	15
<u>5.1.4.2 Attraversamento Strada Provinciale SP 9</u>	16
<u>5.1.3 Realizzazione di un canale deviatore</u>	14
<u>5.1.4 Attraversamenti del canale deviatore</u>	15
<u>5.1.5 Allargamento del canale Rio Nura Craba</u>	17
<u>5.1.6 Modifiche sugli attraversamenti stradali</u>	18
<u>5.1.6.1 Attraversamento sulla Strada Provinciale Solarussa Simaxis (B06)</u>	19
<u>6. Scelta progettuale sul Rio Saoru</u>	19
<u>6.1 Interventi in progetto</u>	19
<u>6.1.1 Traversa di laminazione</u>	20
<u>6.1.2 Vasca di dissipazione</u>	21
<u>6.1.3 Ricalibrazione della sezione</u>	21
<u>6.1.4 Modifiche sugli attraversamenti</u>	22
<u>6.1.4.1 Attraversamento Canale Adduttore Destra Tirso</u>	22
<u>6.1.4.2 Attraversamento ponte ferroviario</u>	23
<u>7. Quadro economico</u>	

1. Premessa.

Con Deliberazione n. 31/3 del 17/06/2015 la Giunta regionale ha approvato in via definitiva il “Piano regionale delle infrastrutture”. Nel suddetto programma risulta compreso l’intervento denominato “Opere di mitigazione del rischio idrogeologico delle aree in riva destra del fiume Tirso – Importo € 800.000” da realizzarsi in regime di convenzione tra l’Amministrazione regionale, in qualità di ente finanziatore e il Consorzio di Bonifica dell’Oristanese in qualità di soggetto attuatore.

In data 22.10.2015 è stata stipulata la convenzione tra Assessorato dei Lavori Pubblici e questo Consorzio.

Il Consorzio di Bonifica dell’Oristanese dovrà procedere alla stesura di un progetto generale nel quale dovranno essere identificati tutti gli interventi necessari per la risoluzione delle problematiche individuate dagli atti di pianificazione di bacino, nello specifico le opere di mitigazione del rischio idrogeologico delle aree in riva destra del fiume Tirso.

Tra le soluzioni individuate nel progetto generale si dovrà realizzare un primo lotto prioritario, di cui Il Consorzio di Bonifica provvederà alla progettazione delle opere ed alla loro successiva realizzazione.

2. Lo stato di fatto.

La zona oggetto del presente studio è ricompresa nel comprensorio di bonifica “Nord” nei territori comunali di Zerfaliu, Solarussa, Siamaggiore, Oristano e Cabras.

Nell’ambito della redazione degli “Studi, indagini, elaborazioni attinenti all’ingegneria integrata, necessari alla redazione dello studio denominato progetto di piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF)” l’area in oggetto è inserita nel bacino idrografico del fiume Tirso, sebbene sia stata valutata solo sulla base di tale corso d’acqua e non del reticolo secondario. Quest’ultimo ha una rilevanza notevole come si è evinto dagli eventi piovosi del 18 novembre 2013, che hanno messo alla luce problematiche idrauliche soprattutto nei comuni di Solarussa e Zerfaliu.

Nel presente studio, ai fini della valutazione della pericolosità idraulica sono stati indagati i corsi d’acqua principale in riva destra del fiume Tirso: il rio Saoru, il rio Nura Craba e il rio Tanui.

L’asta principale del rio Saoru scorre in direzione nord-sud costeggiando l’abitato di Zerfaliu e successivamente, dopo aver attraversato il canale di irrigazione denominato Adduttore destro Tirso, cambia direzione scorrendo parallelamente all’argine destro del Tirso.

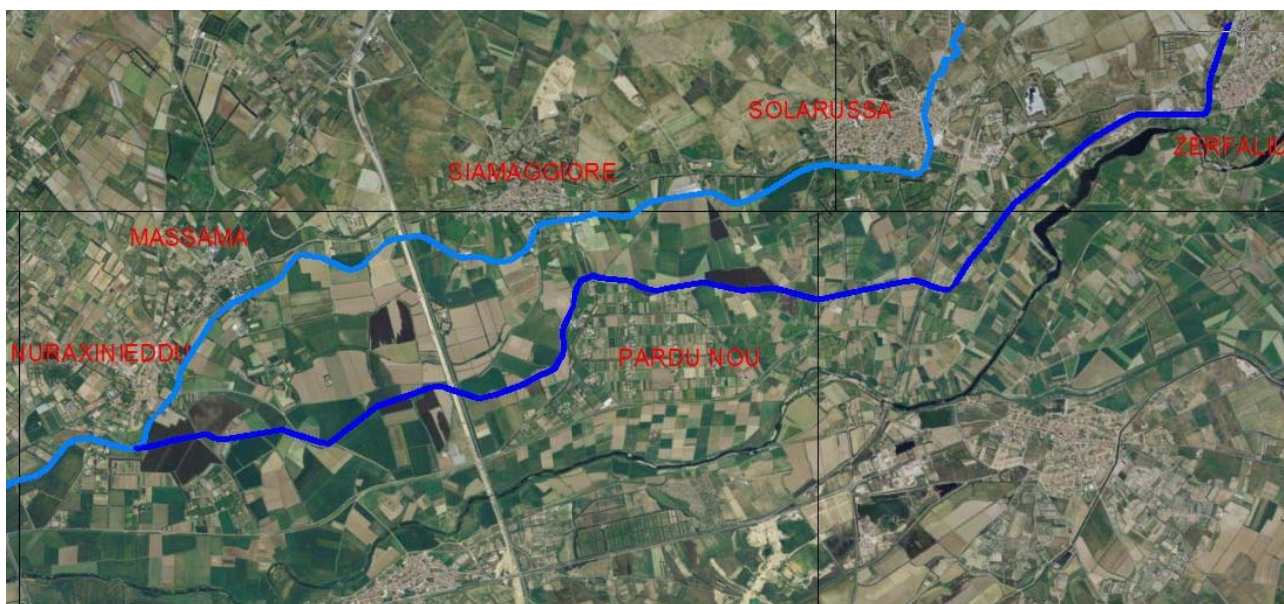


Figura 1 – Inquadramento del rio Saoru

Appena a monte dell'abitato di Solarussa ha origine il Rio Nura Craba. Questo scorre dentro un canale tombato di sezione rettangolare per tutto il tratto urbano e fino alla periferia sud del centro abitato (circa 1,2 Km), per poi proseguire, a cielo aperto, lungo un alveo a sezione trapezia con savanella centrale rivestita in cls.



Figura 2 - Inquadramento del rio Nura Craba

I due rii si sviluppano parallelamente all'argine destro del fiume Tirso, rimanendo distanziati tra loro per circa un chilometro, per poi incontrarsi a sud dell'abitato di Nuraxinieddu e confluire nel

rio Tanui. Proseguendo in direzione ovest-est, dopo circa una decina di chilometri si immettono nello stagno di Cabras mediante il Canale a marea Bennaxi (parte terminale del rio Tanui).



Figura 3 - Inquadramento del rio Tanui

3. Il progetto.

Lo scopo del presente progetto è quello di mitigare il rischio idraulico nella zona sopra descritta. A tal fine, i principali obiettivi dello studio possono essere riassunti nei seguenti punti:

1. esame dell'attività di pianificazione già svolta in merito alla definizione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvioni;
2. esame ed eventuale integrazione della pianificazione, anche mediante censimento delle opere di difesa idraulica e delle opere interferenti esistenti;
3. studio e valutazione degli interventi non strutturali e delle azioni strutturali per la riduzione della pericolosità, e di conseguenza del rischio, comprese le azioni strutturali che si rende necessario effettuare nelle opere che interferiscono con i corsi d'acqua;

3.1. Attività di pianificazione

Per la valutazione della pericolosità idraulica si sono valutate preliminarmente gli studi già eseguiti da altri enti, in particolare il progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) che mette in

evidenza la pericolosità idraulica del fiume Tirso, e gli adeguamenti dei Piani Urbanistici Comunali al PAI, come previsto dall'articolo 8 delle NTA.

In realtà, solo alcuni comuni del territorio in esame hanno già eseguito l'adeguamento del proprio PUC al PAI, rendendo più difficile la coordinazione degli stessi studi. Tali comuni sono quelli di Solarussa, Cabras e Oristano.

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese ha proceduto a redigere un nuovo studio relativo ai corsi d'acqua precedentemente descritti, anche nei tratti già valutati dai PUC redatti dei singoli comuni. Questo si rende necessario perché i singoli studi sono stati eseguiti sulla base di metodi e criteri diversi, a volte discordanti tra loro, il che non rende possibile una coordinazione dei diversi risultati. Al fine di omogeneizzare le valutazioni sui corsi d'acqua dei quali si vogliono mitigare gli effetti, è stato eseguito uno studio unico di tutto il reticolo.

La valutazione delle aree di esondazione parte dallo studio idrologico dell'area interessata, ossia dalla determinazione delle portate di piena per diversi tempi di ritorno (50, 100, 200 e 500 anni).

Per il calcolo delle portate si è utilizzato il modello di afflussi-deflussi, per il quale si devono determinare preliminarmente le piogge di progetto, stimate utilizzando le curve di possibilità pluviometrica di Deidda et al. (2000) basate sulla distribuzione TCEV.

A partire dagli afflussi meteorici, si possono quindi calcolare i rispettivi deflussi mediante il metodo del Curve Number proposto dal Soil Conservation Service il quale permette di determinare la capacità di accumulo del terreno in funzione del tipo di uso del suolo.

Noti i valori di deflusso superficiale e le aree contribuenti alla piena si sono determinati per ogni sezione di interesse dei corsi d'acqua oggetto del presente studio gli idrogrammi di progetto.

Per ogni bacino afferente alle sezioni di interesse individuate, si sono calcolati:

- *i parametri geometrici del bacino (area del bacino, altezza media, pendenza media, curva ipsografica);*
- *i parametri geometrici dell'asta principale (lunghezza dell'asta fluviale, pendenza media);*
- *tempi di corrivazione;*
- *altezze di precipitazione sulla base del modello probabilistico TCEV in funzione di 4 tempi di ritorno (50 anni, 100 anni, 200 anni e 500 anni);*
- *aree contribuenti ai vari istanti temporali;*
- *CN sulla base della carta dell'uso del suolo fornita dalla Regione Sardegna;*
- *definizione dello ietogramma netto di precipitazione per ogni tempo di ritorno;*

- *calcolo dell'idrogramma mediante combinazione dello ietogramma netto e delle aree contribuenti, per ogni tempo di ritorno.*

Il sistema idraulico del territorio in esame è stato ricreato sul software ArcGis che permette di generare un modello georeferenziato della rete idrica da studiare.

Questo è possibile mediante l'utilizzo di supporti quali le Carte Tecniche Regionali (CTR) con scala 1:10.000 e, soprattutto, i Digital Terrain Model (DTM). Questi ultimi svolgono un ruolo fondamentale nella modellazione perché permettono uno studio tridimensionale del modello, in quanto a partire da essi è possibile assegnare una quota agli elementi costituenti il modello.

Nello specifico, si sono utilizzati i DTM con passo 1 m forniti dal "Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare" e quelli presenti sul sito della Regione Sardegna relativi alla fascia costiera.

Inputando le aste principali costituenti il reticolo e le sezioni è possibile determinare le quote relative alle varie progressive per ogni sezione, oltre che il profilo longitudinale del corso d'acqua.

Il modello generato su ArcGis è stato quindi esportato sul software HEC-RAS che permette di effettuare l'analisi idraulica del modello della rete idrica sulla base delle portate calcolate.

L'elaborazione dei dati ha permesso di individuare le insufficienze delle varie sezioni e di conseguenza definire le aree di pericolosità idraulica H_4 , H_3 , H_2 , H_1 e relative ai tempi di ritorno rispettivamente di 50 anni, 100 anni, 200 anni e 500 anni.

I corsi d'acqua presi maggiormente in esame sono il rio Nura Craba e il rio Saoru. Questi due mostrano importanti insufficienze delle sezioni e aree di esondazioni molto estese, come si può osservare negli allegati.

Per questo motivo si è reso necessario definire delle soluzioni progettuali atte alla riduzione della pericolosità idraulica.

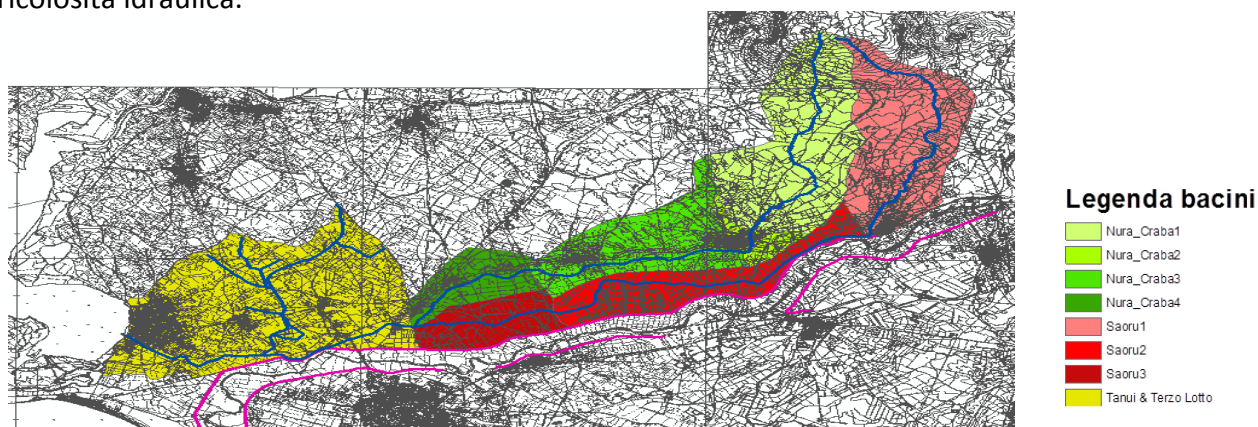


Figura 4 - Carta dei bacini

4. Valutazione degli interventi

La fase progettuale ha visto diverse proposte atte alla riduzione della pericolosità idraulica, o quantomeno alla mitigazione del rischio idraulico.

Sono state studiate varie ipotesi progettuali definendo, così, diversi scenari sui singoli corsi d'acqua. Tutti gli scenari che verranno descritti in seguito prevedono degli interventi basilari, finalizzati ad un migliore smaltimento delle acque e riduzione degli ingombri all'interno degli alvei.

Tali interventi sono:

- Manutenzione dei canali, pulizia dalla vegetazione che invade gli alvei e ripristino della savanella centrale rivestita in cls;
- Demolizione dei ponti canali, utilizzati in passato per l'irrigazione ma ormai in disuso;
- Realizzazione di attraversamenti sub-alveo dei ponti tubo presenti lungo i corsi d'acqua.

Questi interventi garantiscono una mitigazione del rischio idraulico, seppur non sufficiente a deperimetrare le aree esondabili individuate con la modellazione idraulica svolta.

4.1. Rio Nura Craba

Per quanto riguarda il rio Nura Craba, le soluzioni progettuali proposte sono:

4.1.1. Scenario 0 (stato attuale)

Lo scenario 0 rappresenta la situazione attuale, ossia lo stato di fatto esistente

4.1.2. Scenario 1 (ampliamento sezione del canale)

E' stata effettuata la modellazione supponendo di allargare la sezione del canale sia nel centro abitato che a valle dello stesso.

Per quanto riguarda il primo tratto, si è ipotizzato di portare la sezione dagli attuali 3 m di larghezza e 2,5 m di altezza rispettivamente a 6 m e 3,5 m. Per il tratto vallivo si è prospettato un allargamento variabile lungo lo sviluppo longitudinale in funzione dei risultati della modellazione idraulica dello stato attuale, così da contenere la piena centennale e risolvere, sezione per sezione, l'insufficienza idraulica.

4.1.3. Scenario 2 (canale circondariale presso Canale Adduttore)

Lo scenario 2 prevedeva la realizzazione di un canale deviatore in cui convogliare le acque del Nura Craba per mezzo di uno stramazzo a larga soglia.

La quota di prelievo è prevista a circa 11 m s.l.m., mentre quella di sbocco per circa 7 m s.l.m

4.1.4. Scenario 3 (vasche di laminazione diffuse a monte)

Per lo scenario 3 sono state ipotizzate diverse piccole vasche di laminazione, caratterizzate da sbarramenti di pochi metri d'altezza. Queste sono localizzate nei vari corsi d'acqua che costituiscono il reticolo minore e che confluiscono sul Nura Craba, così da laminare a monte la piena e evitare che i vari colmi entrino in fase.

4.1.5. Scenario 4 (vasca di laminazione in corrispondenza del Canale Adduttore)

Con questa ipotesi progettuale si è pensato di realizzare una cassa di laminazione appena a monte del Canale Adduttore, ad una quota pari a 10,6 m s.l.m., in modo che la vasca di dissipazione a valle della traversa sia contenuta tra il corpo dello sbarramento e il Canale Adduttore medesimo.

4.1.6. Scenario 5 (vasca di laminazione posta a 500 metri a monte del Canale Adduttore)

Si prevede la realizzazione di una vasca di laminazione capace di laminare le piene con tempo di ritorno di 100 anni, posta ad una quota pari a 15,3 m s.l.m., ovvero a circa 500 m a monte del Canale Adduttore.

Associata alla cassa è stato dimensionato un canale circondariale in grado di smaltire la portata uscente dalla traversa. Questo presenta delle problematiche legate alle quote di scavo, comunque inferiori rispetto allo scenario 2, in quanto la quota di partenza è pari a 14,3 m s.l.m. Il percorso previsto passa al di sotto del Canale Adduttore (che verrà quindi bypassato mediante la realizzazione di un attraversamento), e si immette in un vecchio canale del Consorzio di Bonifica, il quale transita adiacente alla Chiesa di San Gregorio. Da qui, procede in direzione sud, fino al congiungimento col rio Nura Craba in prossimità dell'inizio della SP15.

Il canale suddetto ha sezione rettangolare nel primo tratto di immissione, per poi assumere una conformazione trapezia fino al Canale Adduttore. Da qui, fino alla confluenza, continua con sezione rettangolare al fine di contenerne l'ingombro.

In funzione della portata che il canale è in grado di smaltire, prossima a 15 mc/s, è stata dimensionata la traversa e la bocca tarata. La prima è prevista con un'altezza pari a 7,17 m

(volume di invaso 132.790,00 mc), mentre la seconda ha larghezza di 1,5 m e altezza di 1 m. Tali dimensioni dovrebbero garantire anche lo smaltimento dell'eventuale materiale solido, dovuto alla piena.

Attraverso le ipotesi progettuali proposte nello scenario 5 si è in grado di mitigare e ridurre il rischio idraulico lungo tutta l'asta del rio Nura Craba, e inoltre si riesce a convogliare volumi d'acqua molto minori sul rio Tanui, mitigando indirettamente gli effetti delle piene anche su quest'ultimo.

4.1.7. Scenario 6 (vasca di laminazione posta tra il Saoru e il Nura Craba)

Questa ipotesi progettuale prevede che venga disposta una vasca di laminazione in condivisione tra i due corsi d'acqua principali della rete, posta nel tratto in cui i due fiumi scorrono paralleli a monte della località Pardo Nou.

La descrizione dettagliata dei diversi scenari e le motivazioni che hanno portato all'individuazione della scelta progettuale ottimale sono riportate nell'elaborato di progetto "Studio di Compatibilità Idraulica"

Nel caso specifico la scelta è ricaduta sullo scenario 5.

4.2. Rio Saoru

Per quanto riguarda il rio Saoru, le soluzioni progettuali proposte sono:

4.2.1. Scenario 0 (stato attuale)

Lo scenario 0 rappresenta la situazione attuale, ossia lo stato di fatto preesistente. Nella definizione della geometria sono stati inseriti i ponti attualmente presenti lungo il rio Saoru.

4.2.2. Scenario 1 (canale deviatore verso il fiume Tirso)

Questa soluzione prevede la realizzazione di un canale deviatore che allontani quota parte delle acque del rio Saoru e le convogli sul fiume Tirso. Esso dovrebbe partire appena a valle del Canale Adduttore e passare attraverso l'argine destro del fiume Tirso.



Figura 5 - Canale diversivo scenario 1

4.2.3. Scenario 2 (ampliamento della sezione)

Lo scenario 2 prevede di allargare la sezione del rio Saoru laddove la modellazione idraulica mette in evidenza l'insufficienza della stessa. Poiché allo stato attuale si possono osservare diffuse aree di esondazione già con portate cinquantennali, si dovrebbe ampliare praticamente tutto il rio Saoru, con la realizzazione di argini laterali che permettano di contenere la sezione.

Per poter materializzare questo scenario si dovrebbero eseguire importanti espropri e progettare opere in grado di smaltire le acque che, diversamente, ristagnerebbe sui lati campagna degli argini, oltre che ridefinire tutti i ponti, le passerelle e i tombini presenti lungo lo sviluppo longitudinale del rio Saoru.

4.2.4. Scenario 3 (cassa di laminazione a monte del paese di Zerfaliu)

Questa ipotesi progettuale prevede la realizzazione di una cassa di laminazione in prossimità del centro abitato col fine di ridurre il picco di piena a valle e contenere la risistemazione idraulica del rio Saoru. Infatti, attualmente, il Municipio del comune di Zerfaliu risulta essere in zona di rischio idraulico in seguito al già citato Ciclone Cleopatra.

La traversa è prevista in concomitanza della Strada Provinciale 9, sicché essa dovrà risultare carrabile.



Figura 6 – In rosso la posizione della traversa di laminazione sul rio Saoru

Lo scenario 3 prevede, inoltre, la definizione di una nuova sezione per un tratto del rio Saoru tale da contenere la piena centennale, più piccola rispetto a quanto preventivato con lo scenario 2 grazie alla laminazione delle piene dovuta alla traversa. La sezione ha forma trapezia realizzata con savanella centrale in calcestruzzo in grado di smaltire la portata di magra.

La descrizione dettagliata dei diversi scenari e le motivazioni che hanno portato all'individuazione della scelta progettuale ottimale sono riportate nell'elaborato di progetto "Studio di Compatibilità Idraulica"

5. Scelta progettuale sul Rio Nura Craba

Nel caso specifico la scelta è ricaduta sullo scenario 5.

5.1. Interventi in progetto

Gli interventi previsti possono essere riassunti nei seguenti punti:

Realizzazione di una traversa di laminazione

Realizzazione vasca di dissipazione

Realizzazione di un canale deviatore

Attraversamenti del canale deviatore

Allargamento canale rio Nura Craba

Modifica sugli attraversamenti del Rio Nura Craba

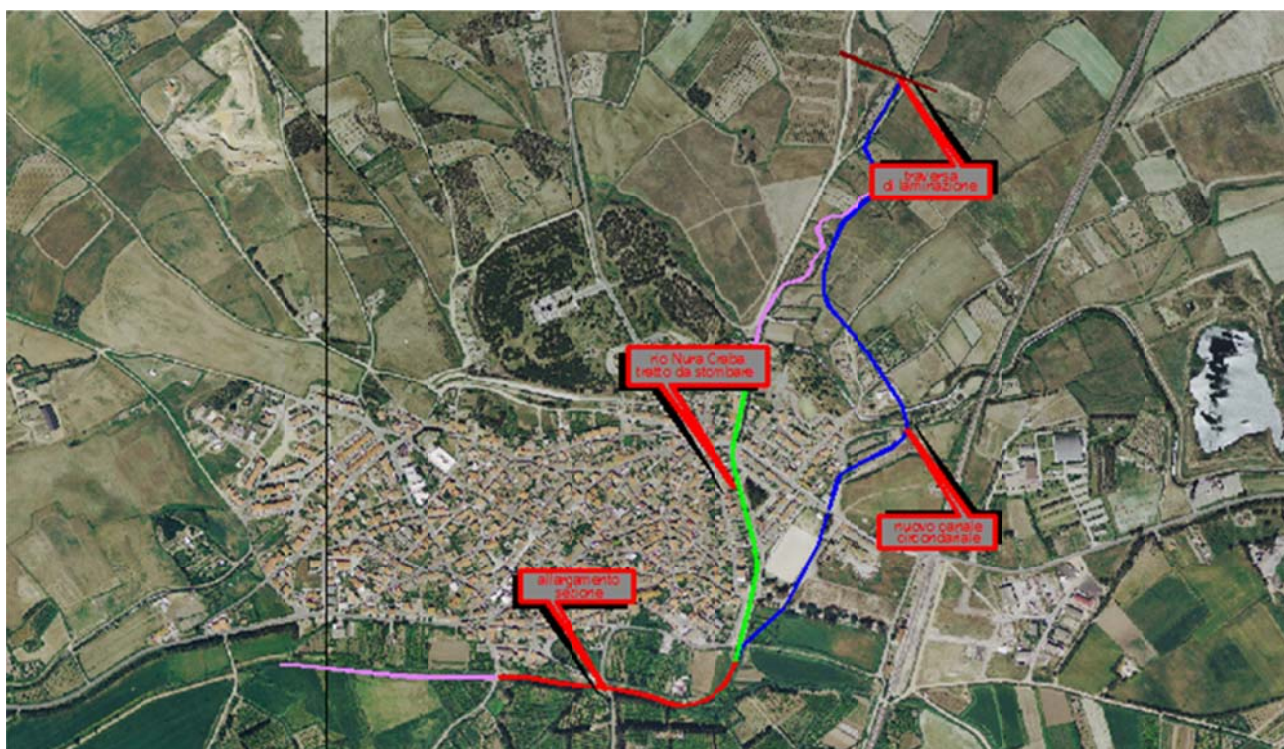
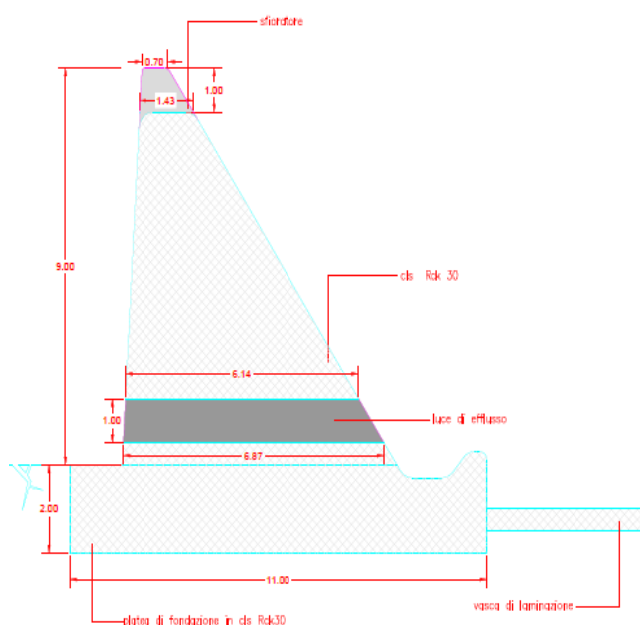


Figura 7 - Interventi previsti sul rio Nura Craba

5.1.1. Traversa di laminazione

La traversa è stata dimensionata per proteggere il centro abitato da eventi con tempi di ritorno inferiori o uguali a 100 anni, e messa in sicurezza per eventi cinquecentennali.



Essa è stata posta a quota 15,3 m s.l.m., a circa 500 m a monte del Canale Adduttore. La traversa è interamente realizzata in calcestruzzo con una lunghezza di 206,00m e una lunghezza altezza è di 9,00

m e il volume massimo invasato è pari a 132.790,00 mc d'acqua. A 0,50 m dalla base della traversa è prevista una bocca tarata che lavori come luce sotto battente di larghezza pari a 1,5 m e altezza pari a 1,0 m. Queste dimensioni nascono da un compromesso necessario affinché la piena venga adeguatamente laminata e non ci sia ostruzione della stessa dovuta al trasporto solido tipico degli eventi di piena.

Attraverso l'equazione di deflusso per luce sotto battente si ricava una portata massima pari a 14,8 mc/sec.

5.1.2. Vasca di dissipazione

A valle della traversa è prevista una vasca di dissipazione in calcestruzzo al fine di ridurre la velocità della corrente uscente dalla traversa ovvero per dissiparne l'energia in eccesso. Tale vasca di costituisce un punto di disconnessione della rete, in modo tale da creare un piccolo serbatoio dal quale convogliare le portate laddove si renda necessario. In particolare, è stata definita sulla parete frontale allo sviluppo longitudinale del rio Nura Craba una paratoia ad altezza regolabile con luce di fondo di altezza di 0,20 m e larghezza di 0,80 m (l'aspetto per cui è ad altezza regolabile è fondamentale perché ne rende possibile la variazione a seconda delle esigenze sia in fase di piena che in quella successiva in cui si dovrà procedere con la pulizia della vasca) col fine di garantire un afflusso nel corpo idrico principale di 500 litri/s. Sulla parete laterale si è, invece, dimensionato uno sfioratore che permetta di convogliare nel canale deviatore una portata pari a 15 mc/s, di larghezza pari a 8,60 m. La cassa ha forma rettangolare e presenta al proprio interno elementi dissipatori. In particolare si sono disposti con interasse di 3 m tre file sfalsate di cubi dissipatori, distanziati tra loro di 2 m. Inoltre, davanti alla luce di fondo si è predisposta una trave che permetta di ridurre ulteriormente l'energia della corrente e che funga anche da ostacolo per il materiale flottante che potrebbe andare ad intasare l'apertura.

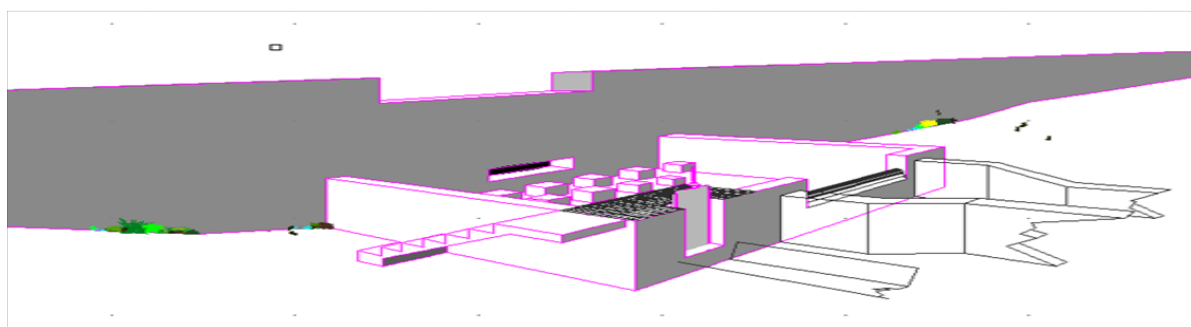


Figura 8- Vasca di dissipazione della traversa sul rio Nura Craba

5.1.3. Realizzazione di un canale deviatore

A partire dalla vasca di dissipazione, a valle della traversa, parte un canale diversivo che permette di allontanare le portate uscenti così da ridurre il picco di piena all'interno del centro abitato.

Il canale prevede di seguire un tracciato tale da limitare al minimo gli scavi e il proprio ingombro, così da evitare espropri ingenti o delocalizzazioni delle attività presenti nel territorio.

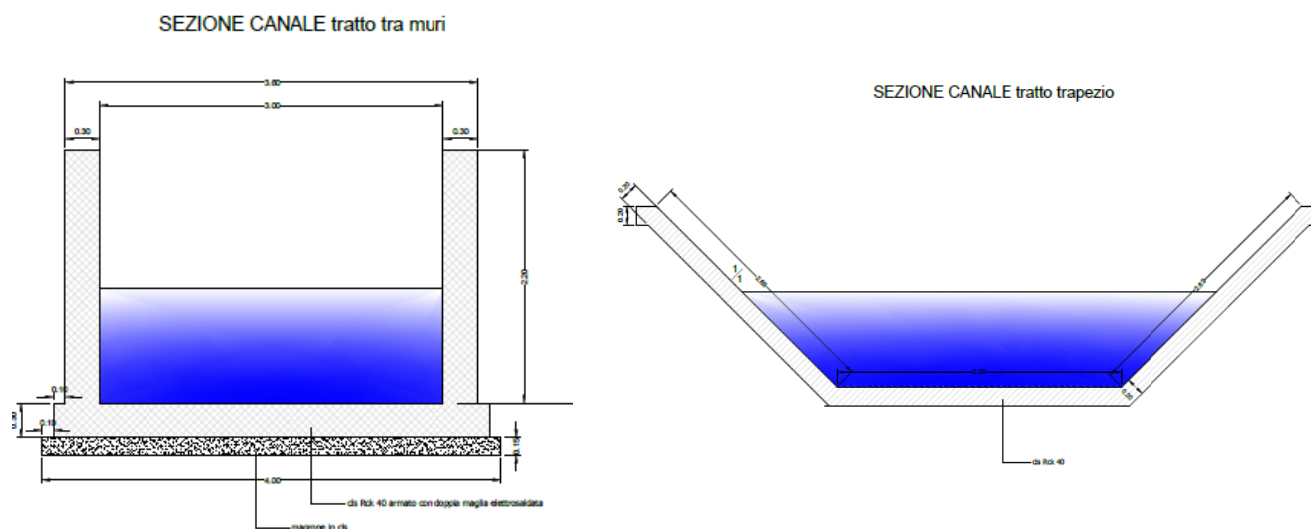
Per questo il canale passa sulla sponda sinistra del rio Nura Craba, e si interseca col Canale Adduttore Destro del fiume Tirso, sotto il quale ne è previsto il passaggio attraverso una modifica dell'Adduttore medesimo, il quale si svilupperà sotto forma di ponte canale.

In seguito si ricollega ad un vecchio canale di irrigazione, ormai abbandonato, alla progressiva 693,32, come specificato nell'allegato "Profilo longitudinale diversivo Rio Nura Craba". Esso, transita parallelamente ad alcune strade comunali e alla Chiesa di San Gregorio e attraversa la Strada Provinciale SP9. Il percorso, ancora, prevede di passare tra l'impianto sportivo comunale di calcio e l'olearia, quindi attraverso la strada comunale in viale Enrico Berlinguer e infine di percorrere per qualche centinaio di metri i campi per poi convogliare le proprie acque all'interno del canale rio Nura Craba.



Figura 9 - Percorso del canale deviatore

Il canale prevede due sezioni tipo:



La sezione rettangolare è realizzata in cls, con spessore delle pareti pari a 0,30 m, larghezza interna pari a 3,00 m e altezza di 2,20 m (così da garantire il metro di franco previsto all'articolo 21 delle NTA del PAI). Essa si sviluppa per una lunghezza circa pari a 785 m.

La sezione trapezia è rivestita con uno spessore di 0,20 m di calcestruzzo, così da ridurre la scabrezza superficiale e evitare possibili fenomeni di erosione, base minore di 3 m, altezza di 1,90 m e sponde inclinate di 45° col fine di contenere l'ingombro del canale. Essa si sviluppa per una lunghezza di circa 485 m.

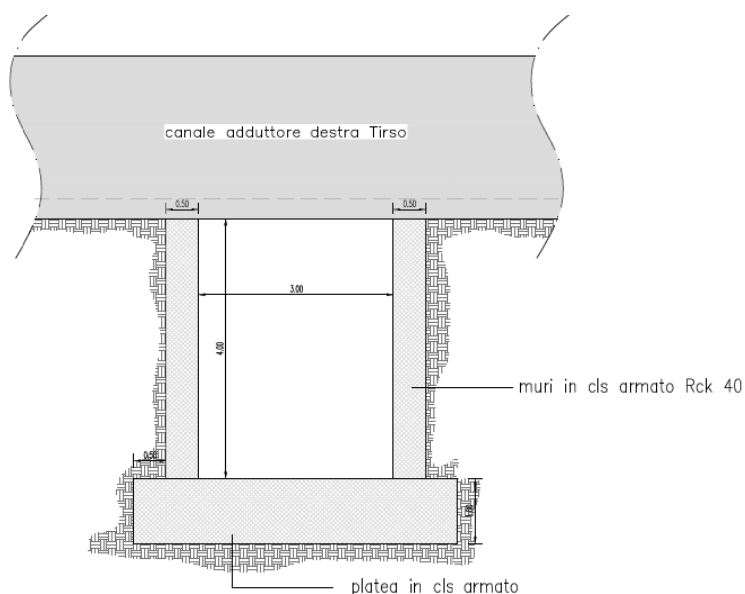
5.1.4. Attraversamenti del canale deviatore

Il canale deviatore come precedentemente detto, attraversa prima il Canale Adduttore Destro del fiume Tirso, che si svilupperà sotto forma di ponte canale, quindi la Strada Provinciale SP9 e infine la strada comunale in viale Enrico Berlinguer.

5.1.4.1. Attraversamento Canale Adduttore Destra Tirso

Le caratteristiche geotecniche del terreno di sedime che ospiterà l'opera in progetto, sono state desunte dalla relazioni specialistiche poste a corredo del presente progetto.

In considerazione di tali caratteristiche e degli esigui carichi trasmessi dal manufatto si è optato per la realizzazione di fondazioni superficiali posate a quota -1,00 m dal piano di campagna previa esecuzione di bonifica del piano di posa con misto arido di cava pulito e compattato adeguatamente per un'altezza di almeno 50 cm, prima di eseguire il magrone di sottofondazione in calcestruzzo.



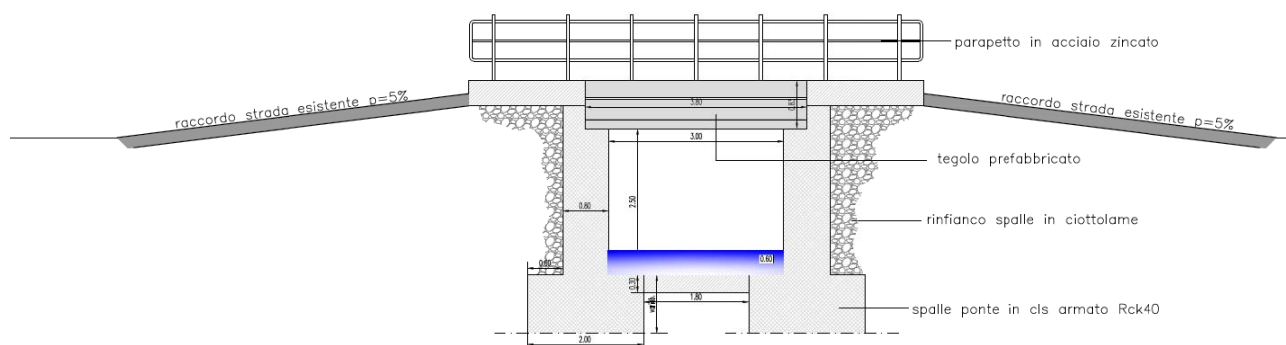
Tutto ciò premesso le spalle dei muri del canale diversivo che avranno anche la funzione statica di supporto del piano di fondo del Canale Adduttore verranno fondati su una platea in cemento armato ordinario avente dimensioni pari a 5.00x4.50x0.60 h, Avranno un'altezza di 4,00m e uno spessore di 0,50m.

L'impalcato è collegato alle spalle mediante l'interposizione di uno strato di neoprene spesso 5 cm su ciascuna spalla in modo da ricreare la condizione di appoggio ed è costituito ad un'unica campata avente luce di calcolo tra gli assi degli appoggi pari a 3,50 m e larghezza pari a 5,00 e sarà completamente realizzata in opera

5.1.4.2. Attraversamento Strada Provinciale SP9

L'opera di cemento armato, poggiante sullo strato di fondazione costituito allo scopo, ha una fondazione che si estende sia verso valle, per realizzare una adeguata protezione nei confronti dello scalzamento, sia verso monte, per assicurare le necessarie condizioni di stabilità.

La sella superiore, dell'ampiezza di 50 cm, serve all'appoggio delle travi che sostengono l'impalcato. I due elementi portanti sono poi collegati da un cordolo.



Le spalle dei muri del canale hanno un'altezza di 3,10m e uno spessore di 0,80 cm.

Il ponte è costituito ad un'unica campata avente luce di calcolo tra gli assi degli appoggi pari a 3,80 m e sarà realizzata con tegoli prefabbricati in c.a.p., con sezione ad omega dell'altezza totale di cm 60, di cui 6 cm di soletta e cm 45 di nervature, muniti all'estradosso di staffe in attesa per i getti di completamento, dello spessore derivane dal calcolo, realizzati con calcestruzzo , armati con trefoli di acciaio armonico stabilizzato e rete elettrosaldata.

L'asse principale del ponte presenta un andamento planimetrico rettilineo e una pendenza longitudinale pari a zero, mentre le rampe si ricollegano alla viabilità esistente con pendenze longitudinali del 5,00 %.

Lo stesso tipo di ponte con i medesimi materiali e tecnologie costruttive verrà realizzato in corrispondenza della strada comunale in viale Enrico Berlinguer.

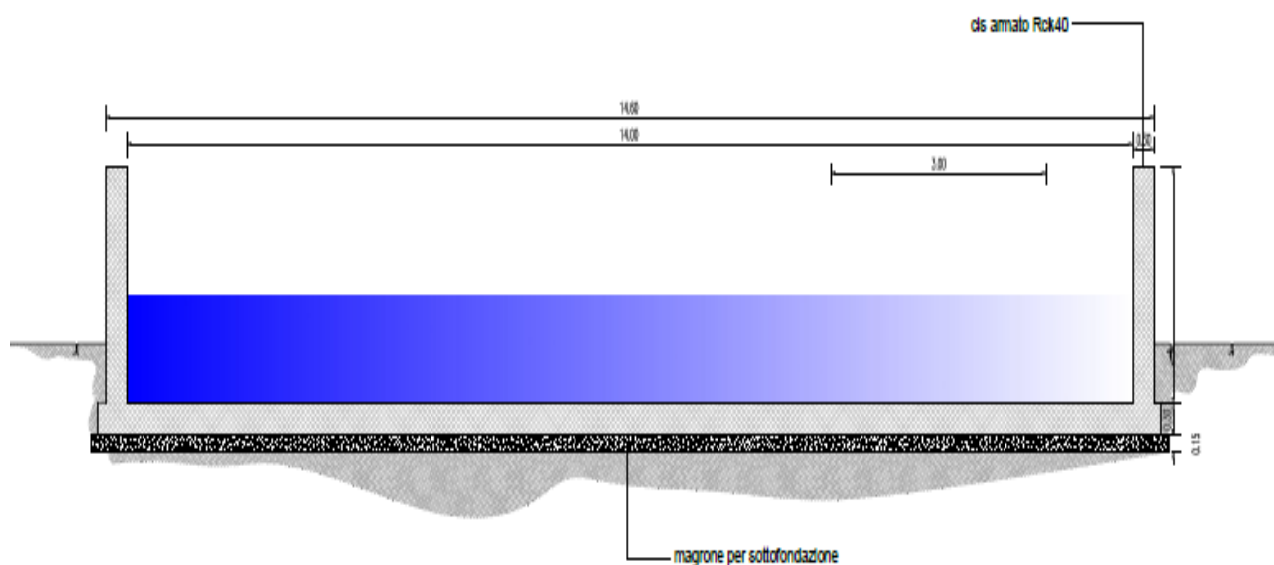
5.1.5. Allargamento del canale rio Nura Craba

Il canale circondariale sversa le proprie acque all'interno del rio Nura Craba, appena a monte della curva con la quale cambia la propria direzione da nord-sud a est-ovest.

Il canale del rio Nura Craba dovrà quindi smaltire la portata del bacino a valle della traversa, costituito in buona parte dal centro abitato, quella uscente dalla vasca di dissipazione e infine quella del canale circondariale.

La portata complessiva derivante dai tre contributi su detti è pari a 14.68 mc/s.

La sezione del canale attualmente esistente mostra un'insufficienza idraulica tale per cui debba essere previsto un suo ampliamento (nel solo tratto terminale). Mediante modellazione su HEC-RAS si è arrivati a definire una nuova sezione di larghezza pari a 14 m e altezza di 3,2 m, così da garantire anche il franco idraulico minimo di 1 m.



5.1.6. Modifiche sugli attraversamenti stradali

La definizione di una nuova sezione del canale porta con sé anche la demolizione e la ricostruzione dei due attraversamenti stradali posti lungo il tracciato, denominati B06 e B07 nella carta delle interferenze del rio Nura Craba. Tali attraversamenti risultano simili per dimensioni e caratteristiche costruttive.



Figura 10 - Attraversamenti B06 e B07 da modificare

5.1.6.1. Attraversamento sulla SP Solarussa – Simaxis (B06)

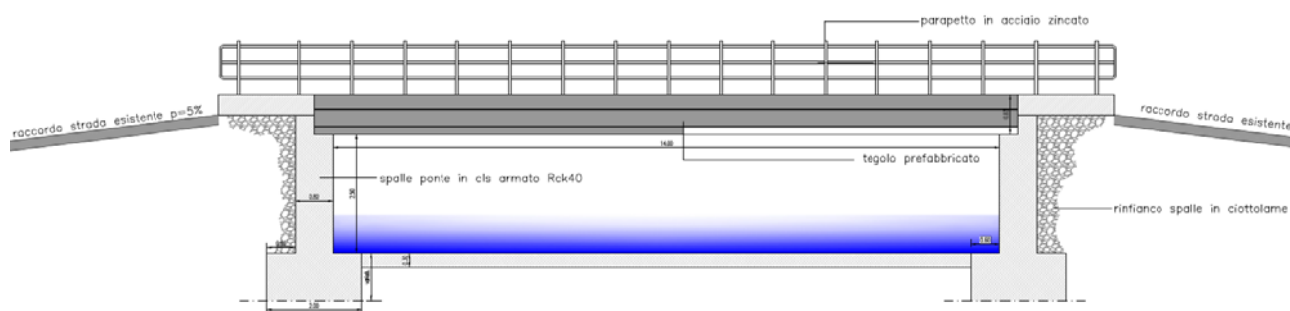
In considerazione delle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione e dei carichi trasmessi dal manufatto si è optato per la realizzazione di fondazioni superficiali posate a quota - 1,50 m dal piano di campagna previa esecuzione di bonifica del piano di posa con misto arido di cava pulito e compattato adeguatamente per un'altezza di almeno 50 cm, prima di eseguire il magrone di sottofondazione in calcestruzzo.

I muri in elevazione in calcestruzzo avranno un'altezza di 2,50m e uno spessore di 0,80m.

La sella superiore, dell'ampiezza di 80 cm, serve all'appoggio delle travi che sostengono l'impalcato.

Il ponte è costituito ad un'unica campata avente luce di calcolo tra gli assi degli appoggi pari a 14,00 m e sarà realizzata con tegoli prefabbricati in c.a.p., con sezione ad omega dell'altezza totale di cm 83 cm, di cui 13 cm di soletta e cm 70 di nervature, muniti all'estradosso di staffe in attesa per i getti di completamento, dello spessore derivante dal calcolo, realizzati con calcestruzzo, armati con trefoli di acciaio armonico stabilizzato e rete elettrosaldata.

L'asse principale del ponte presenta un andamento planimetrico rettilineo e una pendenza longitudinale pari a zero, mentre le rampe si ricollegano alla viabilità esistente con pendenze longitudinali del 5,00 %.



6. Scelta progettuale sul Rio Saoru

Nel caso specifico la scelta è ricaduta sullo scenario 3.

6.1. Interventi in progetto

Gli interventi previsti possono essere riassunti nei seguenti punti:

Realizzazione di una traversa di laminazione

Realizzazione vasca di dissipazione

Ricalibrazione della sezione del Rio Saoru

Modifica sugli attraversamenti del Rio Saoru

6.1.1. Traversa di laminazione

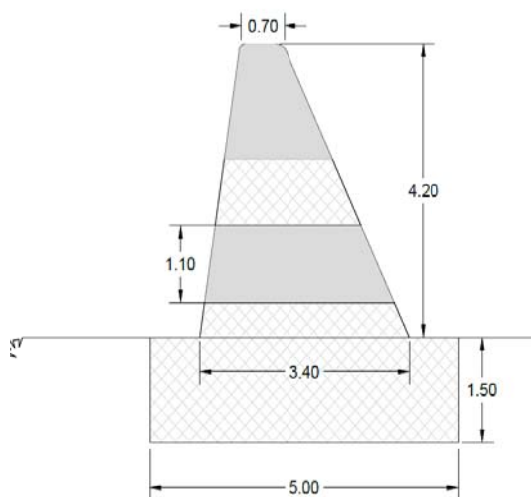
Anche la traversa di Zerfaliu è stata dimensionata ottimizzando la laminazione di eventi di piena con tempo di ritorno di 100 anni, e messa in sicurezza per tempi di ritorno di 500 anni.

La posizione scelta è adiacente con la Strada Provinciale SP9, sul lato ovest del centro abitato. La zona a monte è infatti caratterizzata da una morfologia tale che, per piccole variazioni della quota, si osservino notevoli incrementi di aree destinate all'accumulo, ovvero di volumi invasati.

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche principali:

- larghezza bocca tarata = 4,00 m
- altezza bocca tarata = 1,10 m
- larghezza dello sfioratore = 20,00 m
- altezza dello sfioratore = 2,55 m
- volume invasato = 108.470,00 mc

- massimo battente sullo sfioratore = 0,65 m
- altezza cassa al coronamento = 4,20 m
- lunghezza traversa = 70 m



6.1.2. Vasca di dissipazione

A valle della traversa di laminazione si dispone una vasca di dissipazione in cls con pilastrini dissipatori disposti sul fondo al fine di dissipare l'energia in eccesso della corrente e ridurre la velocità. Essa avrà forma quadrata con larghezza pari a quella dello sfioratore, ossia 20 m, e profondità di 1 m.

6.1.3. Ricalibrazione sezione

Per mitigare il rischio idraulico lungo tutto il rio Saoru si è resa necessaria una ricalibrazione della sezione dell'alveo in un tratto di lunghezza di circa 2750m, a cavallo del ponte ferroviario.

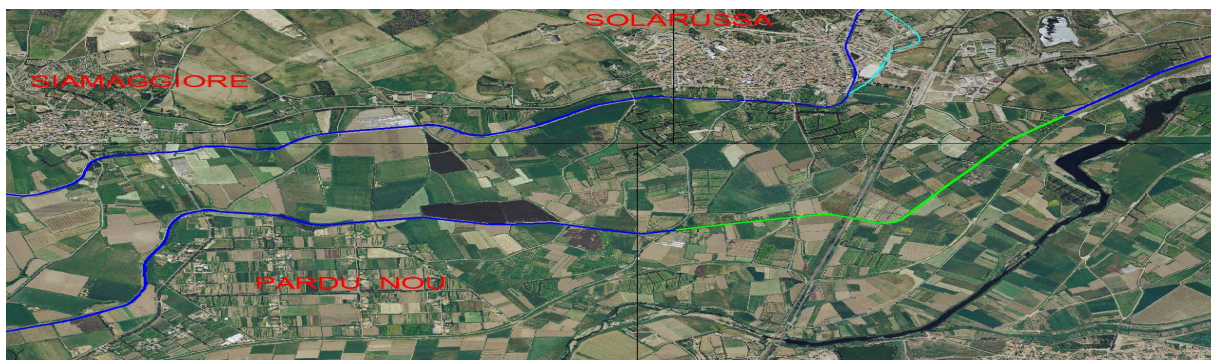
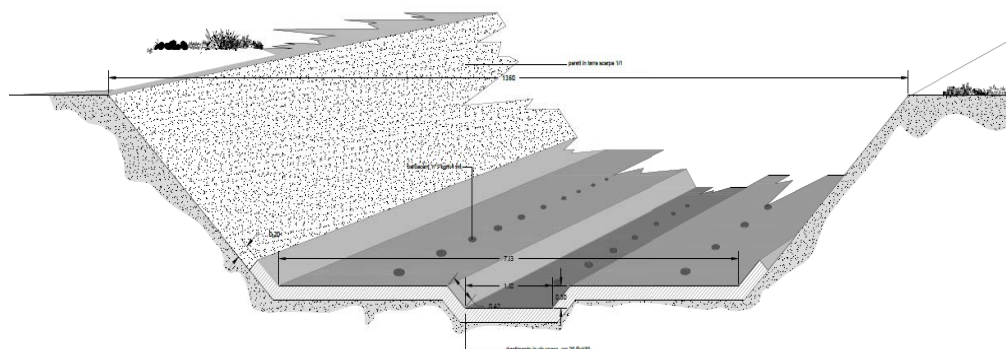


Figura 11 - In verde il tratto di cui si ricalibra la sezione

Il tratto evidenziato ha sezione trapezia con base minore di 8 m, pendenza delle scarpate laterali di 2/3 (circa 33°) e altezza di 2,6 m. Di seguito viene mostrata la nuova sezione:



Il tratto di alveo di cui viene modificata la sezione verrà caratterizzato anche da una pendenza del fondo costante, pari a 0,11%.

6.1.4. Modifiche sugli attraversamenti

Eseguendo la modellazione idraulica si è osservato come alcuni attraversamenti generassero importanti problemi idraulici, a causa del rigurgito che producono in condizioni di piene straordinarie. Per questo si è reso necessario prevedere delle modifiche sulle numerose intersezioni presenti lungo il corso del fiume e ben evidenziate nell'Allegato EG 3.2 "Carta delle interferenze rio Saoru."

Nello specifico sono stati ridimensionati, con le stesse modalità costruttive già viste per quelli sul rio Nura Craba, gli attraversamenti stradali denominati A06, A09, A10, A11c, A12a, A13 e A14, cercando di rispettare il franco richiesto dalle NTC2008 con portate con TR di 200 anni.

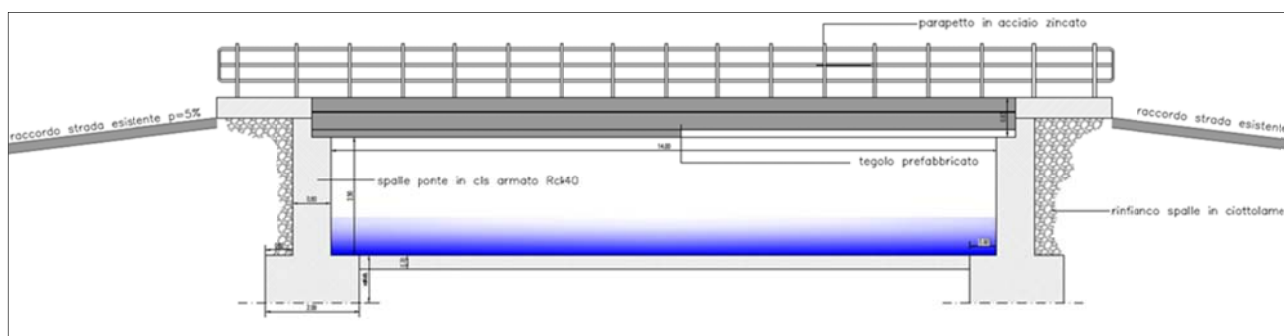


Figura 12 - Schema ponte tipo attraversamenti sul rio Saoru

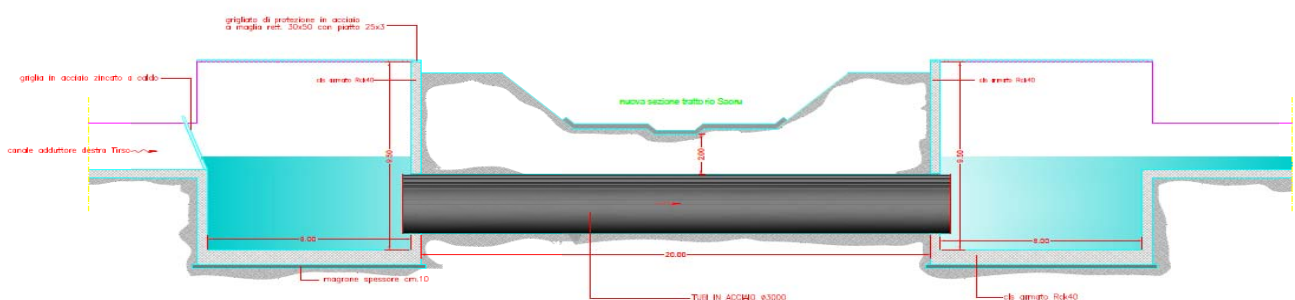
The technical drawing consists of two parts: a cross-section and a plan view.

SEZIONE TRASVERSALE AL CANALE (Cross-section of the channel): This diagram shows a trapezoidal channel. The top surface is labeled "Rivestimento in CLS Rck 20". The bottom surface is labeled "Rivestimento in cls Rck20". The channel has a bottom width of 60 and a depth of 50. The side slopes are indicated with a 1:1.5 ratio. A dimension line indicates the "distanza minima dal rivestimento del canale" (minimum distance from the channel lining).

Plan View: This diagram shows the connection between a "condotta coniziale in P.V.C. DN var." (conical PVC pipe, variable DN) and a concrete channel. The channel has a width of 200 and a depth of 20. The pipe has a diameter of 20. The connection is secured with a "manicotto per collegamento condotta in PVC" (PVC pipe connection sleeve). The distance from the center of the pipe to the edge of the channel is labeled "A".

6.1.4.1. Attraversamento Canale Adduttore Destra Tirso

Nota la portata Q di 13 mc/s, la pendenza del canale di 0,00025, la lunghezza della condotta pari a 20m è possibile determinare il diametro del tubo necessario per smaltire la portata fissando la perdita di carico totale tra i due pozzetti di imbocco e di sbocco. Suddividendo la portata in due condotte di diametro di 3 m si è in grado di far transitare i 13 mc/s previsti.



6.1.4.2. Attraversamento ponte ferroviario

Come detto in precedenza il Rio Saoru intercetta a sud-est dell'abitato di Solarussa la linea ferroviaria Cagliari-Olbia.



Figura 13 – Ponte ferroviario

L'attraversamento preposto al suo inasveamento è costituita da un ponte caratterizzato da due campate, di cui quella di sinistra lunga 5m e quella di destra lunga 6m, e con altezza di 2,60m.

In seguito alla ricalibrazione della sezione e della modifica del profilo longitudinale si renderà necessario modificare le caratteristiche dell'attraversamento, lasciando inalterata la livelletta del ponte.

Per garantire il franco idraulico di sicurezza e lo smaltimento della portata di piena dei duecento anni, sarà necessario incrementare le dimensioni del ponte, in particolare l'altezza che dovrà essere di 3,11m.

7. Quadro economico

QUADRO ECONOMICO				
A1	Intervento sul Rio Saoru, IMPORTO LAVORI SOGGETTI A RIBASSO	€ 8255 703,33		
A2	Intervento sul Rio Nura Craba, IMPORTO LAVORI SOGGETTI A RIBASSO	€ 5644 771,40		
A3	Intervento sul Rio Tanui, IMPORTO LAVORI SOGGETTI A RIBASSO	€ 97 168,66		
A4	ONERI PER LA SICUREZZA A1+A2+A3 - NON SOGGETTI A RIBASSO	€ 142 725,97		
A	TOTALE IN APPALTO	€ 14 140 369,36		€ 14 140 369,36
Somme a disposizione dell'Amministrazione				
B1)	Lavori in Economia, scavi archeologici e altro, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto	€ 300 000,00		
B2)	Canoni Concessione attrav. Strade provinciali e comunali, ferrovia, oneri sottoservizi	€ 50 000,00		
B3)	Rilievi, accertamenti e indagini	€ 60 000,00		
B4)	Allacciamenti ai pubblici servizi	€ -		
B5)	Imprevisti	€ 494 906,32		
B6)	Acquisizione aree e pertinenti indennizzi	€ 541 413,51		
B7)	Accantonamento art. 106 comma 1 dlgs. 50/2016.	€ 30 000,00		
B8)	Spese generali Connesse all'appalto, Incentivo di cui all'art. 92 comma 5, Collaudo tecnico - amministrativo e statico	€ 1 155 229,55		
B9)	Commissioni giudicatrici	€ 10 000,00		
B10)	- I.V.A. (22%) di A + B9		€ 3 113 081,26	
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€ 2 641 549,38	€ 3 113 081,26	€ 5 754 630,64
C) TOTALE				€ 19 895 000,00

Oristano, Novembre 2016

Il progettista
Ing. Massimo Sanna