




**COMUNE DI OLBIA**  
**Provincia di Sassari**



**OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NEL TERRITORIO  
COMUNALE DI OLBIA - OPERE INCONGRUE -  
STUDIO DI ALCUNE SOLUZIONI TECNICHE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO  
IDRAULICO SUL RIO SELIGHEDDU IN CORRISPONDENZA DEL PONTE DI  
VIA TRE VENEZIE**

PROGETTISTA				IL SINDACO		
				Settimo Nizzi		
RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: Ing. Simone Venturini				RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  IL DIRIGENTE  Ing. Diego Ciceri		
TITOLO:  STUDIO DI INTERVENTI MITIGAZIONE IDRAULICA AL PONTE DI VIA TRE VENEZIE						
CODICE ELABORATO: II171S-ST-IDR-R-1-C2		SCALA -		DATA: 13/12/22		
		NOME FILE: Studio di interventi di mitigazione idraulica al ponte di Via Tre Venezie				
ELABORAZIONE PROGETTUALE: TECHNITAL SpA	REVISIONI					
	REV.	DATA	MOTIVO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
	C01	29/11/2022	emissione	A. Tittonel/ D. Zampieri	A.Tittonel	S. Venturini
	C02	23/12/2022	emissione	A. Tittonel/ D. Zampieri	A.Tittonel	S. Venturini



# Indice

1.	Premessa .....	5
1.1	Obbiettivi e finalità dello studio .....	5
1.2	Contenuti della relazione .....	6
2.	Le analisi eseguite .....	7
2.1	Il metodo di studio .....	7
2.2	Schematizzazione dei modelli.....	7
2.2.1	Dominio di calcolo e DTM .....	7
2.2.2	I rilievi sui manufatti idraulici in corrispondenza degli attraversamenti viari.Schematizzazione dei manufatti idraulici di attraversamento .....	9
2.3	Le condizioni al contorno .....	10
3.	Le configurazioni studiate .....	12
3.1	Configurazione 1: demolizione del ponte di Via Tre Venezie.....	16
3.2	Configurazione 2: riprofilatura d'alveo con eliminazione di un salto di fondo.....	17
3.3	Configurazione 3: riprofilatura d'alveo con eliminazione di due salti di fondo ed allargamento in dx idraulica ..	20
4.	Risultati dello studio .....	22
5.	Analisi dei risultati e conclusioni .....	42

## Indice delle Figure

Figura 2-1– Dominio di calcolo del bacino del Seligheddu (inquadramento generale).....	8
Figura 2-2– Dominio di calcolo del bacino del Seligheddu (dettaglio in corrispondenza dell'area di studio). (nel cerchio rosso il ponte di via 3 Venezie) .....	8
Figura 2-3– Schematizzazione del ponte di via Tre Venezie nel modello (situazione ante-operam).....	9
Figura 2-4 - Posizione delle sezioni di chiusura dei modelli idrologici .....	11
Figura 3-1 – Il riu Seligheddu a monte del ponte di via 3 Venezie (da Googlestreet).....	13
Figura 3-2 – Il riu Seligheddu a valle del ponte di via 3 Venezie (da Googlestreet).....	13
Figura 3-3 – Il salto n. 1 di cui è considerata la rimozione (configurazione n. 1) (nel riquadro rosso) (immagine da Googlestreet View®) .....	13
Figura 3-4 – Il salto n. 2 di cui è considerata la rimozione (configurazione n. 1) (nel riquadro rosso) .....	14
Figura 3-5 – Sezioni tipologiche di intervento lungo il Seligheddu .....	15
Figura 3-6 – Disegni del rilievo del ponte di via Tre Venezie (sopra: pianta - sotto: sezione) .....	16
Figura 3-7 – Schematizzazione nel modello dell'area di intervento .....	17
Figura 3-8 – Indicazione dei 2 salti di cui si è considerata la demolizione nel presente studio (nei cerchi rossi). Nel cerchio blu, il salto di monte fino al quale si è considerato di estendere la riprofilatura dell'alveo artificiale.....	18
Figura 3-9 – planimetria nel tratto di intervento – configurazione 2 (in verde il tratto dell'alveo oggetto di riprofilatura) .....	18
Figura 3-10 – Profilo della linea di talweg nel tratto di intervento – in rosso il profilo nella situazione attuale, in verde la configurazione di intervento 1, in blu la configurazione di intervento 2. ....	18
Figura 3-11 – Sezione tipo dell'alveo – configurazione 2 in verde, in grigio la situazione attuale.....	19
Figura 3-12 Schematizzazione del modello nell'area di intervento – configurazione 2.....	19
Figura 3-13 – planimetria nel tratto di intervento – configurazione 3 (in turchese il tratto di intervento) .....	20
Figura 3-14 – Sezione tipo dell'alveo (sopra nel tratto a monte del ponte, sotto nel tratto a valle del ponte) – in blu la configurazione 3, in grigio la configurazione attuale.....	21
Figura 3-15 - Schematizzazione del modello nell'area di intervento – configurazione 3.....	21
Figura 4-1 – ubicazione lungo due sezioni 1) longitudinale (LL') e 2) ortogonale all'asse del Seligheddu (TT'). ....	22
Figura 4-2 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 5 anni per le tre configurazioni di studio. ....	25
Figura 4-3. Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 20 anni per le tre configurazioni di studio.....	28
Figura 4-4 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 50 anni per le tre configurazioni di studio. ....	31
Figura 4-5 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 100 anni per le tre configurazioni di studio. ....	34
Figura 4-6 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 200 anni per le tre configurazioni di studio. ....	37
Figura 4-7 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 500 anni per le tre configurazioni di studio. ....	40

---

## Indice delle Tabelle

---

Tabella 2-1 – Portate al colmo e volume totale defluito per i bacini del Seligheddu (B2) e Gadduresu (B3).....	10
Tabella 4-1 -Tabella di sintesi con le portate, livelli e velocità massime calcolate alla sezione del ponte di via Tre Venezie per i diversi tempi di ritorno e dalle diverse configurazioni di studio.....	23

---

# 1. Premessa

## 1.1 Obiettivi e finalità dello studio

Obiettivo dello studio è la valutazione dell'efficacia in termini di aumento della sicurezza e riduzione della pericolosità idraulica del territorio, di due ipotesi di intervento all'interno dell'alveo del Riu Seligheddu da eseguirsi nel tratto della lunghezza di circa 700m che include il ponte di via Tre Venezie.

Il ponte di Via tre Venezie rientra tra le opere ubicate all'interno del Comune di Olbia considerate "incongrue" (rif. Lettera del Comune di Olbia 16.10.2015, Lettera della Regione Sardegna, Assessorato dei lavori pubblici prot. 22698 del 07/08/2020 e prot 4479 del 14/11/2022).

Dalle analisi idrauliche contenute nel PAI 2015 vigente risulta inoltre che nel tratto cittadino del riu Seligheddu, a monte del ponte di via Tre Venezie ed in corrispondenza del ponte stesso, le capacità di portata del Rio siano rispettivamente di 45 m<sup>3</sup>/s e 60 m<sup>3</sup>/s (cfr. "Tav\_02 portate smaltibili.pdf" del PAI Vigente del 2015); si evince quindi da queste informazioni che la sezione idraulicamente più critica è quella localizzata nel tratto del Seligheddu compreso tra il ponte di Corso Vittorio Veneto e via Tre Venezie (ovvero a monte del ponte) dove, a causa di una sezione più ridotta dell'alveo, si possono verificare le maggiori esondazioni. Questo implica che le portate fluenti verso valle sono verosimilmente ridotte nell'ordine di 45 m<sup>3</sup>/s, valore al di sotto della capacità di portata nel tratto di valle (che pertanto appare meno critico).

Ciò corrisponde ad affermare che il ponte di via Tre Venezie, allo stato attuale, non rappresenta l'elemento di maggior criticità del tratto del Riu Seligheddu in prossimità della zona Baratta, ma siano piuttosto le sezioni del corso d'acqua a monte dello stesso ad apparire inadeguate al punto da consentire il transito di una portata inferiore (45 m<sup>3</sup>/s) a quella che invece potrebbe transitare regolarmente sotto il ponte (60 m<sup>3</sup>/s).

In caso di un evento di piena con portate maggiori di 45 m<sup>3</sup>/s le esondazioni si verificherebbero nel tratto a monte del ponte pur potendo transitare attraverso la sezione del ponte.

## 1.2 Contenuti della relazione

La presente relazione è finalizzata alla valutazione, tramite analisi modellistiche, del regime idrodinamico del Riu Seligheddu in diverse configurazioni di studio ed in scenari potenzialmente critici, ed alla determinazione della perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica derivanti da diversi scenari di intervento.

Il presente rapporto è strutturato nel seguente modo:

- Cap 1: il presente, illustra le premesse allo studio ed i contenuti del report;
- Cap2: descrive la metodologia di studio ed il tipo di analisi eseguite;
- Cap 3: illustra le due diverse soluzioni di progetto ipotizzate e la schematizzazione nei modelli;
- Cap 4: presenta i risultati dello studio in relazione alle aree di allagamento ed ali effetti in termini di capacità di portata del Seligheddu rispetto alla situazione attuale di riferimento;
- Cap 5: espone le conclusioni dello studio.

## 2. Le analisi eseguite

### 2.1 Il metodo di studio

Le analisi nel presente studio hanno l'obiettivo di eseguire delle valutazioni sul comportamento idrodinamico del sistema idrografico del Riu Seligheddu in relazione a due ipotesi di intervento per la riprofilatura dell'alveo del Riu Seligheddu in un tratto cittadino in corrispondenza del ponte di via Tre Venezie, allo scopo di migliorare le condizioni idrauliche di deflusso in corrispondenza del ponte nonché alla configurazione che prevede la sola demolizione dell'impalcato del ponte.

La metodologia di studio seguita ha quindi previsto una serie di simulazioni modellistiche per lo studio della propagazione dell'onda di piena nelle diverse configurazioni di studio, al fine di valutare gli effetti degli interventi proposti sulla capacità di smaltimento delle portate e sulla generazione di aree di allagamento. Le portate considerate nelle simulazioni modellistiche sono quelle corrispondenti ai tempi di ritorno critici individuati dal PAI ( $Tr = 50 - 100 - 200$  e  $500$ ) ed a due tempi di ritorno più bassi ( $Tr = 5$  e  $20$  anni) e rappresentativi di situazioni meno gravose, più frequenti, ma comunque potenzialmente critiche.

Le analisi idrodinamiche sono state eseguite mediante il modello numerico HEC-RAS per il Riu Seligheddu inizialmente predisposto nell'ambito delle analisi per la variante generale del P.A.I. per tutto il centro urbano di Olbia ed aggiornato nell'ambito del presente studio con i nuovi idrogrammi di piena (scaturiti dalle interlocuzioni istruttorie con ARDIS) e con la schematizzazione dei nuovi interventi di progetto.

### 2.2 Schematizzazione dei modelli

#### 2.2.1 Dominio di calcolo e DTM

La schematizzazione generale del dominio di calcolo del Riu Seligheddu si estende dalle aree pedemontane del bacino idrografico ed include tutti i maggiori rii e corsi d'acqua che attraversano il territorio Olbiese, il Riu Seligheddu, il Gadduresu il Tannaule ed i loro affluenti.

In Figura 2-1 e Figura 2-2 sono riportate rispettivamente le mappe con l'estensione del dominio di calcolo del Seligheddu e un inquadramento di dettaglio in corrispondenza del ponte di Via Tre Venezie.

Il modello numerico utilizzato è HEC-RAS (versione 6.1) con una schematizzazione full 2D del dominio spaziale (sia dell'alveo inciso che delle aree di espansione esterne). HEC RAS, acronimo di Hydrologic Engineering Centers River Analysis System, è un software di simulazione idraulica sviluppato specificatamente per l'analisi di reti di canali naturali e/o artificiali anche di elevato grado di complessità. Il software permette di realizzare simulazioni monodimensionali in moto vario o stazionario, nonché calcoli in dominio mono-bidimensionale e bidimensionale puro, computazioni di trasporto solido, modellazione di temperatura e qualità dell'acqua. Per la risoluzione di sistemi bidimensionali, il programma offre flessibilità all'utente permettendo di scegliere il set di equazioni di calcolo scegliendo tra la formulazione delle equazioni del moto semplificate (nota anche come Diffusion Wave) e quelle complete di de Saint Venant. Nei modelli predisposti è stato applicato lo schema numerico con la Diffusion Wave, ritenuto adeguato per simulare fenomeni di propagazione dell'onda di piena in condizioni di moto vario caratterizzate da variazioni graduali del regime idrodinamico. Per una descrizione dettagliata del modello si rimanda al sito web ufficiale (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>).



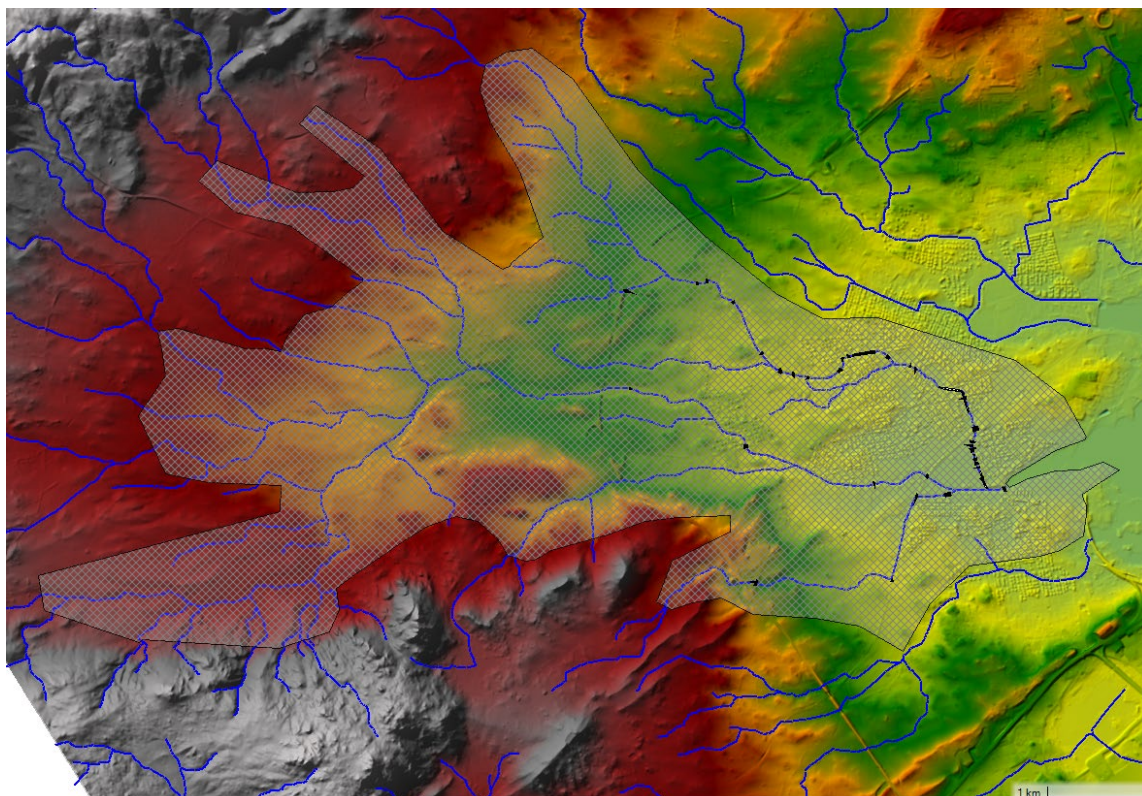


Figura 2-1– Dominio di calcolo del bacino del Seligheddu (inquadramento generale).



Figura 2-2– Dominio di calcolo del bacino del Seligheddu (dettaglio in corrispondenza dell'area di studio). (nel cerchio rosso il ponte di via 3 Venezia)

Per la definizione delle schematizzazioni geometriche delle celle dei domini di calcolo sono stati utilizzati i dati morfometrici messi a disposizione dalla Stazione Appaltante e/o reperibili dal geoportale regionali tra cui:

- Il DTM\DSM del Maggio 2020 per le quote topografiche
- Il DTM regionale con risoluzione 1m disponibile dal geoportale regionale;
- La Carta Tecnica Regionale e la cartografia vettoriale del Comune di Olbia;
- Lo shape file del reticolo idrografico regionale;
- Le ortofoto satellitari (dal volo Lidar di Maggio 2020, Google).

### 2.2.2 I rilievi sui manufatti idraulici in corrispondenza degli attraversamenti viari. Schematizzazione dei manufatti idraulici di attraversamento

Il corso d'acqua oggetto di studio è intersecato da diverse infrastrutture viarie. Tali strutture, , sono state oggetto di rilievo topografico di dettaglio al fine di poterne rappresentare correttamente le caratteristiche geometriche all'interno delle modellazioni idrauliche.

Per simulare la presenza di manufatti idraulici di attraversamento dei corsi d'acqua (ponti, tombini) dei all'interno di un dominio 2D è necessario inserire dapprima delle strutture lineari di connessione tra aree 2D (2D Area connection) ed inserire quindi un elemento 1D denominato (culvert o bridge) , quale opera di interconnessione idraulica tra monte e valle (si veda nella figura di seguito a titolo esemplificativo, la schematizzazione del ponte di Via Tre Venezie nella configurazione attuale).

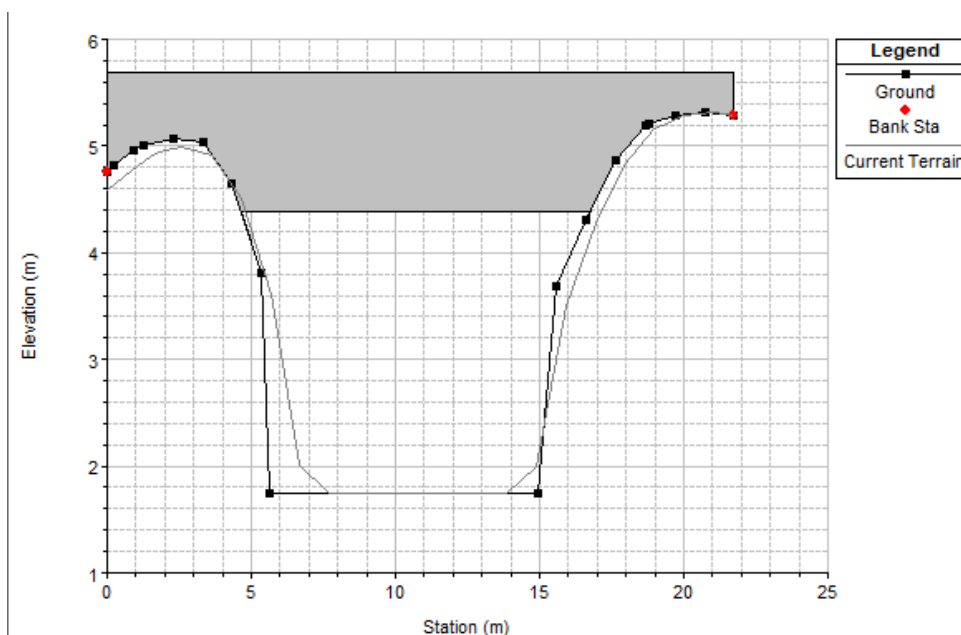


Figura 2-3– Schematizzazione del ponte di via Tre Venezie nel modello (situazione ante-operam).

È stato quindi possibile ricostruire fedelmente la geometria dell'attraversamento all'interno del dominio di calcolo 2D, potendo quindi valutare gli effetti introdotti dalla presenza del manufatto sulla corrente idrica per gli eventi di piena simulati.



## 2.3 Le condizioni al contorno

Le condizioni al contorno applicate al modello idrodinamico hanno previsto:

- per le sezioni di monte e per sezioni interne al dominio di calcolo valori degli idrogrammi di piena corrispondenti ai diversi tempi di ritorno;
- nelle sezioni di valle, il livello del mare posto a 1m (come prescritto dalle NTA del PAI e dalle Linee Guida ARDIS per i bacini con foce nei golfi interni).

Per la definizione degli idrogrammi di piena da applicare è stato fatto riferimento ai dati di portata ed agli idrogrammi riportati nello Studio Idrologico nell'ambito della Variante generale del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico in corso di aggiornamento ed approvato dall'Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna con nota di riscontro (prot. Uscita della RAS n.11747 del 16/11/2022).

Nella seguente Tabella 2-1 sono riportate le portate al colmo calcolate alle diverse sezioni di chiusura dei bacini idrografici ed in riferimento a diversi tempi di ritorno. ( $T_r = 2 - 5 - 10 - 20 - 50 - 100 - 200 - 500$  anni); in Figura 2-4 sono riportate le posizioni geografiche delle condizioni al contorno. Per ulteriori approfondimenti sullo studio dell'idrologia si rimanda alla Relazione Idrologica della Variante Generale del PAI in corso di aggiornamento.

Tabella 2-1 – Portate al colmo e volume totale defluito per i bacini del Seligheddu (B2) e Gadduresu (B3)

Bacino	TR50			TR100			TR200			TR500		
	Q max [m3/s]	$\tau$ pioggia [min]	Volume [1000 m <sup>3</sup> ]	Q max [m3/s]	$\tau$ pioggia [min]	Volume [1000 m <sup>3</sup> ]	Q max [m3/s]	$\tau$ pioggia [min]	Volume [1000 m <sup>3</sup> ]	Q max [m3/s]	$\tau$ pioggia [min]	Volume [1000 m <sup>3</sup> ]
B2_01	274.30	70	1040.80	330.50	70	1269.30	388.60	70	1508.10	465.90	70	1830.00
B2_02	231.40	70	842.70	278.10	70	1028.70	326.90	70	1223.10	392.00	70	1485.30
B2_03	187.90	70	687.30	226.30	70	838.40	265.90	70	996.40	318.50	70	1209.40
B2_04	37.50	70	123.50	44.90	70	151.20	52.40	70	180.10	62.50	70	219.10
B2_05	22.60	70	76.60	27.10	70	94.00	31.90	70	112.30	38.20	70	136.90
B2_06	8.70	70	25.90	10.30	70	31.50	11.90	70	37.40	14.10	70	45.40
B2_07	5.00	70	15.90	5.90	70	19.20	6.80	70	22.70	8.00	70	27.30
B2_08	6.70	70	21.80	8.00	70	26.50	9.30	70	31.40	11.00	70	38.00
B2_09	17.70	70	66.30	21.30	70	80.80	25.00	70	96.00	29.90	70	116.40
B2_10	22.30	70	67.40	26.50	70	82.20	30.80	70	97.70	36.40	70	118.60
B2_11	65.30	70	218.40	78.80	70	268.30	92.80	70	320.80	111.40	70	391.70
B2_12	110.50	70	423.10	132.60	70	514.50	155.30	70	609.90	187.00	70	738.20
B2_13	70.50	70	279.00	84.80	70	339.60	99.50	70	402.90	119.00	70	488.10
B2_14	38.10	70	124.90	45.50	70	152.10	53.00	70	180.40	63.00	70	218.50
B2_15	1.50	70	4.40	1.80	70	5.40	2.10	70	6.50	2.60	70	8.00
B2_16	233.50	70	862.00	280.90	70	1052.10	329.70	70	1250.80	394.60	70	1518.80
B2_17	54.40	70	179.40	65.60	70	220.90	77.40	70	264.50	93.10	70	323.50
B2_18	10.80	70	31.00	12.70	70	37.80	14.70	70	44.90	17.30	70	54.40
B2_19	37.30	70	124.40	45.20	70	153.80	53.50	70	184.60	64.50	70	226.50

Bacino	TR50			TR100			TR200			TR500		
	Q max [m3/s]	$\tau$ pioggia [min]	Volume [1000 m <sup>3</sup> ]	Q max [m3/s]	$\tau$ pioggia [min]	Volume [1000 m <sup>3</sup> ]	Q max [m3/s]	$\tau$ pioggia [min]	Volume [1000 m <sup>3</sup> ]	Q max [m3/s]	$\tau$ pioggia [min]	Volume [1000 m <sup>3</sup> ]
B2_20	4.20	70	11.70	4.90	70	14.40	5.70	70	17.10	6.70	70	20.80
B2_21	27.80	70	89.70	33.80	70	111.30	40.00	70	134.10	48.30	70	165.00
B2_22	17.00	70	51.10	20.30	70	62.30	23.60	70	74.10	27.90	70	90.00
B3_01	61.60	60	192.00	74.30	60	234.50	87.60	50	250.10	105.20	50	303.90
B3_02	55.80	60	170.50	67.10	60	208.30	79.30	50	222.20	95.40	50	270.20
B3_03	3.00	60	7.90	3.60	60	9.80	4.30	50	10.40	5.20	50	12.80
B3_04	45.60	60	135.60	55.00	60	166.00	65.60	50	177.30	78.70	50	215.90
B3_05	6.30	60	18.80	7.60	60	23.10	9.00	50	24.70	10.90	50	30.20
B3_06	7.40	60	20.80	8.80	60	25.30	10.70	50	26.90	12.70	50	32.50
B3_07	17.40	60	50.80	21.00	60	62.40	24.80	50	66.70	30.00	50	81.60
B3_08	34.20	60	100.00	41.30	60	122.70	48.80	50	131.00	58.80	50	159.90

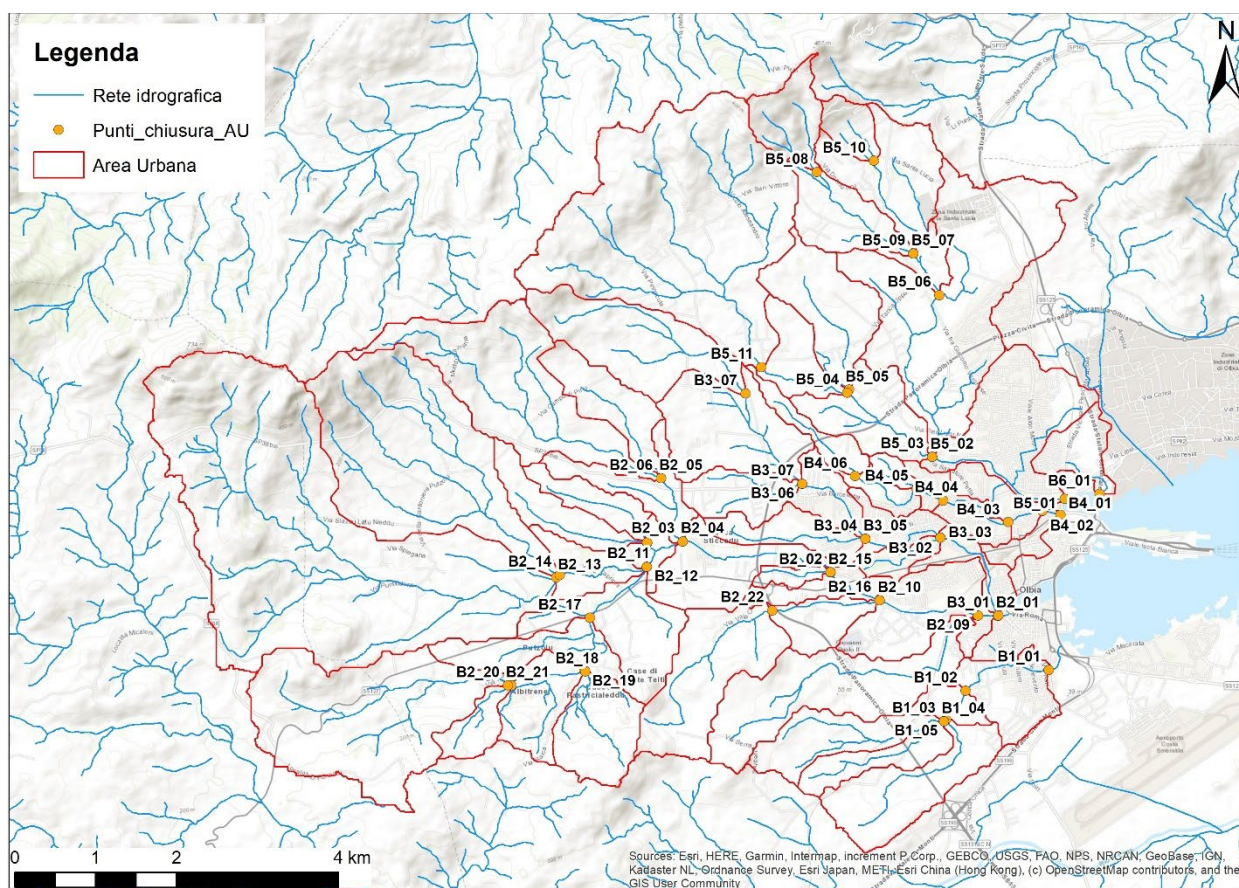


Figura 2-4 - Posizione delle sezioni di chiusura dei modelli idrologici

### 3. Le configurazioni studiate

Le analisi modellistiche sono rivolte allo studio di alcune (tre) soluzioni tecniche tese a ridurre i livelli nel Riu Seligheddu in corrispondenza del ponte di via Re Venezia, aumentando la officiosità della sezione.

Le soluzioni, o configurazioni di studio analizzate, e descritte nei paragrafi seguenti sono:

1. demolizione dell'impalcato del ponte di via Tre Venezia;
2. riprofilatura d'alveo in corrispondenza di un tratto di circa 300 m in corrispondenza del ponte con eliminazione di un salto di fondo (Cfr. Figura 3-3) ;
3. riprofilatura d'alveo in corrispondenza di un tratto di circa 450 m in corrispondenza del ponte con eliminazione di un secondo salto di fondo (in aggiunta al primo) ed allargamento della sezione del Seligheddu in destra idraulica (Cfr. Figura 3-4).

Si segnala come tutte le 3 ipotesi di intervento non producano alcun effetto di alterazione naturalistica ed ambientale del contesto fluviale dal momento che essi si collocano in un tratto di fiume completamente artificializzato, costituito da una sezione trapezia rivestita interamente in calcestruzzo, come visibile dalle figure che seguono.

Da un punto di vista operativo l'intervento n.2 di progetto proposto è da intendersi come la fase preliminare al successivo intervento (n.3) che prevede il completamento della riprofilatura e sistemazione dell'alveo in un tratto più esteso verso valle. Questo secondo intervento è caratterizzato dalla eliminazione di un secondo salto di fondo artificiale e dalla contestuale rimozione del rivestimento in calcestruzzo nel tratto compreso tra questo secondo salto ed il primo, interessato dalla prima configurazione di intervento.

Nelle configurazioni di progetto proposte (n.2 e n.3), in aggiunta alla riprofilatura dell'alveo, è inoltre prevista una serie di interventi che include: 1) la ripulitura e regolarizzazione dell'andamento del fondo dell'alveo, 2) la risistemazione e/o rifacimento dei rivestimenti delle sponde oggi costituiti da un getto di calcestruzzo che altera in maniera innaturale e paesaggisticamente discutibile l'interazione del corso d'acqua con l'ambiente circostante e con la falda, 3) la realizzazione di nuove opere di sponda costituite da una massicciata di blocchi di granito sovrapposti, non legati con calcestruzzo, di modo che permanga un rapporto diretto tra il corso d'acqua e la falda circostante.





*Figura 3-1 – Il riu Seligheddu a monte del ponte di via 3 Venezie (da Googlestreet)*



*Figura 3-2 – Il riu Seligheddu a valle del ponte di via 3 Venezie (da Googlestreet)*



*Figura 3-3 – Il salto n. 1 di cui è considerata la rimozione (configurazione n. 1) (nel riquadro rosso) (immagine da*

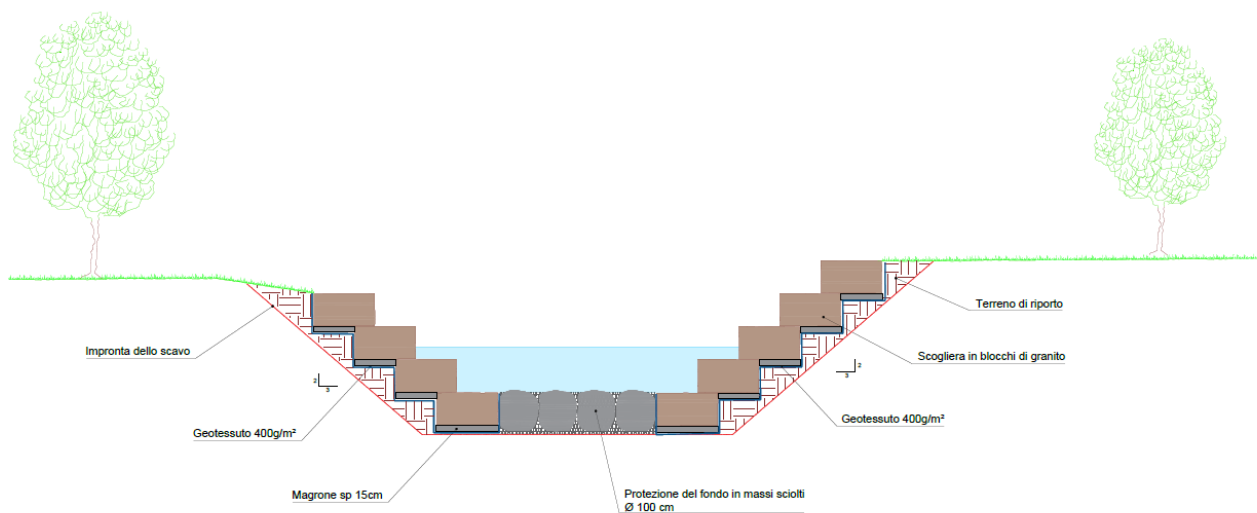
Googlestreet View®)



*Figura 3-4 – Il salto n. 2 di cui è considerata la rimozione (configurazione n. 1) (nel riquadro rosso)*

A titolo indicativo, si presentano nel seguito alcuni esempi tipologici di rivestimento delle sezioni del Seligheddu che si intendono utilizzare. Nella prima figura è riportato un tipologica della sezione a monte del ponte di via Tre Venezie, nella seconda una sezione nel tratto a valle del ponte in cui è riconoscibile la presenza della pista ciclabile in destra idraulica.

Prog.: 0+238.916



Prog.: 0+360.762

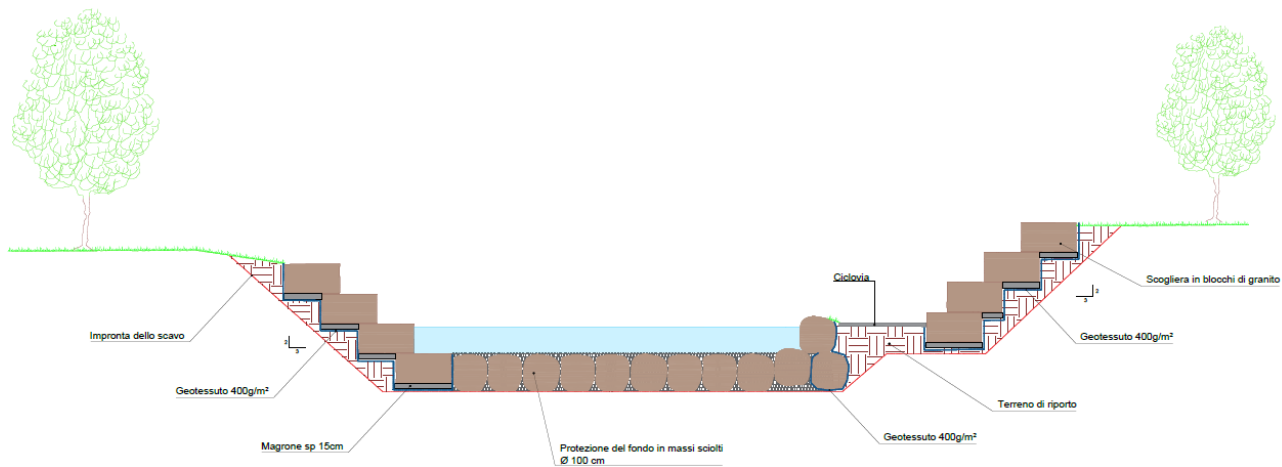


Figura 3-5 – Sezioni tipologiche di intervento lungo il Seligheddu



### 3.1 Configurazione 1: demolizione del ponte di Via Tre Venezie

Questa configurazione è caratterizzata dalla sola eliminazione del Ponte di Via Tre Venezie, con la rimozione della struttura dell'impalcato ma senza nessun intervento di risistemazione dell'alveo.

Nella seguente Figura 3-6 è riportato il disegno del rilievo del ponte di Via Tre Venezie (in pianta ed in sezione) nel modello di calcolo della configurazione 1 analizzata. In Figura 3-7 è riportata la schematizzazione dell'area di studio nel tratto di interesse nella situazione attuale che coincide a meno della presenza dell'impalcato del ponte con la configurazione di studio.

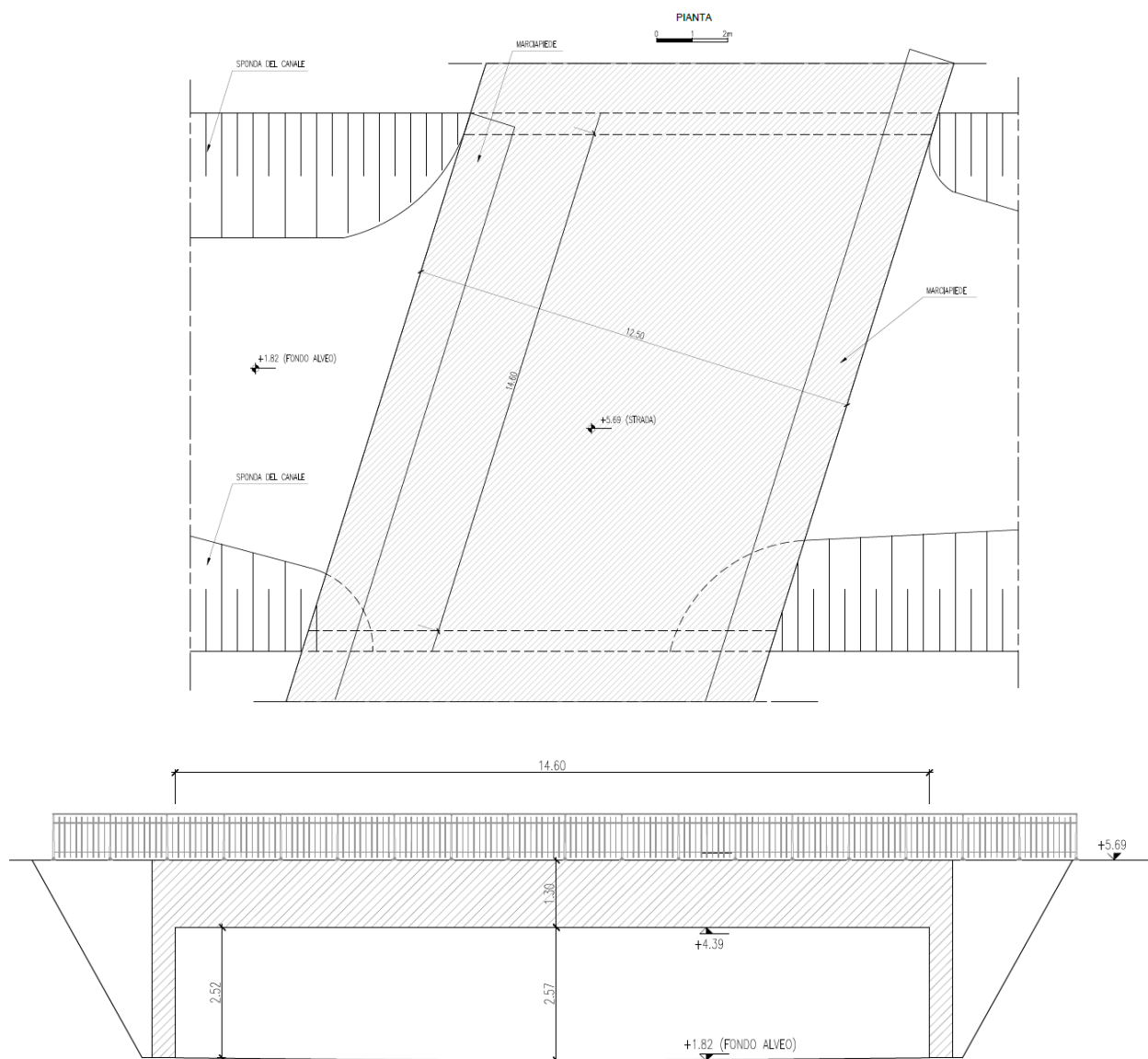


Figura 3-6 – Disegni del rilievo del ponte di via Tre Venezie (sopra: pianta - sotto: sezione)



Figura 3-7 – Schematizzazione nel modello dell'area di intervento

### 3.2 Configurazione 2: riprofilatura d'alveo con eliminazione di un salto di fondo

La configurazione di studio 2 prevede: 1) la rimozione del salto di fondo artificiale posto circa 50 m a valle del ponte di Via Tre Venezie 2) la riprofilatura dell'alveo a partire dalla sezione del salto di fondo di valle con una pendenza del 2 ‰ fino al salto di fondo posto a circa 250m a monte del ponte, ottenendo un andamento più simile alla situazione del corso d'acqua precedente all'attuale inalterazione pesantemente artificializzata, con un rivestimento continuo e molto impattante di calcestruzzo, sulle sponde e sul fondo.

Nelle seguenti figure sono riportate in Figura 3-6 la planimetria dell'intervento, Figura 3-10 il profilo della linea di talweg nel tratto di intervento, in Figura 3-11 una sezione trasversale tipologica dell'alveo, in Figura 3-12 la schematizzazione nel modello numerico nell'area dell'intervento.





Figura 3-8 – Indicazione dei 2 salti di cui si è considerata la demolizione nel presente studio (nei cerchi rossi). Nel cerchio blu, il salto di monte fino al quale si è considerato di estendere la riprofilatura dell'alveo artificiale



Figura 3-9 – planimetria nel tratto di intervento – configurazione 2 (in verde il tratto dell'alveo oggetto di riprofilatura)

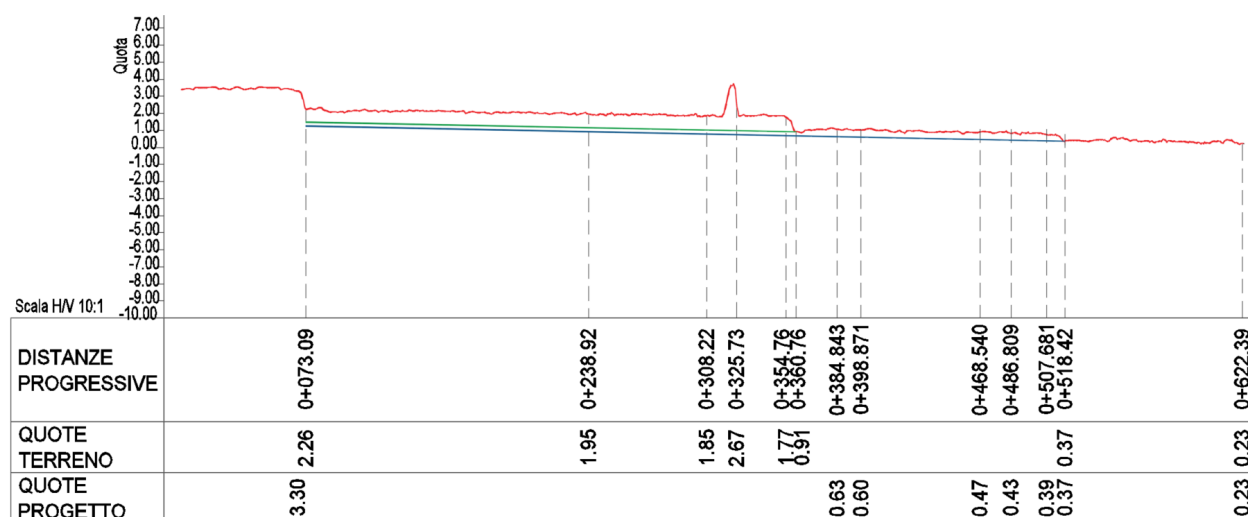


Figura 3-10 – Profilo della linea di talweg nel tratto di intervento – in rosso il profilo nella situazione attuale, in verde la configurazione di intervento 1, in blu la configurazione di intervento 2.



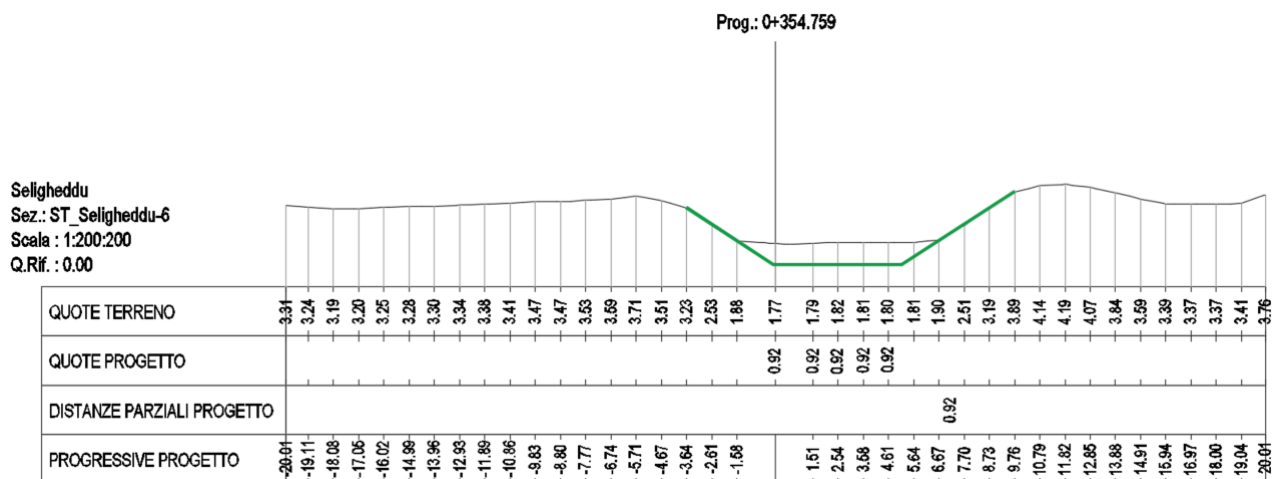


Figura 3-11 – Sezione tipo dell'alveo – configurazione 2 in verde, in grigio la situazione attuale.



Figura 3-12 Schematizzazione del modello nell'area di intervento – configurazione 2

### 3.3 Configurazione 3: riprofilatura d'alveo con eliminazione di due salti di fondo ed allargamento in dx idraulica

La configurazione di studio 3 prevede: 1) nella rimozione del salto di fondo posto a circa 50 m a valle del ponte di Via Tre Venezie 2) eliminazione del salto di fondo posto a 150 a valle dal primo salto 3) riprofilatura dell'alveo a partire dalla sezione del secondo salto di fondo di valle con una pendenza del 2 ‰ fino al salto di fondo posto a circa 250m a monte del ponte. Nel tratto a valle del ponte e delimitato dal secondo salto di fondo, oltre all'abbassamento del fondo del Seligheddu, è stato considerato anche l'allargamento della sezione del fiume in destra idraulica di circa 6m, con la realizzazione di una pista di servizio e la risagomatura delle sponde, riportando il corso d'acqua alle dimensioni precedenti l'attuale inalveazione.

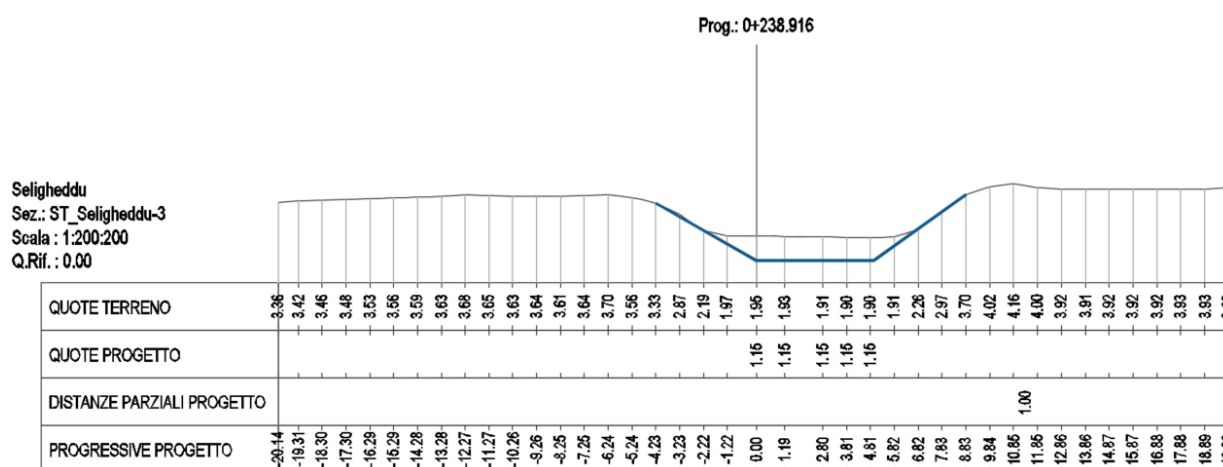
Lo sviluppo complessivo dell'intervento in questa configurazione è di circa 450 m.

In particolare, a monte del ponte è adottata la prima delle due sezioni sotto riportate, di sezione trapezia semplice per un'estensione di 250m. A valle del ponte invece, è adottata la seconda delle sezioni sotto riportate, che presenta anche una pista di servizio, per un'estensione di circa 200 m.

Nelle seguenti figure sono riportate in Figura 3-13 la planimetria dell'intervento, in Figura 3-14 una sezione trasversale tipologica dell'alveo nel tratto considerato, in Figura 3-15 la schematizzazione nel modello numerico. Il profilo della linea di talweg del Riu Seligheddu per entrambi gli interventi (configurazione n.2 e n.3) sono riportati in Figura 3-10.



Figura 3-13 – planimetria nel tratto di intervento – configurazione 3 (in turchese il tratto di intervento)





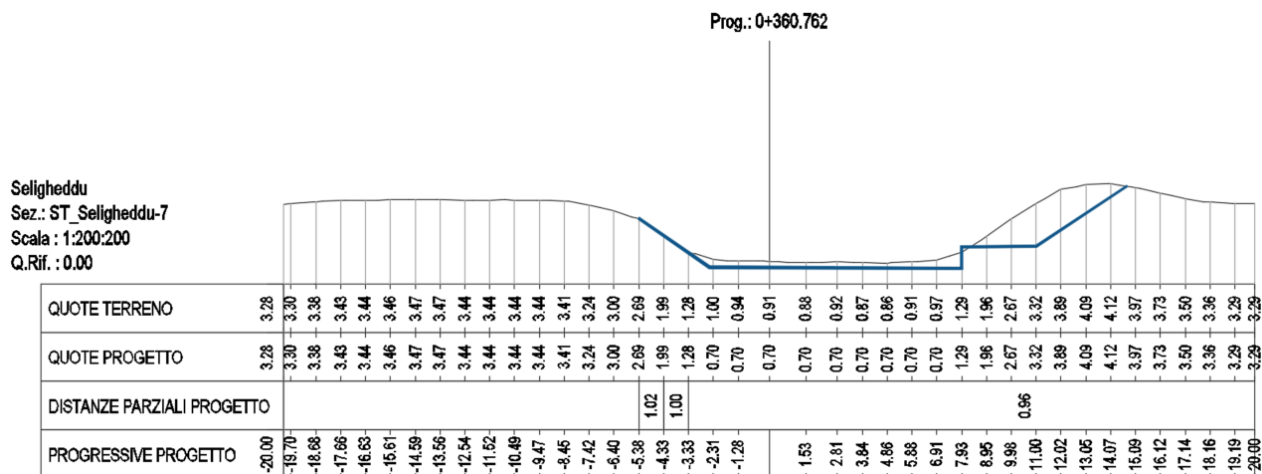


Figura 3-14 – Sezione tipo dell'alveo (sopra nel tratto a monte del ponte, sotto nel tratto a valle del ponte) – in blu la configurazione 3, in grigio la configurazione attuale.



Figura 3-15 - Schematizzazione del modello nell'area di intervento – configurazione 3

## 4. Risultati dello studio

Nel presente capitolo sono illustrati i risultati delle analisi modellistiche eseguite in riferimento alle tre configurazioni analizzate con l'obiettivo di valutare in termini idraulici l'efficacia delle varie soluzioni proposte in termini di riduzione dei livelli idrici ed aumento della officiosità delle sezioni, e consentire un'analisi comparativa dei risultati.

Come premesso nel paragrafo 2.1 il set di simulazioni eseguito ha considerato una serie di eventi critici caratterizzati da Tempi di ritorno estremi ( $Tr = 50 - 100 - 200 - 500$ ) necessari per la determinazione delle aree di pericolosità idraulica, e tempi di ritorno con frequenze maggiori ( $Tr = 5$  e  $20$  anni) per lo studio del comportamento idraulico in presenza di eventi di piena meno intensi ma comunque significativi.

Nelle seguenti pagine sono riportati per ciascuna tempo di ritorno analizzato:

- i profili dei tiranti idrici massimi lungo l'asse del Riu Seligheddu;
- i profili dei tiranti idrici in due sezioni trasversale all'asse del Seligheddu a monte ed a valle del ponte di via Tre Venezie;
- gli idrogrammi di piena alla sezione del ponte di via Tre Venezie;
- la tabella di sintesi (vedi Tabella 4-1) con le portate massime, le velocità massime ed i tiranti massimi alla sezione del ponte di Via Tre Venezie;

In Figura 4-1 è riportata la posizione delle sezioni trasversale e longitudinale all'asse del Riu Seligheddu in corrispondenza del tratto di intervento.

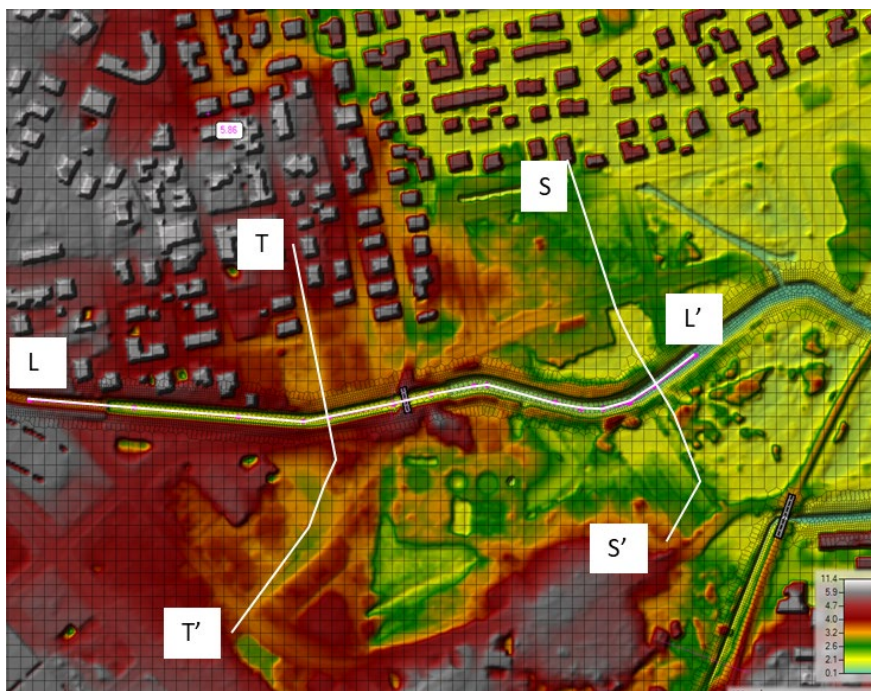


Figura 4-1 – ubicazione lungo due sezioni 1) longitudinale (LL') e 2) ortogonale all'asse del Seligheddu (TT').

La seguente tabella anticipa già alcuni risultati ed in particolare mostra come, per le diverse configurazioni considerate, la portata massima transitante nella sezione del ponte aumenti, dimostrando questo un apprezzabile aumento di officiosità della sezione, a seguito degli interventi considerati.

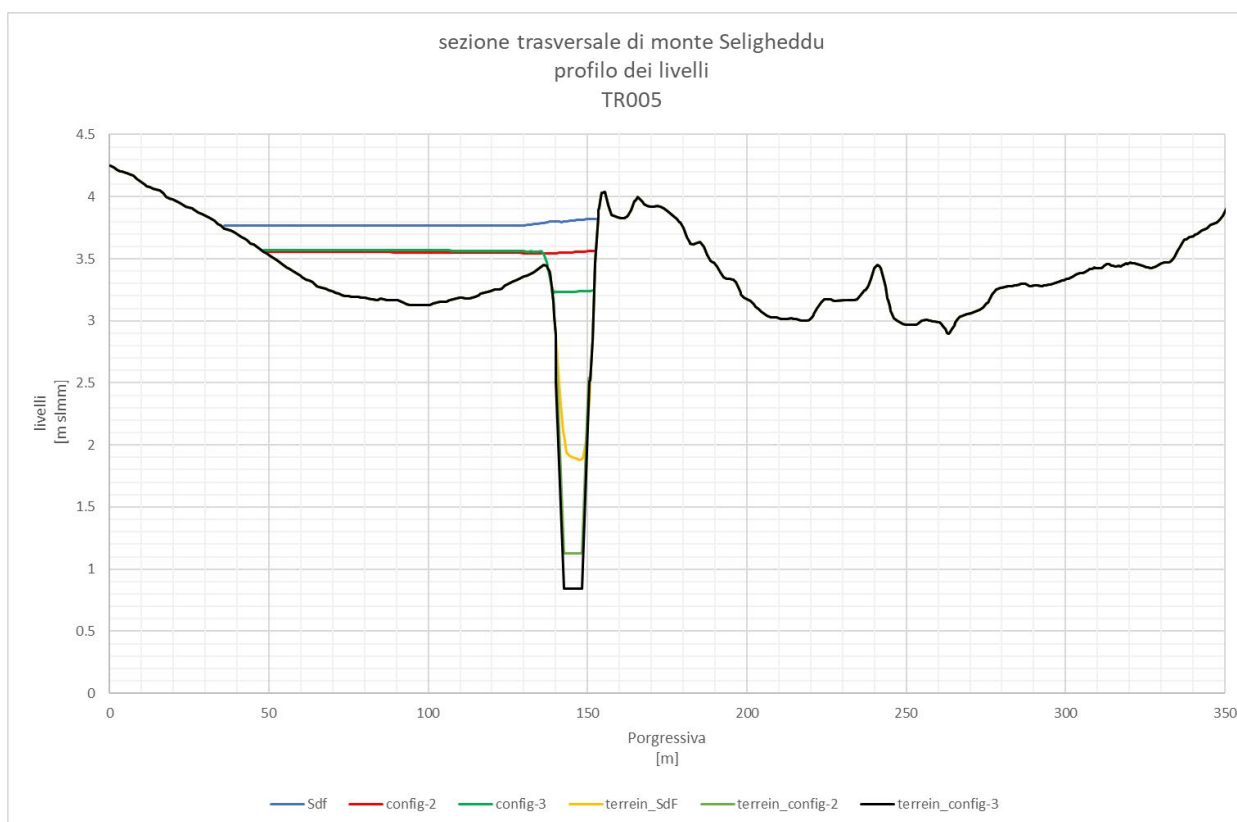
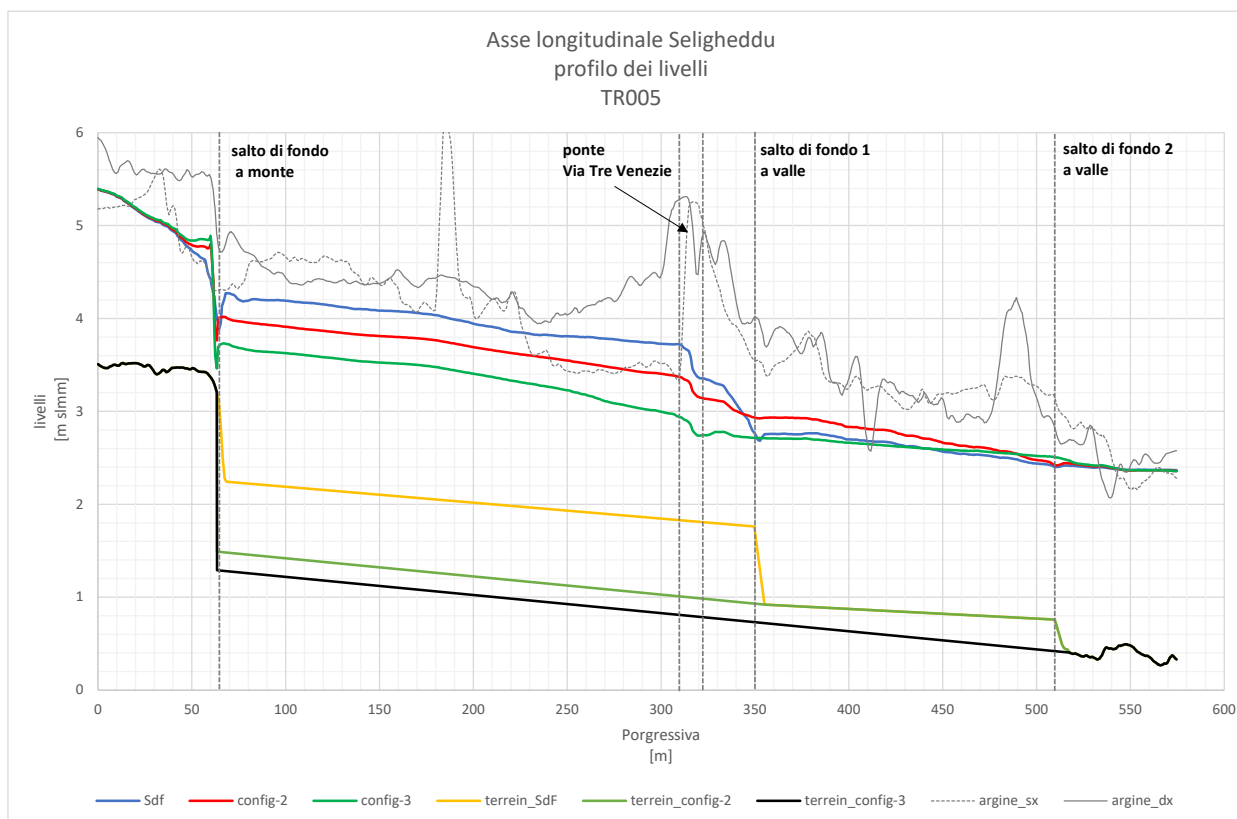
*Tabella 4-1 -Tabella di sintesi con le portate, livelli e velocità massime calcolate alla sezione del ponte di via Tre Venezie per i diversi tempi di ritorno e dalle diverse configurazioni di studio.*

	<b>Portata massima [m³/s]</b>	<b>Livelli massimi [m. s.l.m.m.]</b>	<b>Quota sottotrave [m. sl.m.m]</b>	<b>Velocità massima [m/s]</b>
<b>TR005</b>				
SdF - demolizione ponte	30.5	3.73	4.39	2.55
configurazione 2	38.5	3.38		2.25
Configurazione 3	38.8	2.97		2.21
<b>TR020</b>				
SdF - demolizione ponte	37.7	3.99	4.39	3.13
configurazione 2	52.4	3.83		2.55
Configurazione 3	64.2	3.55		2.39
<b>TR050</b>				
SdF - demolizione ponte	40.7	4.09	4.39	3.16
configurazione 2	59.3	3.95		2.59
Configurazione 3	66.0	3.74		2.46
<b>TR100</b>				
SdF - demolizione ponte	42.9	4.16	4.39	3.18
configurazione 2	58.4	4.05		2.61
Configurazione 3	73.6	3.85		2.52
<b>TR200</b>				
SdF - demolizione ponte	44.9	4.23	4.39	3.19
configurazione 2	60.9	4.12		2.61
Configurazione 3	75.9	3.95		2.56
<b>TR500</b>				
SdF - demolizione ponte	47.0	4.30	4.39	3.19
configurazione 2	62.2	4.22		2.70
Configurazione 3	75.9	4.09		2.60

A completamento dello studio si riportano

- In Allegato I: le mappe con i tiranti idrici massimi e velocità massime nell'area di intervento per i 5 tempi di ritorno analizzati e le 3 configurazioni di studio.
- In Allegato II: le mappe della pericolosità idraulica allo stato attuale, e nelle tre configurazioni di progetto.





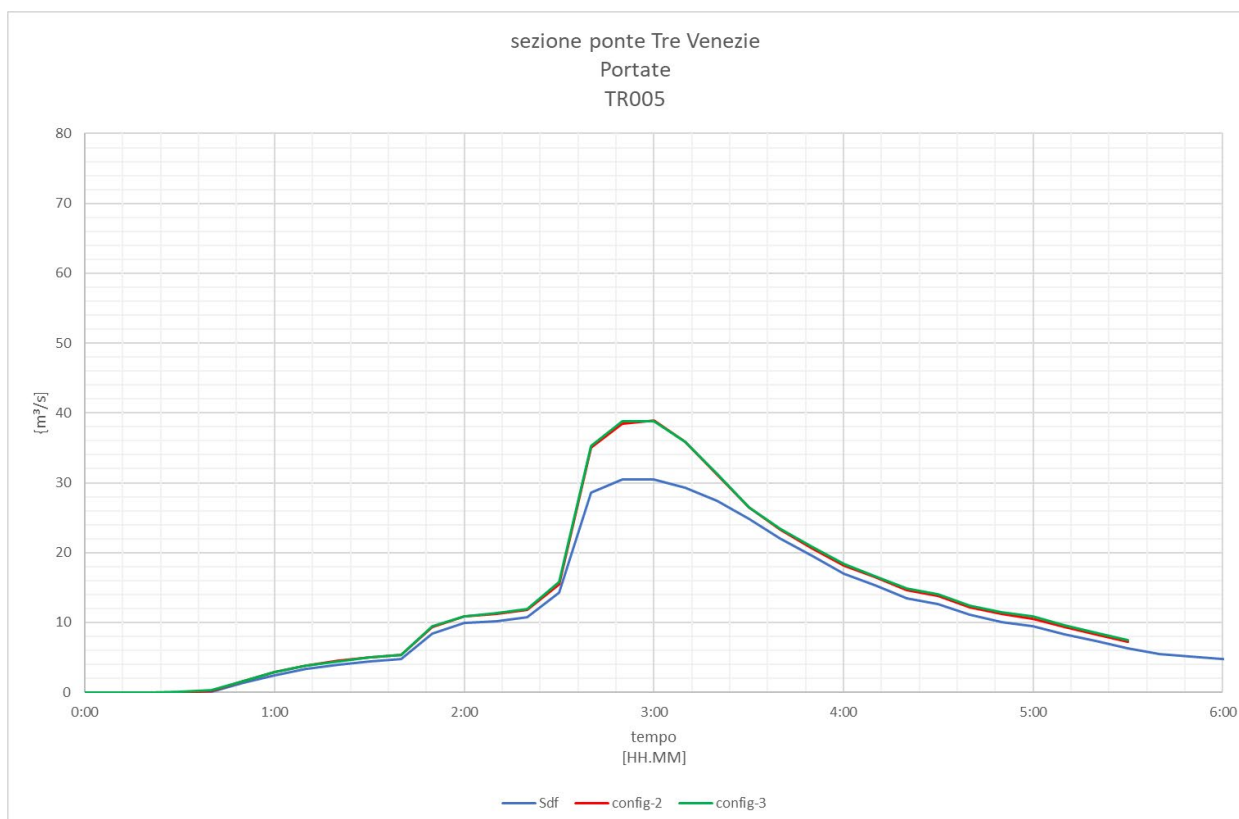
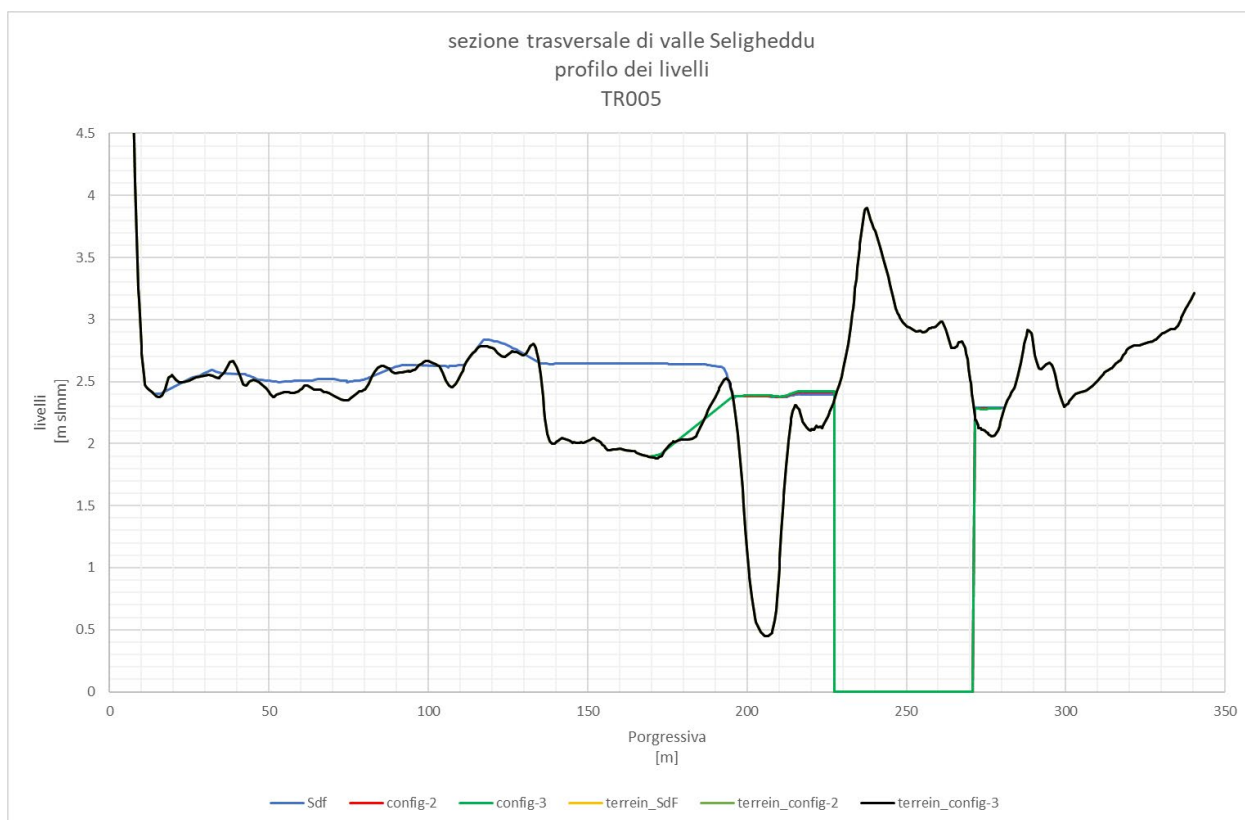
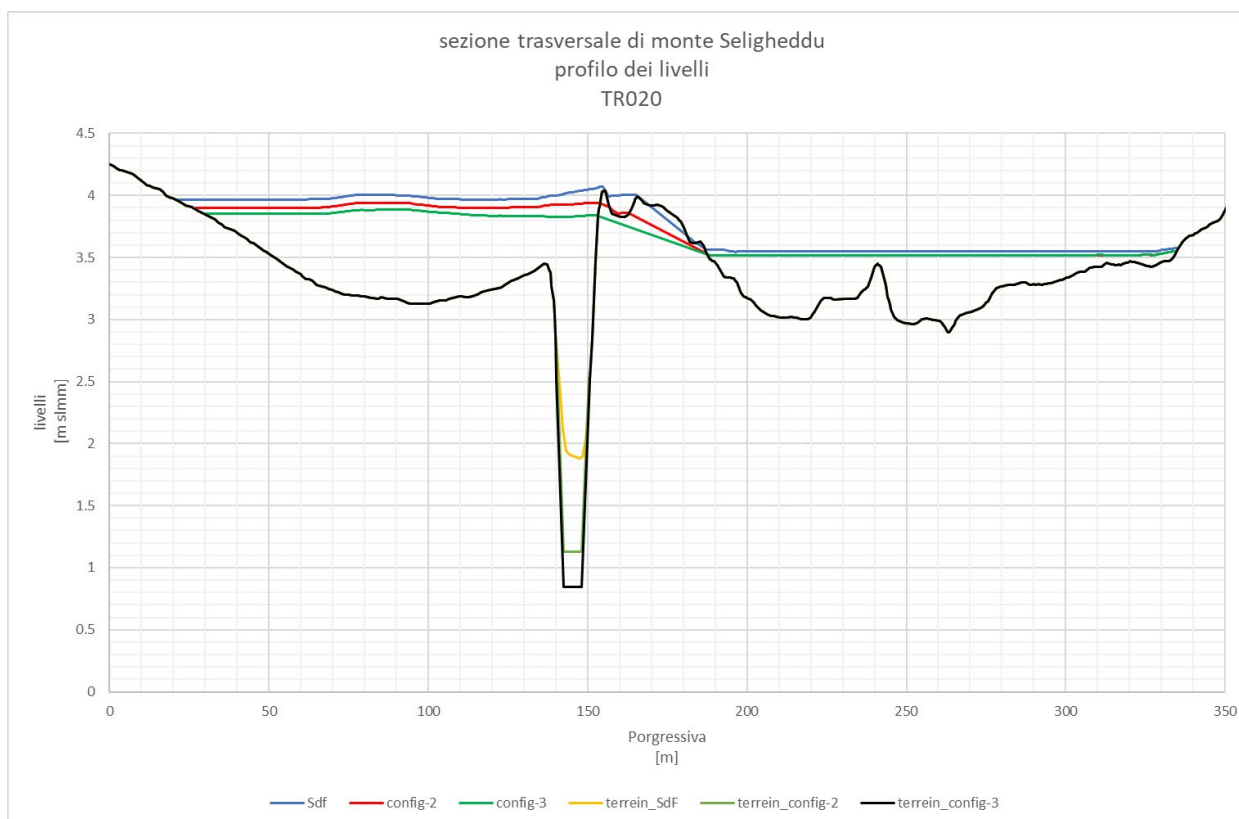
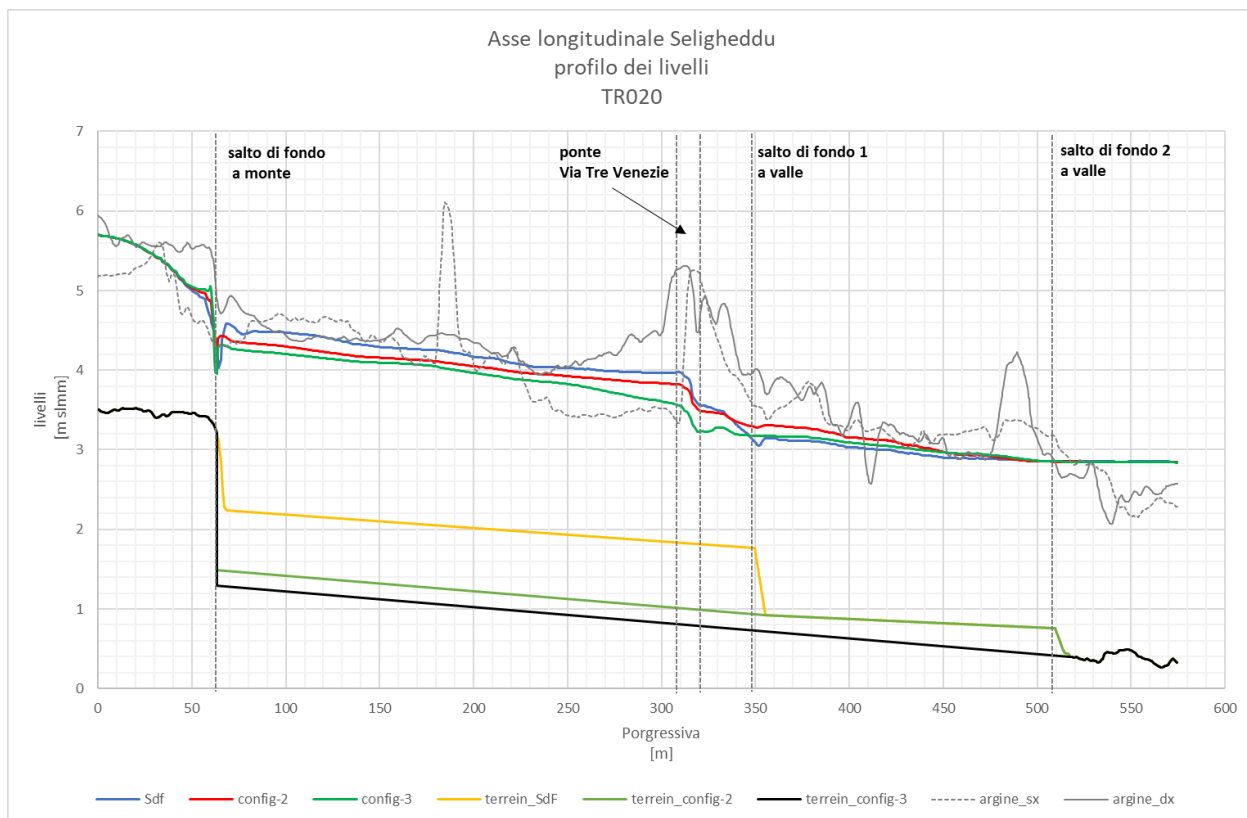


Figura 4-2 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla

*sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 5 anni per le tre configurazioni di studio.*

E' apprezzabile nel grafico precedente come gli interventi di riprofilatura dell'alveo con la rimozione di uno o di entrambi i salti artificiali presenti consenta di aumentare in modo significativo la massima portata transitabile sotto il ponte, senza che questa raggiunga la quota di sottotrave.

Si noti come l'effetto in termini di massima portata transitabile nelle configurazioni 2 e 3 sia pressoché identico.



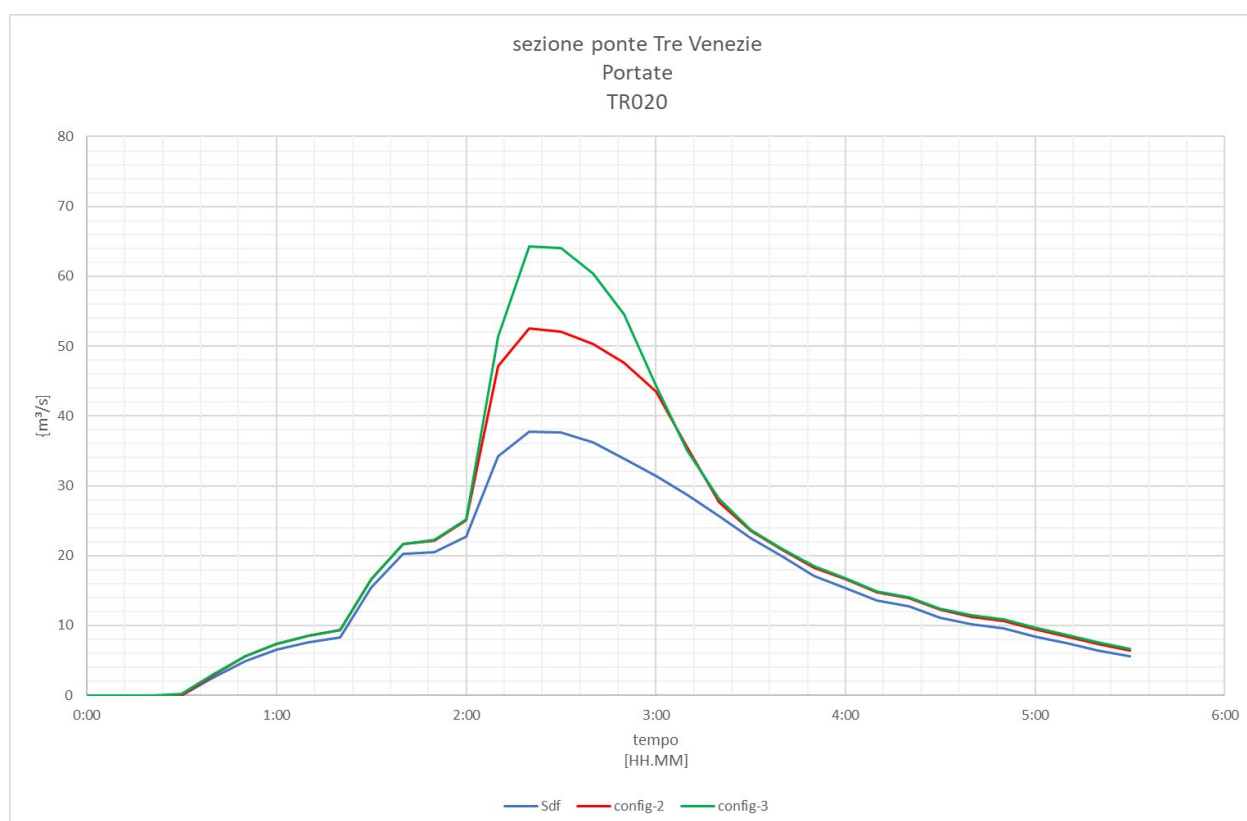
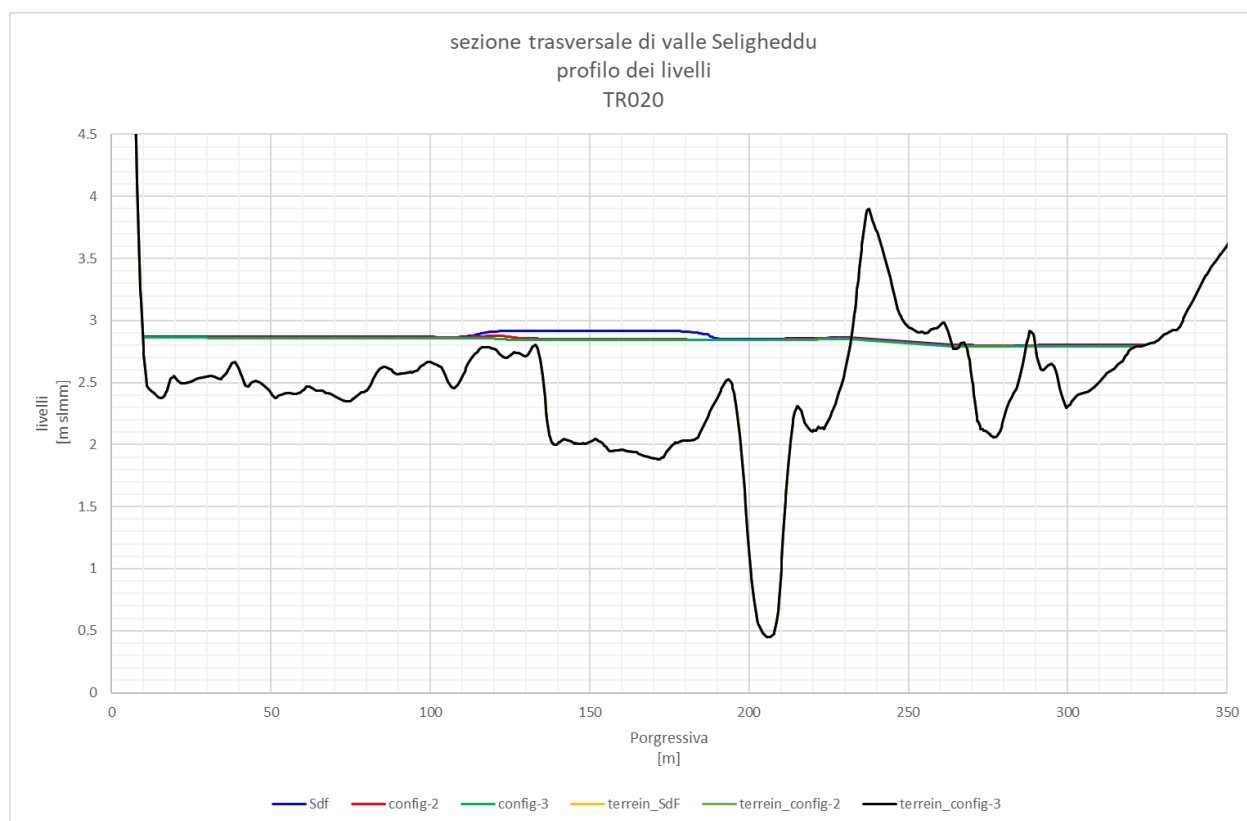
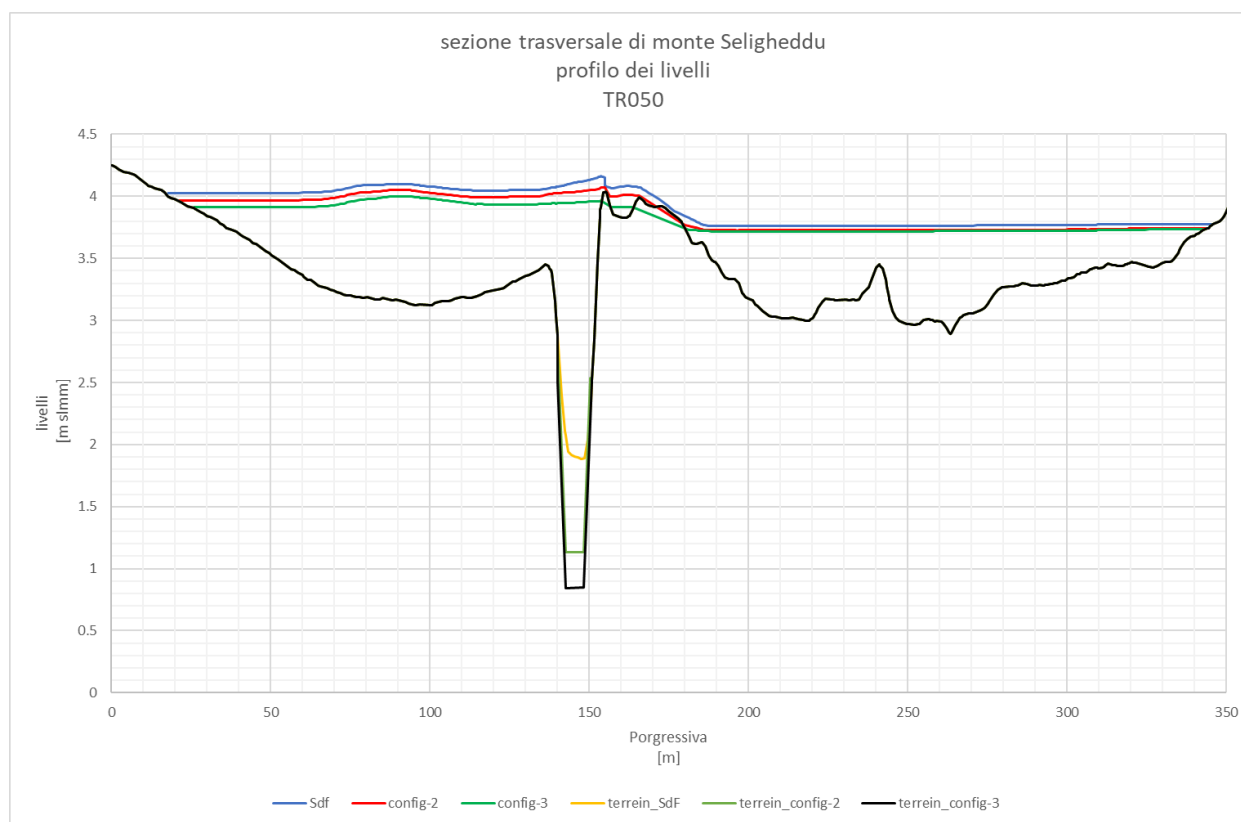
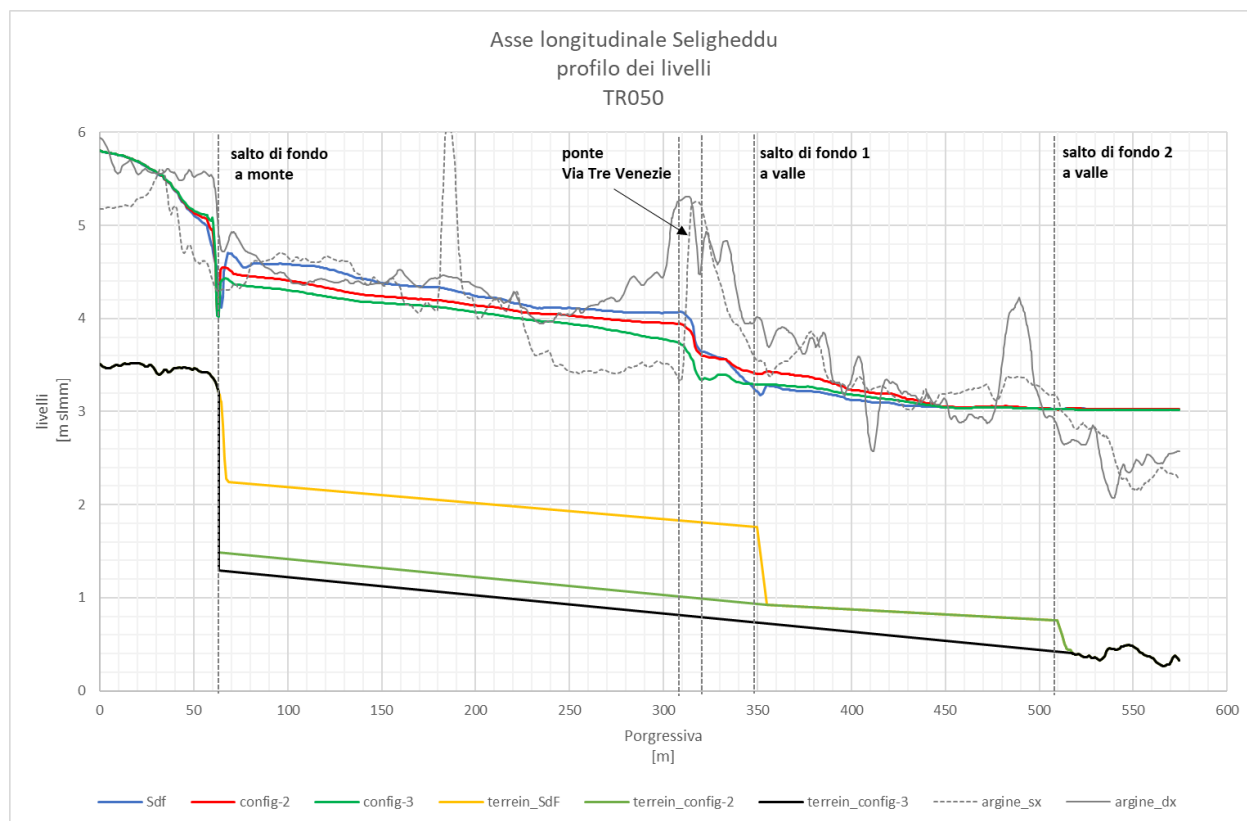


Figura 4-3. Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 20 anni per le tre configurazioni di studio.

E' apprezzabile nel grafico precedente come gli interventi di riprofilatura dell'alveo, con la rimozione di uno o di entrambi i salti artificiali presenti, consenta di aumentare in modo significativo la massima portata transitabile sotto il ponte, senza che questa raggiunga la quota di sottotrave.



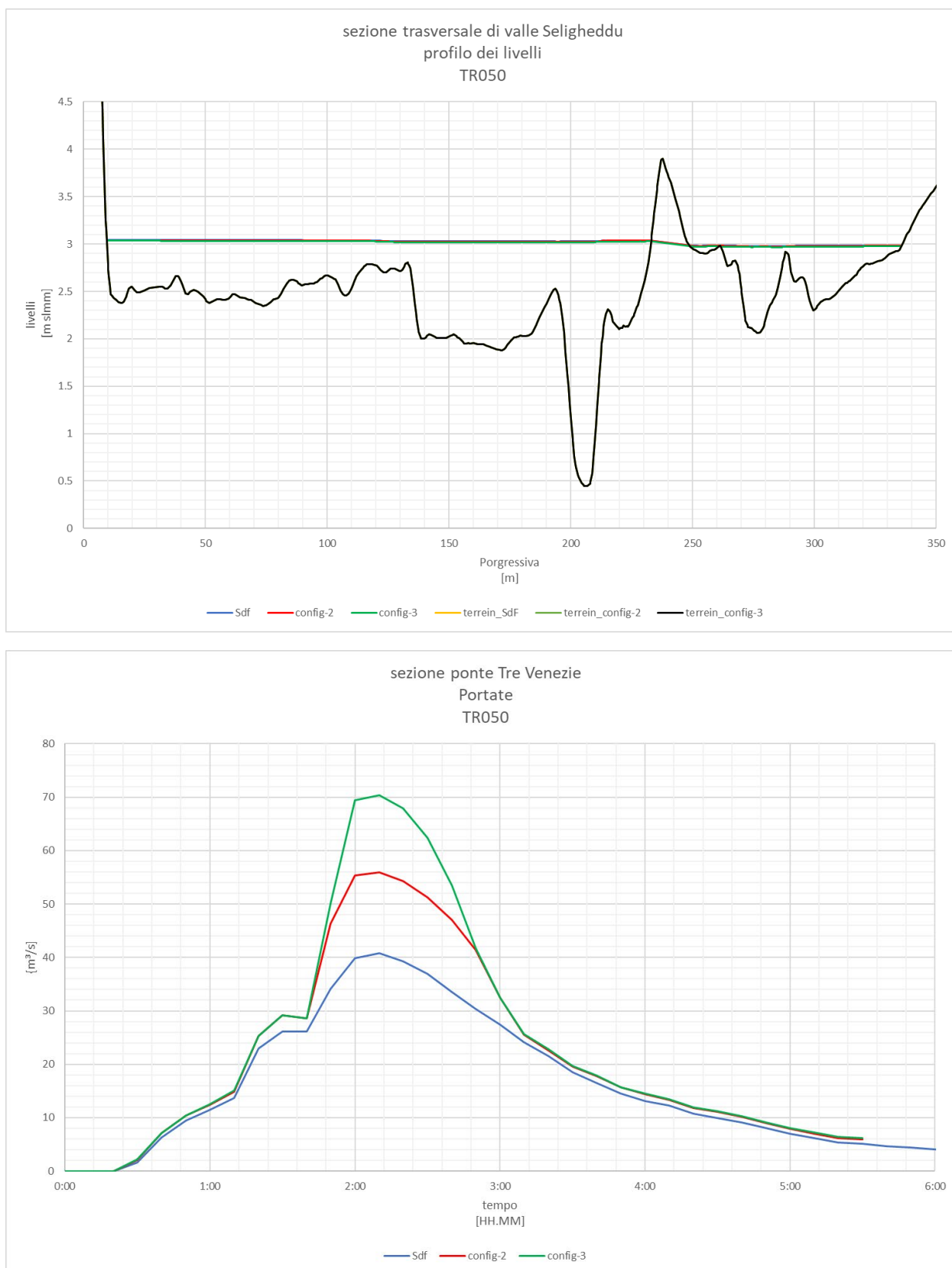
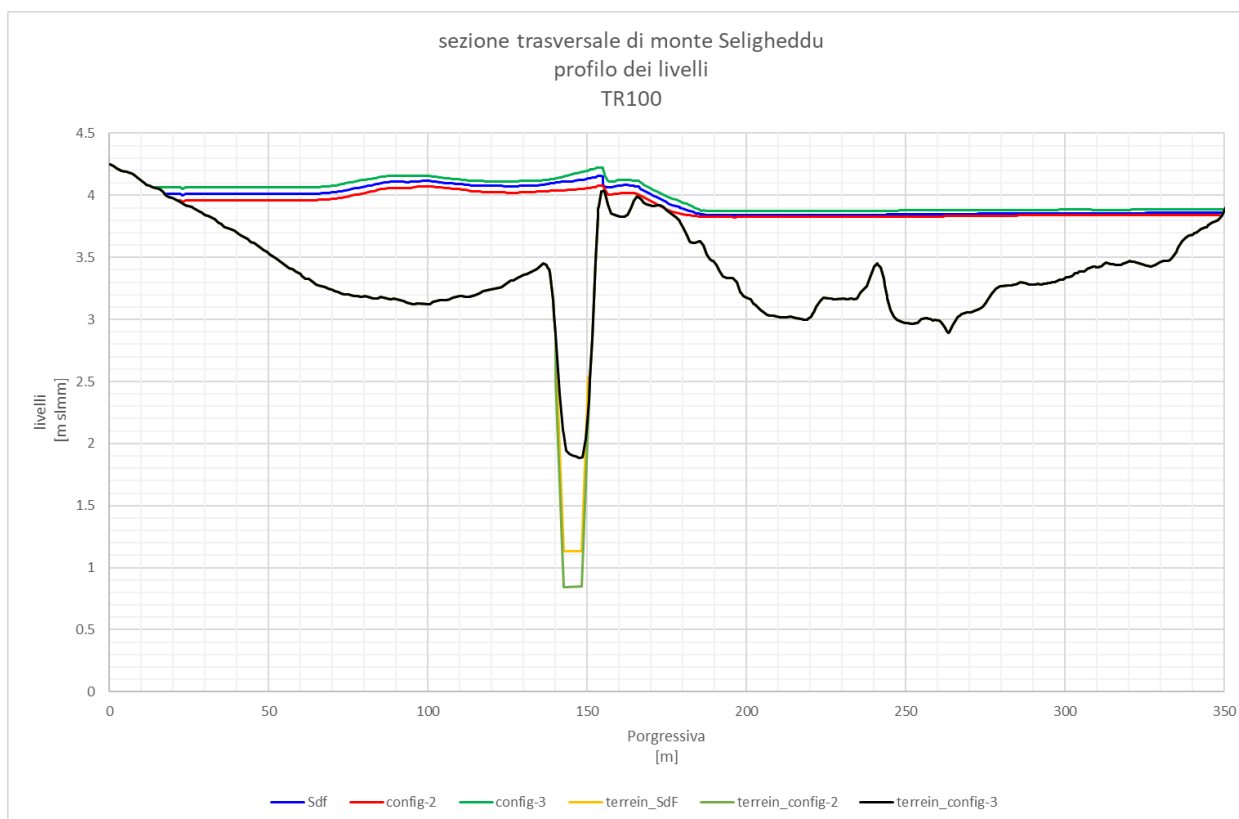
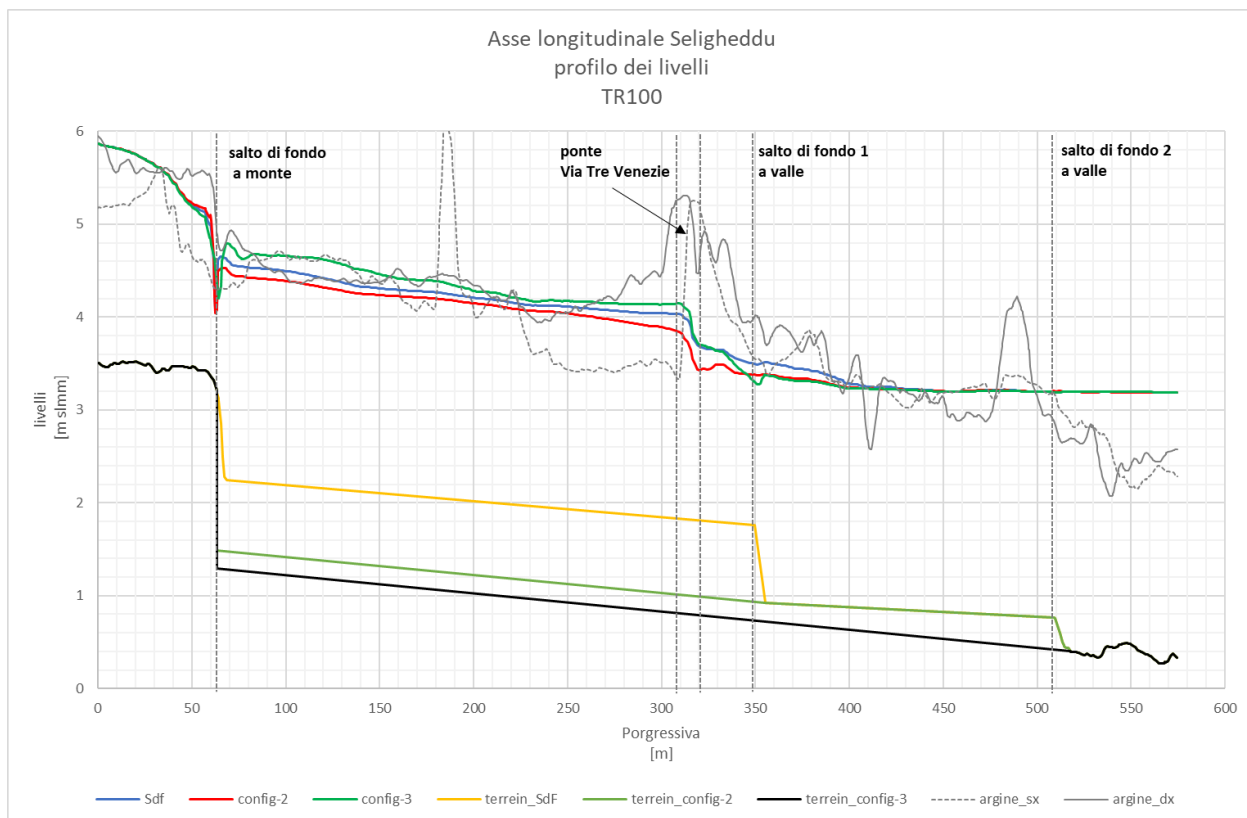


Figura 4-4 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transesti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 50 anni per le tre configurazioni di studio.



E' apprezzabile nel grafico precedente come gli interventi di riprofilatura dell'alveo con la rimozione di uno o di entrambi i salti artificiali presenti consenta di aumentare in modo significativo la massima portata transitabile sotto il ponte, senza che questa raggiunga la quota di sottotrave.



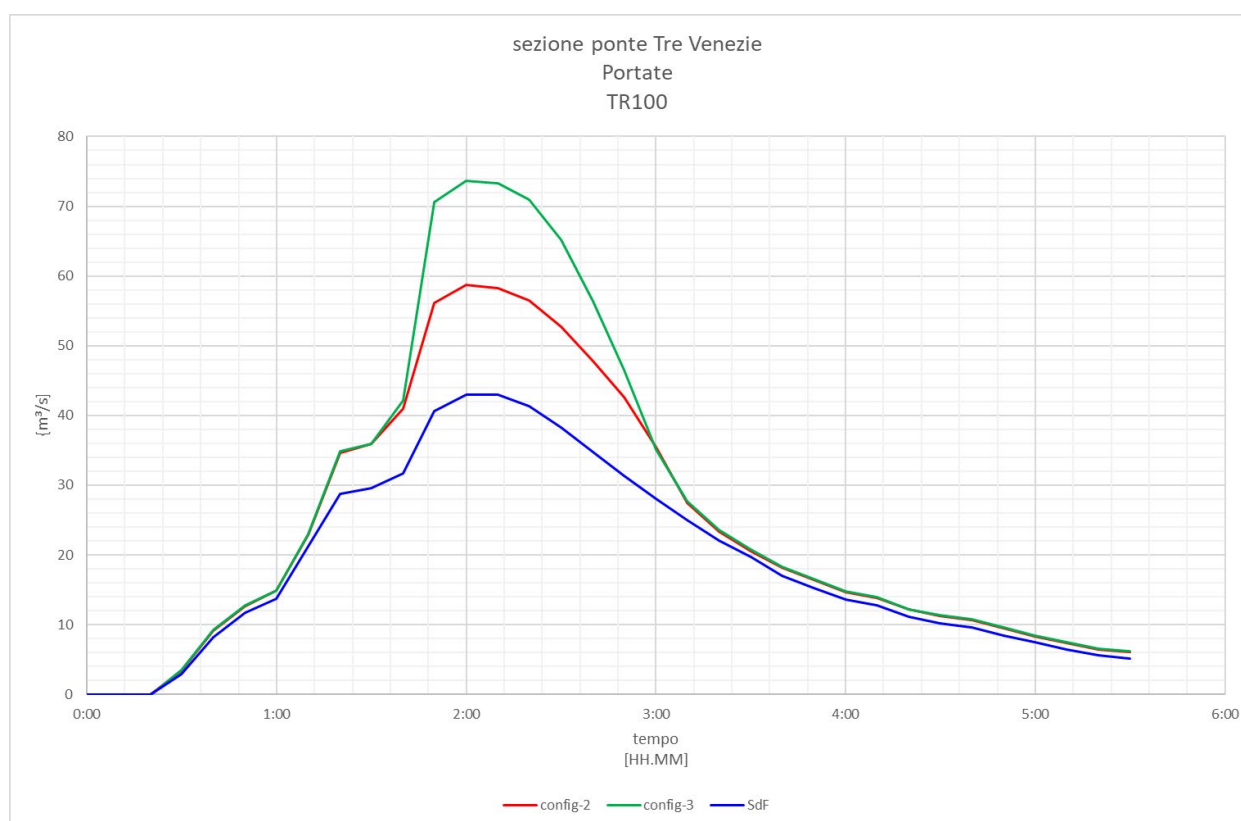
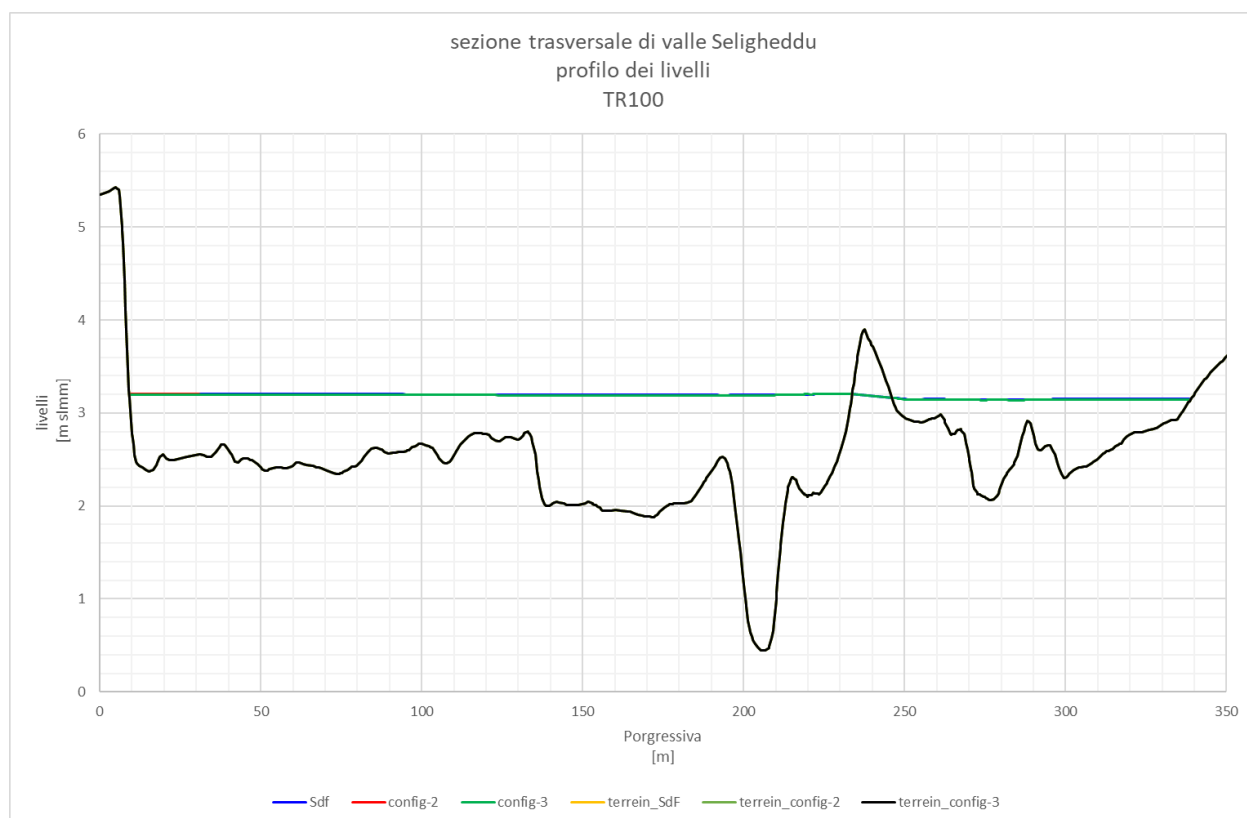
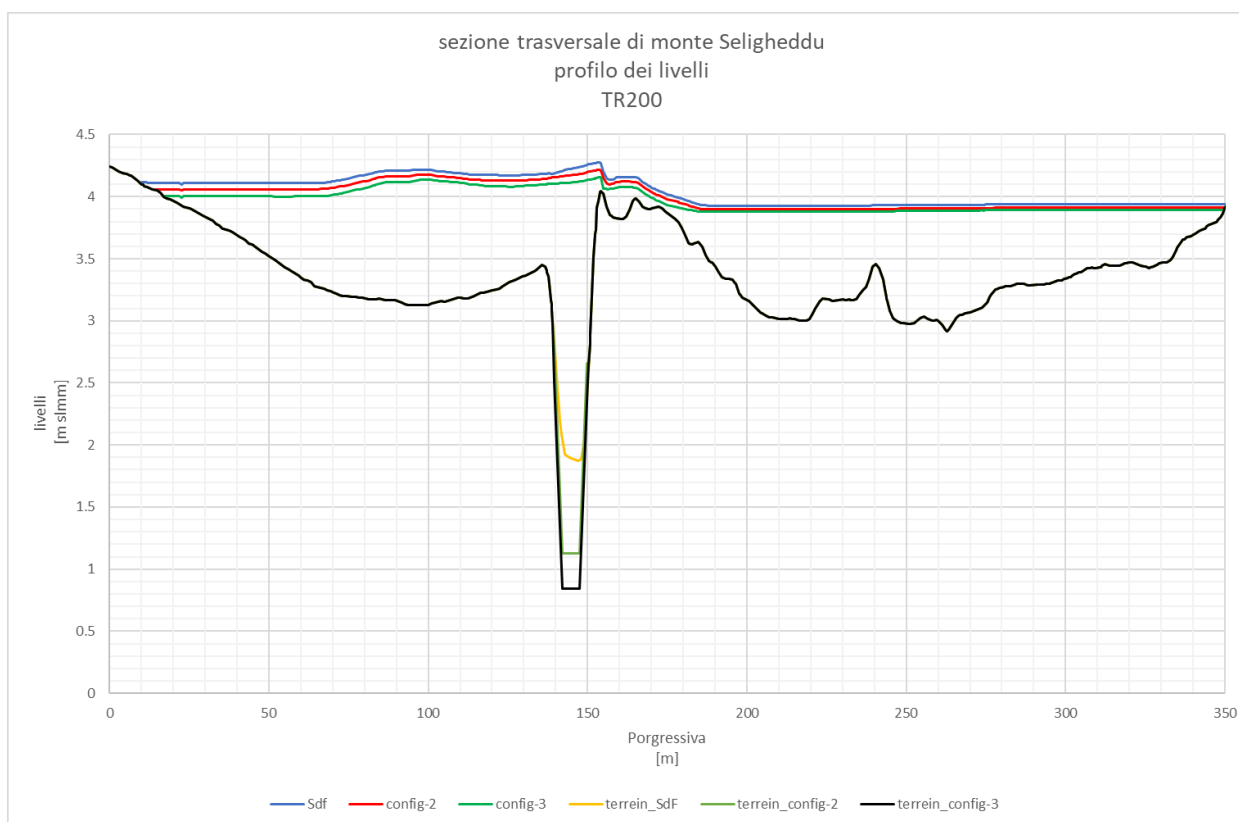
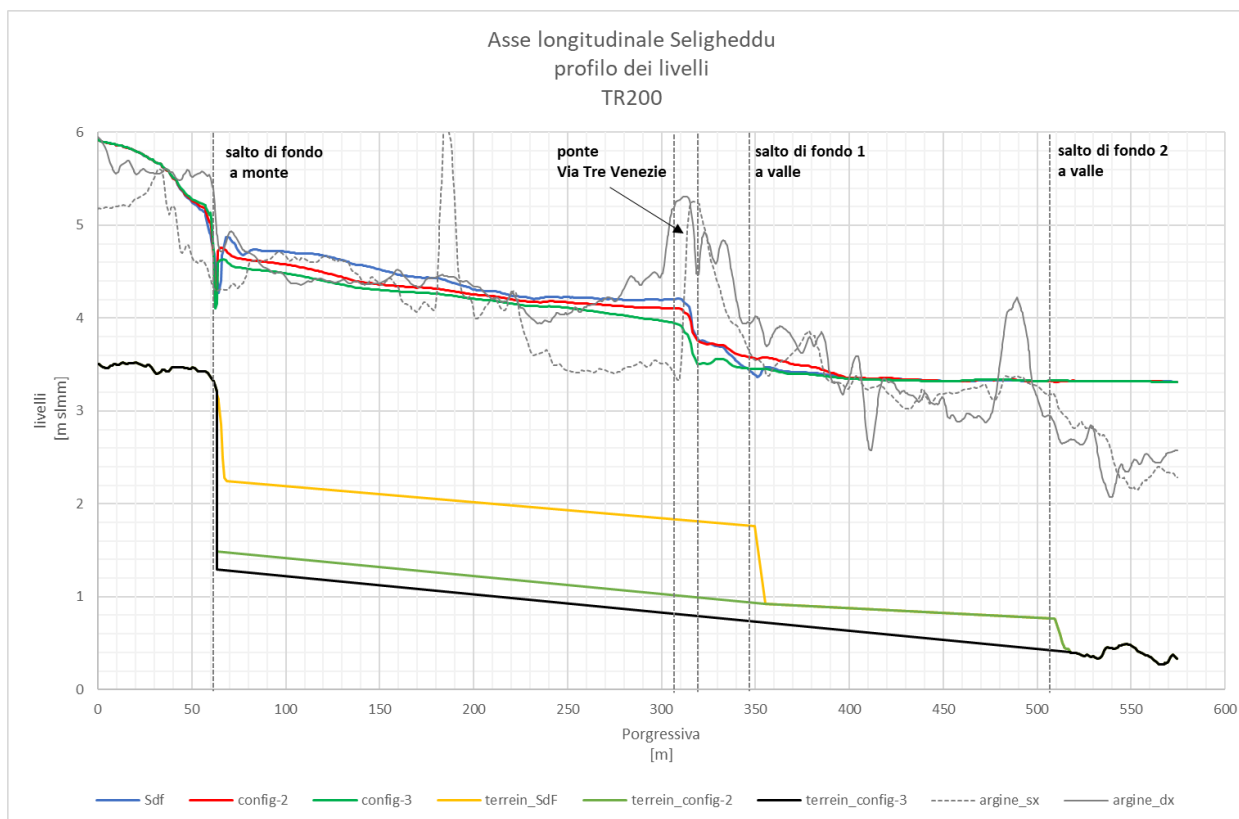


Figura 4-5 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 100 anni per le tre configurazioni di studio.

E' apprezzabile nel grafico precedente come gli interventi di riprofilatura dell'alveo, con la rimozione di uno o di entrambi i salti artificiali presenti, consenta di aumentare in modo significativo la massima portata transitabile sotto il ponte, senza che questa raggiunga la quota di sottotrave.



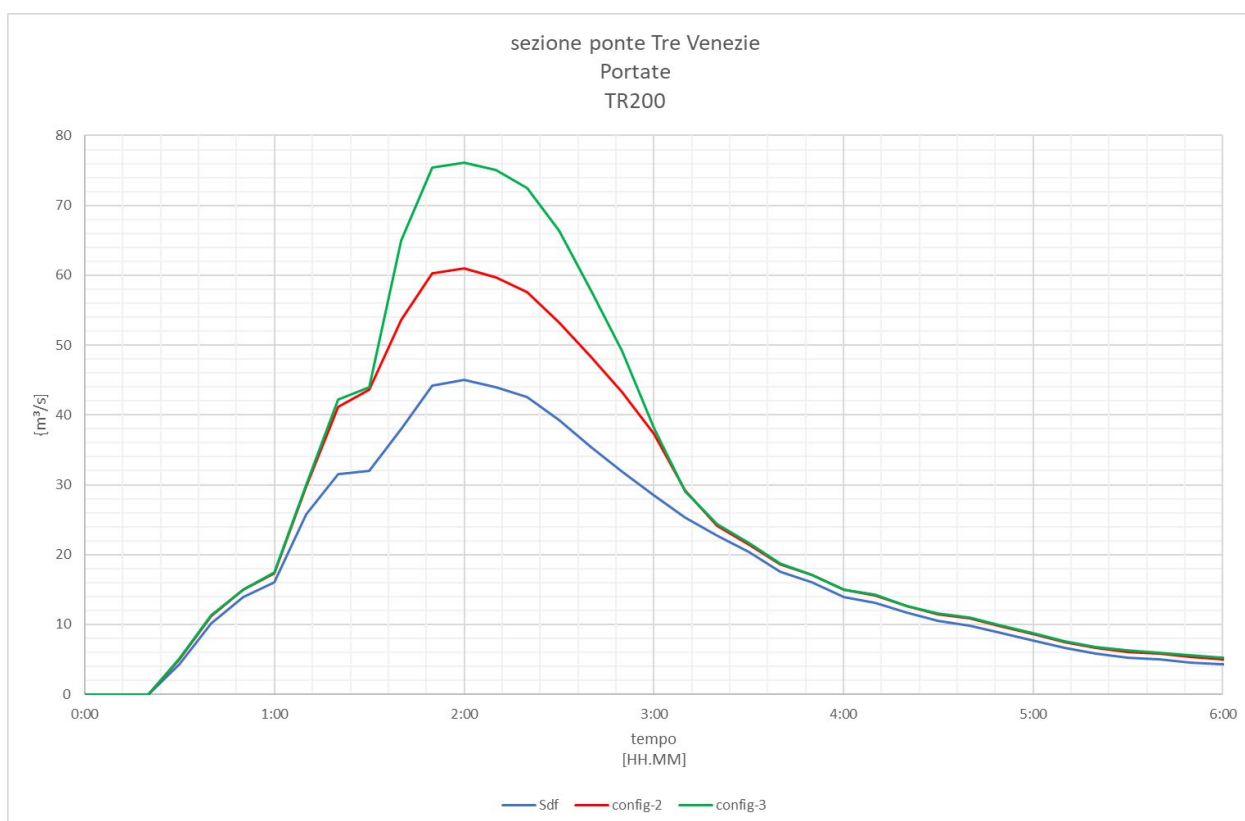
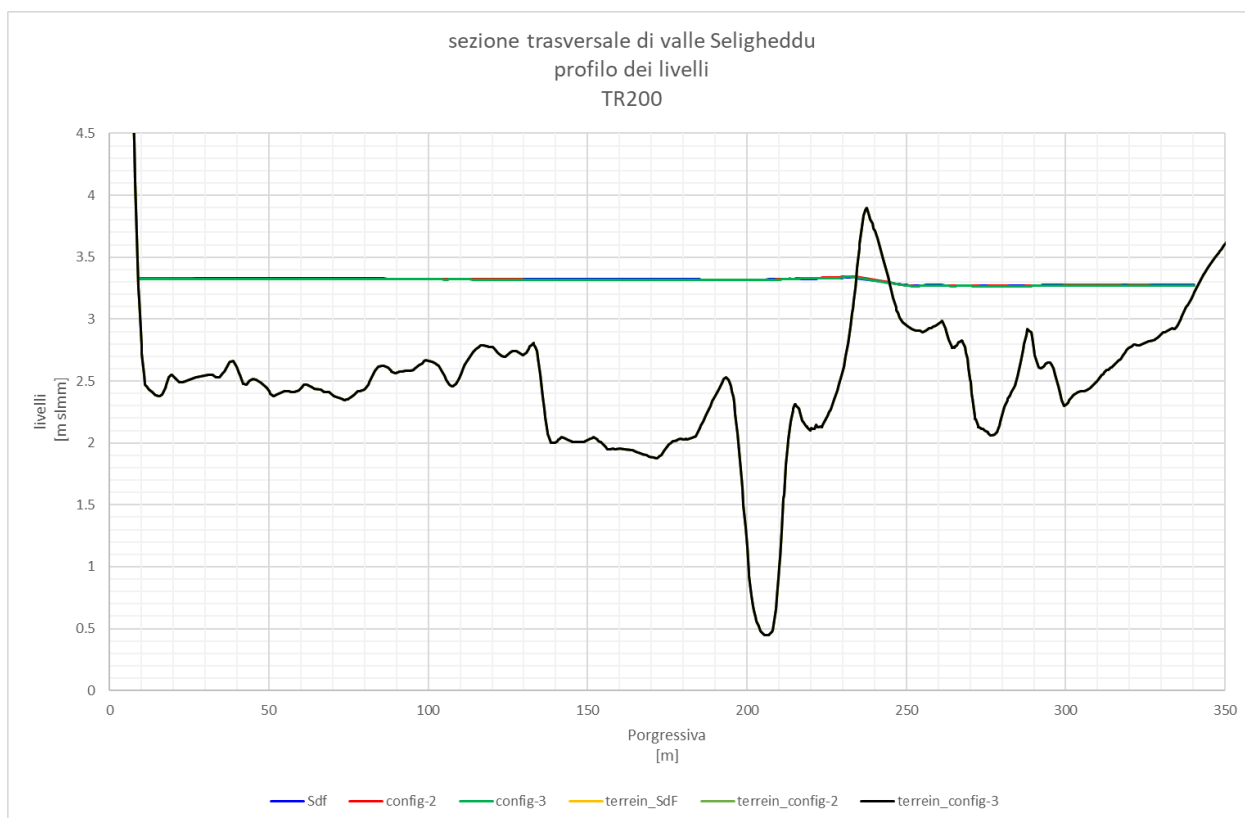
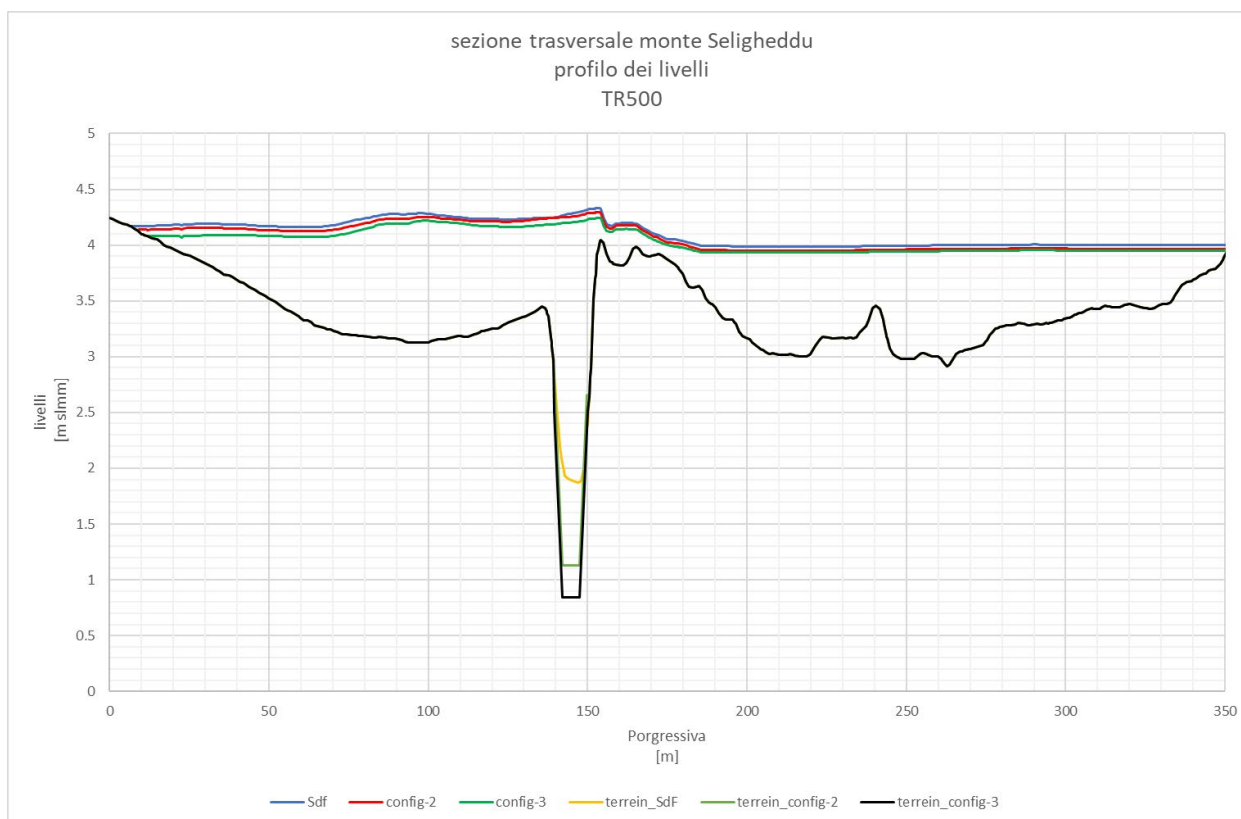
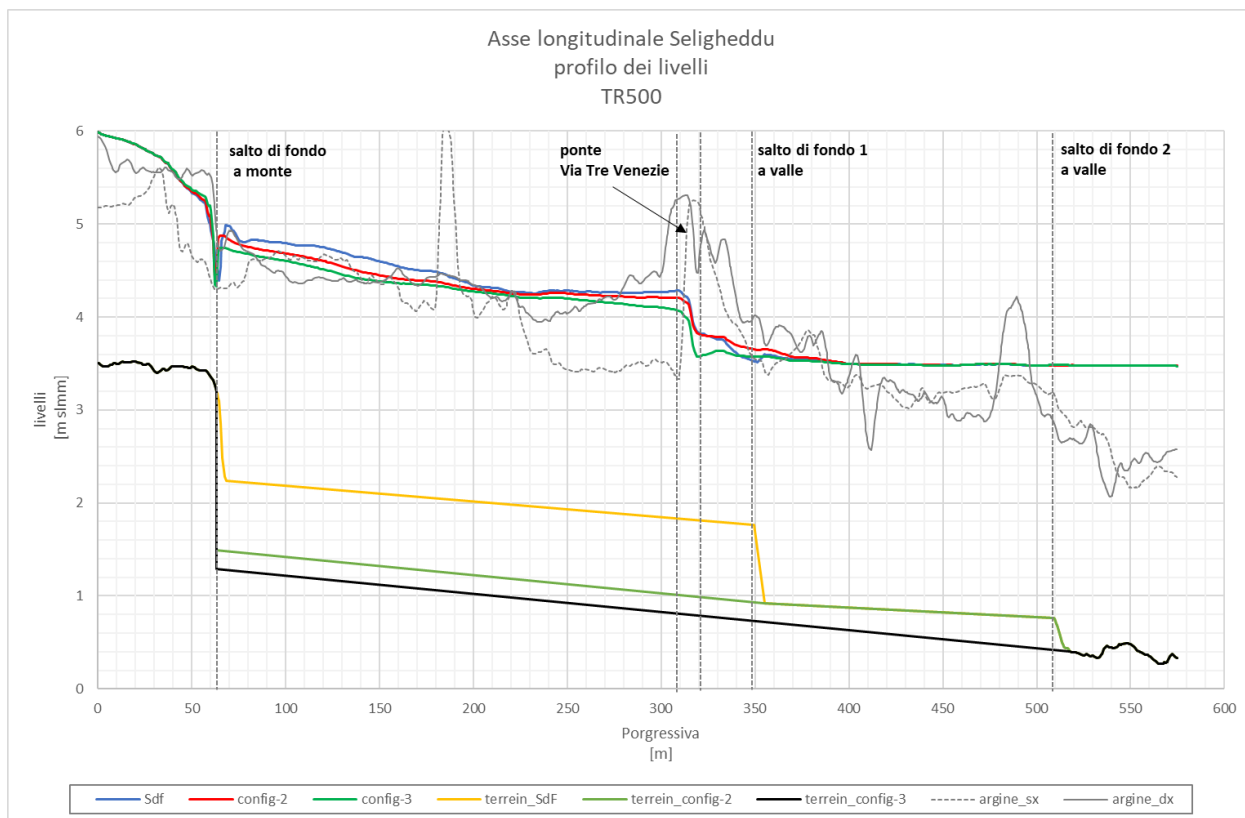


Figura 4-6 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transesti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 200 anni per le tre configurazioni di studio.

E' apprezzabile nel grafico precedente come gli interventi di riprofilatura dell'alveo, con la rimozione di uno o di entrambi i salti artificiali presenti, consenta di aumentare in modo significativo la massima portata transitabile sotto il ponte, senza che questa raggiunga la quota di sottotrave.





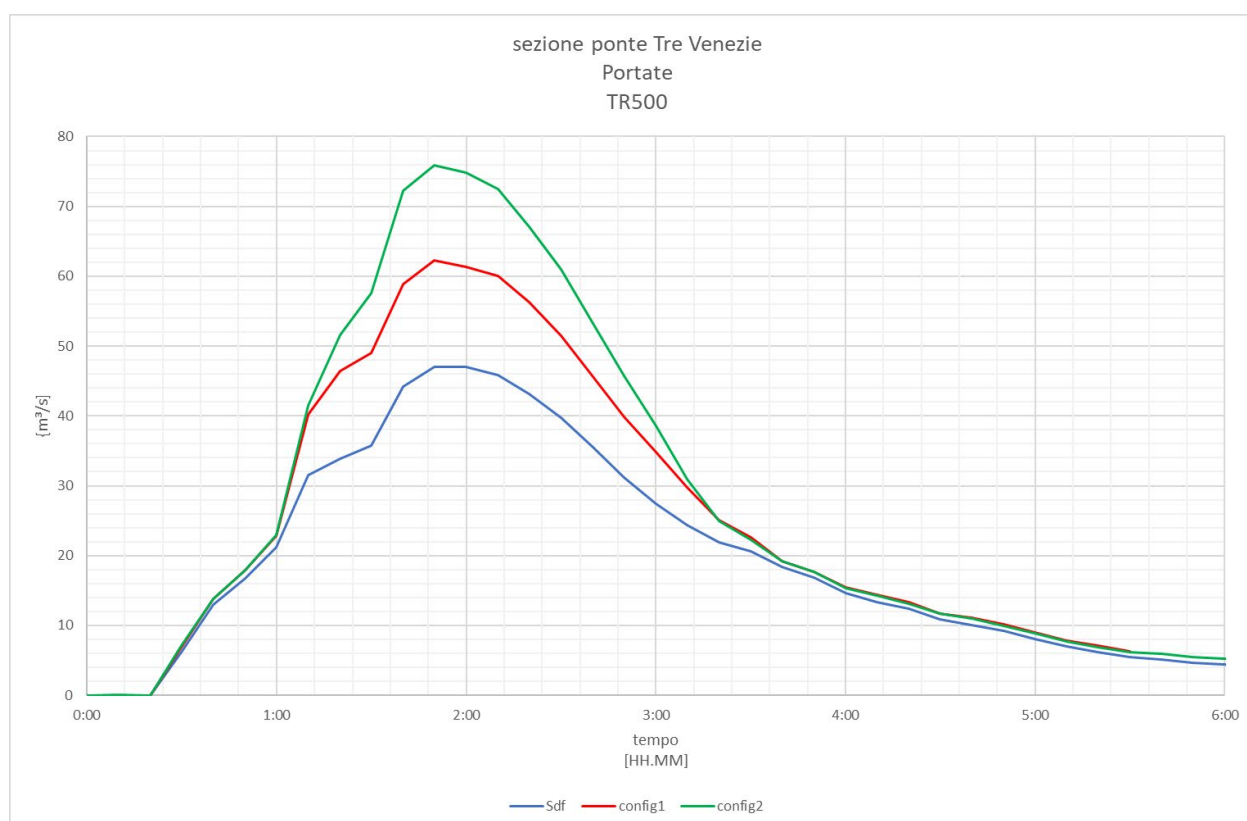
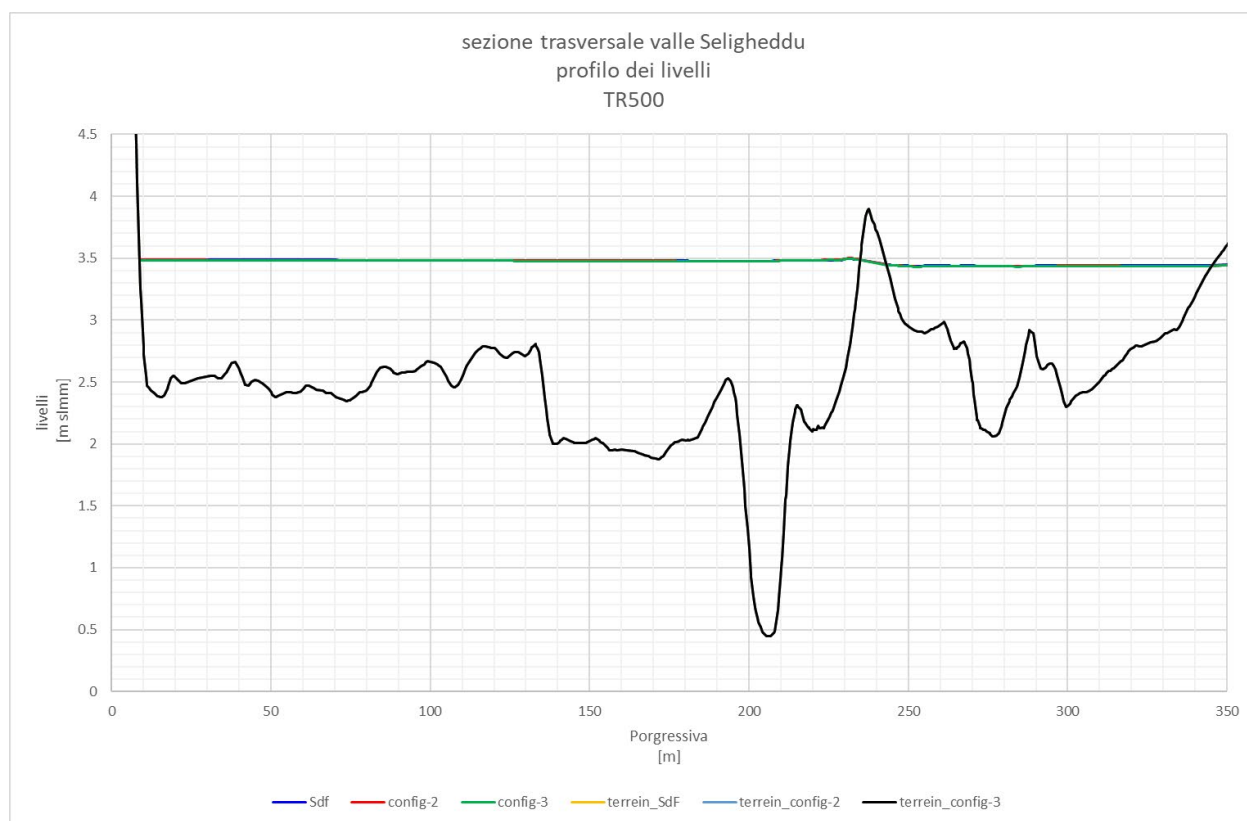


Figura 4-7 – Grafico 1 e 2: profili dei livelli massimi lungo i transetti LL', TT' e SS'. Grafico 3: idrogrammi di piena alla sezione del ponte di Via Tre Venezie. Scenario Tr 500 anni per le tre configurazioni di studio.

E' apprezzabile nel grafico precedente come gli interventi di riprofilatura dell'alveo, con la rimozione di uno o di entrambi i salti artificiali presenti, consenta di aumentare in modo significativo la massima portata transitabile sotto il ponte, senza che questa raggiunga la quota di sottotrave.

## 5. Analisi dei risultati e conclusioni

Le analisi idrauliche eseguite mediante modellazione numerica hanno permesso di simulare il comportamento idraulico del Seligheddu in differenti configurazioni di intervento al fine di valutare l'efficacia delle soluzioni e la capacità di ridurre il rischio di esondazione nel tratto interessato dagli interventi nel centro urbano di Olbia.

In termini generali, le analisi eseguite hanno confermato che gli interventi proposti n. 2 e n. 3 sono migliorativi rispetto alla situazione attuale anche se non sono completamente risolutivi delle criticità idrauliche rilevabili nei dintorni del ponte di via Tre Venezie, mentre l'intervento che prevede la sola demolizione dell'impalcato del ponte non produce alcun beneficio (configurazione n. 1). Entrambi gli altri due interventi considerati consentono infatti di: 1) aumentare la capacità di deflusso del Riu Seligheddu nel tratto in corrispondenza di Via Tre Venezie e 2) abbassare i profili dei tiranti idraulici ottenendo quindi un maggior franco del ponte, 3) ridurre le aree potenzialmente allagabili nel tratto di interesse.

È da precisare però che anche gli interventi proposti n.2 e n.3, come il n. 1, non hanno la capacità di modificare il regime idraulico del Seligheddu nelle zone a monte del tratto di intervento; questo aspetto è chiaramente visibile dai grafici dei profili dei livelli associati ai vari tempi di ritorno, da cui è possibile osservare come la zona di influenza sia limitata alla sezione del salto di fondo posto circa a 250 m a monte del ponte. A monte di questa sezione i profili idrici per le varie soluzioni analizzate sono praticamente coincidenti allo stato di fatto, come era ragionevole attendersi.

Si osserva inoltre che anche nelle sezioni di valle del ponte, i profili dei tiranti per le varie configurazioni di studio tendono ad allinearsi ed a coincidere a partire dalle sezioni poste in corrispondenza del ponte ferroviario; quest'ultimo rappresenta l'elemento di maggiore criticità, in quanto in grado di ridurre la capacità di deflusso del Seligheddu, ed è responsabile del rigurgito dei profili di monte.

Il ponte ferroviario è infatti l'elemento di maggior strozzatura, ovvero di riduzione di sezione idraulica, che caratterizza l'intero tratto del fiume Seligheddu nell'ambito urbano, i cui effetti si propagano verso monte.

Dall'analisi dei risultati è possibile, inoltre, trarre le seguenti conclusioni:

- gli effetti degli interventi analizzati n. 2 e n. 3 (in termini di riduzione dei volumi esondati e abbassamento dei tiranti idrici) sono maggiori e più evidenti per gli scenari con tempi di ritorno minore, caratterizzati da minori portate. Gli effetti degli interventi sono concentrati al tratto del Riu Seligheddu in corrispondenza del ponte; pertanto, non sono in grado di migliorare l'idrodinamica del Seligheddu né nel tratto di monte esterno all'area di intervento, dove si generano esondazioni particolarmente evidenti, né nel tratto a valle del tratto di intervento (config n. 3) dove confluiscono anche le portate degli affluenti del Seligheddu (Gadduresu e Tannaule);
- Mettendo a confronto le aree di pericolosità idraulica e le mappe dei tiranti idrici nelle configurazioni n. 2 e n. 3 analizzate, è possibile osservare una riduzione dell'estensione delle aree allagate e dei volumi esondati specialmente in sinistra idraulica; queste differenze, come riportato anche in precedenza, sono maggiormente apprezzabili per i tempi di ritorno bassi mentre tendono ad essere meno evidenti con il crescere dell'intensità degli eventi di piena.
- la sola rimozione dell'impalcato del ponte di via Tre Venezie (intervento n. 1) ha degli effetti

sostanzialmente nulli e del tutto trascurabili in termini di sicurezza idraulica nelle zone limitrofe al ponte. Nella situazione attuale, infatti, il ponte non viene tracimato nel corso degli eventi di piena associati ai vari Tr considerati, perché le esondazioni che avvengono nel tratto di monte sono in grado di ridurre in modo considerevole la portata fluente nella sezione del ponte. La rimozione del ponte, pertanto, non contribuisce a migliorare la capacità di deflusso del Seligheddu come si evince dal grafico dell'andamento dei livelli lungo il profilo longitudinale ed in corrispondenza della sezione del ponte. Questa configurazione di progetto di fatto coincide da un punto di vista del comportamento idraulico con quella della situazione attuale.

- le due soluzioni di intervento proposte n. 2 e n. 3 (in termini di riprofilatura dell'alveo nei pressi del ponte) sono sicuramente migliorative rispetto alla situazione attuale perché sono in grado di abbassare i tiranti idrici e ridurre considerevolmente i volumi esondati verso le aree laterali. In particolare, la configurazione n.3 che prevede l'eliminazione di due salti di fondo, è considerata la migliore in quanto in grado di garantire un franco idraulico nell'ordine di 65 cm per un Tempo di ritorno di 50 anni e circa di 143 cm per portate con un Tempo di ritorno di 5 anni.
- È inoltre evidente come gli interventi di riprofilatura dell'alveo considerati siano in grado di aumentare la capacità di portata del Seligheddu nel tratto in esame che per la configurazione 3 si attesta nell'ordine di almeno 75-80 m<sup>3</sup>/s, valore quasi doppio di quello che caratterizza i tratti immediatamente a monte del ponte.
- La situazione idraulica nella zona compresa tra il ponte di Via Tre Venezie e il ponte delle FFSS rimane sostanzialmente inalterata rispetto alla situazione attuale; in questo caso, infatti, le maggiori criticità sono rappresentate dalla strozzatura del ponte FFSS e dalla presenza del rilevato ferroviario che fungono da ostacolo al deflusso delle acque. I maggiori volumi di acqua fluenti verso valle nelle situazioni proposte di intervento (n. 2 e n. 3) tendono quindi ad esondare nel tratto immediatamente a valle del ponte di via Tre Venezie, determinando una situazione confrontabile (e sostanzialmente invariata) a quella attuale. In altre parole, gli effetti positivi derivanti dalla realizzazione degli interventi n. 2 e n. 3 sono spazialmente limitati al tratto di intervento mentre a valle dello stesso tratto gli effetti sono vanificati dalla presenza del ponte FFSS che ostacola il corretto deflusso della portata di piena.

## Allegato I

Mappe dei livelli e velocità per le tre configurazioni analizzate (configurazione 1 - Stato fatto\demolizione impalcato ponte Tre Venezie, Configurazione 2 - l'ipotesi di intervento 1, configurazione 3 - ipotesi di intervento 2) e per portate con tempi di ritorno TR = 5 – 20 50 – 100 – 200 -500 anni.

	Configurazione 1	Configurazione 2	Configurazione 3
	Stado di Fatto (demolizione ponte via Tre Venezie)	Ipotesi di intervento 1	Ipotesi di intervento 2
TR005	✓	✓	✓
TR020	✓	✓	✓
TR050	✓	✓	✓
TR100	✓	✓	✓
TR200	✓	✓	✓
TR500	✓	✓	✓



## Allegato II

Mappe della Pericolosità idraulica per:

- Configurazione 1: stato di fatto\demolizione del ponte di Via Tre Venezie
- Configurazione 2: ipotesi di intervento 1
- Configurazione 3 ipotesi di intervento 2