



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Piano di gestione del rischio di alluvioni

Scenari di intervento strategico
e coordinato: Mannu di
Portotorres - Relazione idraulica

Allegato alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. del



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Documento elaborato nell'ambito dell'Accordo di collaborazione scientifica tra l'Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell'Università degli Studi di Cagliari, finalizzato alla predisposizione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna, ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE in data 23.10.2007 e dell'art. 7 del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49.

DIREZIONE GENERALE DELL'AGENZIA REGIONALE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

Direttore Generale: Roberto Silvano

Direttore del Servizio difesa del suolo, assetto idrogeologico e gestione del rischio alluvioni: Marco Melis

Gruppo di lavoro: Simonetta Angioni, Alessandra Boy, Giuseppe Canè, Piercarlo Ciabatti, Giovanni Cocco (SardegnaIT), Andrea Lazzari, Giovanni Luise, Gianluigi Mancosu, Luisa Manigas, Gian Luca Marras, Maria Cristina Muntoni, Maria Antonietta Murru Perra, Stefania Nascimben, Corrado Sechi, Riccardo Todde

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI – Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e architettura

Responsabile Scientifico: Giovanni Maria Sechi

Gruppo di lavoro: Mauro Casti, Roberta Floris, Italo Frau, Sara Frongia, Saverio Liberatore, Jacopo Napolitano, Mauro Piras, Alessandro Salis, Riccardo Zucca.

Con il contributo, per le parti di competenza, della:

Per le inondazioni costiere: **UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI – Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e architettura**

Responsabile Scientifico: Andrea Balzano

Per gli aspetti geomorfologici: **UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI - Dipartimento di scienze chimiche e geologiche**

Responsabile Scientifico: Antonio Funedda

Per i contenuti di cui alla lett. b), c. 3, art. 7 D.Lgs. 49/2010: **DIREZIONE GENERALE DELLA PROTEZIONE CIVILE – Regione Sardegna**

Direttore Generale: Graziano Nudda

Direttore del Servizio pianificazione e gestione delle emergenze: Maria Antonietta Raimondo

Direttore del Servizio di previsione e prevenzione rischi: Paolo Botti

Gruppo di lavoro: Michele Chessa, Silvestro Frau e Davide Mascia

Per la definizione degli interventi infrastrutturali: **DIREZIONE GENERALE DEI LAVORI PUBBLICI**

Direttore Generale: Edoardo Balzarini

Servizio opere idriche e idrogeologiche

Servizi Territoriali opere idrauliche di Cagliari, Nuoro, Oristano, Sassari

Per il Programma di Azione Coste: **DIREZIONE GENERALE DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE**

Direttore Generale: Paola Zinzula

Servizio tutela della natura e politiche forestali



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice

1	Analisi idraulica dello stato attuale	4
1.1	Dati utilizzati per la simulazione.....	4
1.2	Valutazioni sulle portate di deflusso- Aspetti generali di calcolo	4
1.3	Geometria dell'alveo e delle strutture.....	5
1.4	Scabrezza, condizioni al contorno e portate	12
1.5	Risultati dell'analisi idraulica dello stato attuale	14
1.5.1	Tratto compreso tra il ponte sulla SS 131 e quello sulla SP 34	14
1.5.2	Tratto compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce	17
2	Analisi idraulica dello scenario di intervento 1	23
2.1	Geometria degli elementi considerati nella simulazione.....	23
2.2	condizioni al contorno e portate	25
2.3	Risultati della simulazione idraulica	25
2.3.1	Corrente idrica e dimensionamento delle opere	25
2.3.2	Condizioni idrodinamiche in corrispondenza dei ponti.....	26
2.3.3	Velocità.....	33

Indice delle figure

Figura 1.1	– Planimetria schematica del modello idraulico del Rio Mannu allo stato attuale a valle del ponte sulla SS 131	7
Figura 1.2	– Profilo longitudinale del Rio Mannu allo stato attuale a valle del ponte sulla SS 131 (portata cinquantenaria).....	7
Figura 1.3	– Ponte SS 131.....	8
Figura 1.4	– Ponte SP 34.....	9
Figura 1.5	– Ponte Romano	9
Figura 1.6	– Ponte ferroviario	10
Figura 1.7	– Ponte Via Vespucci	10
Figura 1.8	– Tratto Rio Mannu compreso tra il ponte sulla SS131 e quello sulla SP34.....	11
Figura 1.9	– Tratto Rio Mannu compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce	12
Figura 1.10	– Profilo di corrente e velocità del tronco compreso tra il ponte sulla SS131 e quello sulla SP34.....	15
Figura 1.11	– Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sulla SS 131	16
Figura 1.12	– Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sulla SP 34	16



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Figura 1.13 - Aree allagate nel tratto compreso tra il ponte sulla SS131 e quello sulla SP34 (Tr=50 anni)	17
Figura 1.14 – Profilo di corrente e velocità del tronco compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce	19
Figura 1.15 – Sezione bagnata in corrispondenza del Ponte Romano	19
Figura 1.16 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte ferroviario	20
Figura 1.17 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte Vespucci	20
Figura 1.18 - Aree allagate a valle del ponte sulla SP34 (Tr=50 anni)	21
Figura 2.1 – Scenario 1: riduzione dell'estensione allagata (Tr=50 anni)	24
Figura 2.2 - Profilo di corrente portata cinquantenaria PSFF in corrispondenza delle opere.....	26
Figura 2.3 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alle portate del PSFF (in rosso la condizione ex-Ante).....	28
Figura 2.4 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SP34 nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).	29
Figura 2.5 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SP34 nella situazione attuale (linea continua) e in quella di progetto scenario 1 (linea tratteggiata).....	29
Figura 2.6 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del Ponte Romano nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).....	30
Figura 2.7 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla romano nella situazione attuale (linea continua) e in quella di progetto scenario 1 (linea tratteggiata).....	30
Figura 2.8 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del ponte ferroviario nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso). ...	31
Figura 2.9 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del ferroviario nella situazione attuale (linea continua) e in quella di progetto scenario 1 (linea tratteggiata).....	31
Figura 2.10 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del ponte Vespucci nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).....	32
Figura 2.11 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del ferroviario nella situazione attuale (linea continua) e in quella di progetto scenario 1 (linea tratteggiata).....	32
Figura 2.12 – Profilo di velocità lungo il tronco studiato per lo scenario 0(rosso) e lo scenario 1(blue).....	33



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice delle tabelle

Tabella 1.1 – Sezioni geometriche del modello	6
Tabella 1.2 – Input Idrologi (PSFF).....	14
Tabella 1.3 - Volumi di allagamento allo stato attuale	22
Tabella 2.1 – configurazioni geometriche corrispondenti allo scenario 1	24



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1 Analisi idraulica dello stato attuale

1.1 DATI UTILIZZATI PER LA SIMULAZIONE

Per l'analisi idraulica sono stati utilizzati i dati territoriali disponibili nel patrimonio cartografico locale e regionale.

In particolare, oltre al modello digitale del terreno a passo 1 m, è stato reso disponibile un rilievo del Rio Mannu: la sovrapposizione delle due cartografie ha consentito di avere dunque un'ottima base cartografica per la simulazione idraulica.

Di particolare aiuto per ricostruire l'alveo naturale ed il paleoalveo sono state le ortofoto ad alta risoluzione della zona costiera, acquisite relativamente di recente (fra il 2006 e il 2008) e sufficientemente definite (dimensione pixel pari a 0.20 m, quota di volo media di 1500 m), che sono state confrontate con altre ortofoto relative a periodi antecedenti per ricostruire l'evoluzione del reticolo idrografico anche in conseguenza delle opere artificiali realizzate dall'uomo.

Un elemento distintivo della modellazione, rispetto a quanto operato nell'ambito del PSFF, è stata la nuova definizione delle sezioni idrauliche, ricostruite piano altimetricamente a partire dai dati della rilevazione aerea ad alta definizione (LIDAR) con dettaglio di 1 metro e del rilievo di dettaglio del Rio Mannu, che ha consentito di descrivere in modo dettagliato l'andamento del terreno e di delineare con maggior precisione sia la geometria delle sezioni da implementare nel modello che le aree allagabili e i relativi battenti idrici. Le sezioni riestratte dal modello del terreno utilizzato, ed estese fino a intercettare il pelo libero sono state ritracciate in modo da tenere conto:

1. Della variabilità topografica del territorio;
2. Dei tracciati planimetrici dei corpi arginali;
3. Delle discontinuità generate da confluenze o cambi di sezione
4. Delle intersezioni con la viabilità

Sempre in termini di dati input nel nuovo modello idraulico predisposto in questo studio si è optato di confermare nella generalità dei casi l'effetto dei coefficienti di scabrezza, come considerati nel PSFF, sia le condizioni al contorno, le quali sono state mantenute a monte (altezza idrica di moto uniforme) come a valle (livello idrico sulla foce pari a +1.00 sul medio mare).

Infine, l'esistenza di un modello idraulico già costruito fornito dall'Amministrazione Regionale ha consentito di valutare gli aspetti relativi alle strutture senza necessità di ulteriori rilievi, traducendo quei dati ivi contenuti nella geometria del nuovo modello idraulico elaborato nel presente studio.

1.2 VALUTAZIONI SULLE PORTATE DI DEFLUSSO- ASPETTI GENERALI DI CALCOLO

Lo studio idraulico del tronco fluviale del Mannu ha rianalizzato gli eventi di piena corrispondenti ai tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni, riducendo la lunghezza del tratto indagato ai circa 5 km compresi il ponte sulla SS131 e la foce, mentre nel PSFF l'asta analizzata si sviluppava fino allo sbarramento del Lago di Birighinzu: tale scelta operativa deriva dalla sostanziale assenza di elementi



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

sensibili nel tratto comprese tra le due dighe sopraccitate, e dunque influente ai fini del presente studio. Analogamente, la definizione degli scenari di intervento si è concentrata sul tratto in cui il Rio Mannu interseca l'abitato di Porto Torres, in mancanza di elementi a rischio di classe elevata (E3 o E4) nel tratto a monte dell'abitato.

Dal punto di vista idrologico sono state considerate le portate già adottate nel PSFF con la stessa successione di incrementi da monte verso valle.

1.3 GEOMETRIA DELL'ALVEO E DELLE STRUTTURE

La simulazione ha riguardato una lunghezza fluviale di circa 5.3 km misurata in asse all'alveo di magra attualmente individuabile dalle ortofoto, tra la sezione poco a monte dell'attraversamento sulla SS 131 in località Corona Romana, fino alla foce, con 77 sezioni trasversali infittite lungo l'intera asta modellata (Figura 1.1) e originate dal modello a base LIDAR, e 5 ponti, di cui 3 ubicati nel tratto terminale del corso d'acqua.

L'individuazione delle sezioni e delle opere d'arte è specificata nella Tabella 1.1. La distanza tra le sezioni è variabile in funzione della larghezza e della pendenza del fondo alveo, delle caratteristiche spondali, dell'esistenza di confluenze o variazioni singolari di sezione. In prossimità delle opere di attraversamento, sono sempre necessarie sezioni aggiuntive ravvicinate per tenere conto delle particolari condizioni di deflusso (contrazione e espansione della vena fluida), in corrispondenza di tratti con sezioni uniformi possono essere adottate distanze maggiori.

Dall'analisi del profilo longitudinale si possono evidenziare due tronchi:

Tratto a monte del ponte sulla SP34 (circa 4 km) caratterizzato nel tratto a monte da deflusso delle portate in prossimità delle condizioni di corrente lenta, velocità medie contenute per via della pendenza ridotta che provoca velocità medie dell'ordine di 2 m/s, con picchi, per la portata cinquantenaria, di oltre 3 m/s. Nel tratto sono presenti l'attraversamento sulla SS131 e quello sulla SP34, oltre ad un'opera di difesa spondale costituito in parte da un muro arginale in pietrame che si estende a monte fino alla località Maccia Appaltada, e in parte da un rilevato in terra rivestito in gabbioni che si sviluppa fino allo scalo ferroviario di Porto Torres.

Tratto compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce arriva sino alla foce (circa 1 km); anche in questo tratto la corrente defluisce prevalentemente in condizioni subcritiche, raggiungendo verso valle stato subcritici. I campi delle velocità sono notevolmente ridotti, con valori medi dell'ordine di 2,5 m/s, con picchi di 5.50 m/s. In questo tratto le aree di allagamento, in prossimità dell'abitato di Porto Torres, si estendono per larghezze di oltre 200 m, andando ad interessare la stazione ferroviaria. Nel tratto sono presenti tre infrastrutture viarie, di cui la più critica è costituita dal Ponte Romano che provoca importanti fenomeni di rigurgito a monte; inoltre è presente un'opera in gabbioni a protezione della spalla sinistra del Ponte Vespucci, una soglia in gabbioni nel medesimo ponte, ed un rilevato in terra con gabbioni che si estende fino alla stazione ferroviaria di Porto Torres.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 1.1 – Sezioni geometriche del modello

n	Progressiva sezione (ID sezione)	Distanza dalla sezione di valle (m)	n	Progressiva sezione (ID sezione)	Distanza dalla sezione di valle (m)
1	5583.8	18.95	44	1261.4	17.31
2	5508	15.42	45	1209.5	2
3	5446.3	18.58	46	1192.7	Bridge
4	5390.6	13.94	47	1175.2	18.87
5	5362.7	10	48	1099.7	17.05
6	5340.8	Bridge	49	1031.5	18.14
7	5313.5	18.76	50	977.1	18.25
8	5144.6	15.25	51	922.4	18.58
9	5083.6	18.86	52	866.7	19.33
10	4970.4	19.77	53	808.7	18.24
11	4851.8	18.14	54	772.2	12.97
12	4743	13.31	55	746.2	19.1
13	4716.4	19.11	56	689	19.22
14	4601.7	17.35	57	631.3	18.59
15	4514.9	17.99	58	575.5	15.59
16	4443	19.63	59	528.8	18.2
17	4344.8	17.93	60	419.5	13.9
18	4273.1	17.52	61	377.8	13.94
19	4203	18.15	62	336	2
20	4112.3	18.36	63	326.2	Bridge
21	3928.7	18.7	64	316.1	14.96
22	3797.8	19.11	65	301.1	18.38
23	3606.7	17.7	66	282.8	11.43
24	3465.1	19.92	67	271.3	15.64
25	3365.5	18.86	68	255.7	13.75
26	3290.1	18.85	69	241.9	1
27	3177	19.45	70	233.3	Bridge
28	3099.2	19.62	71	223.5	15.06
29	2981.4	18.99	72	193.4	1
30	2696.5	19.31	73	179.9	Bridge
31	2503.4	19.82	74	167.8	11.41
32	2285.4	19.06	75	145	19.7
33	2152	17.36	76	85.9	18.35
34	2030.5	19.77	77	30.9	
35	1971.2	19.5			
36	1815.1	19.67			
37	1697.1	17.01			
38	1629.1	19.32			
39	1532.5	15.09			
40	1502.3	16.81			
41	1485.5	19.23			
42	1408.6	16.59			
43	1342.2	16.16			



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

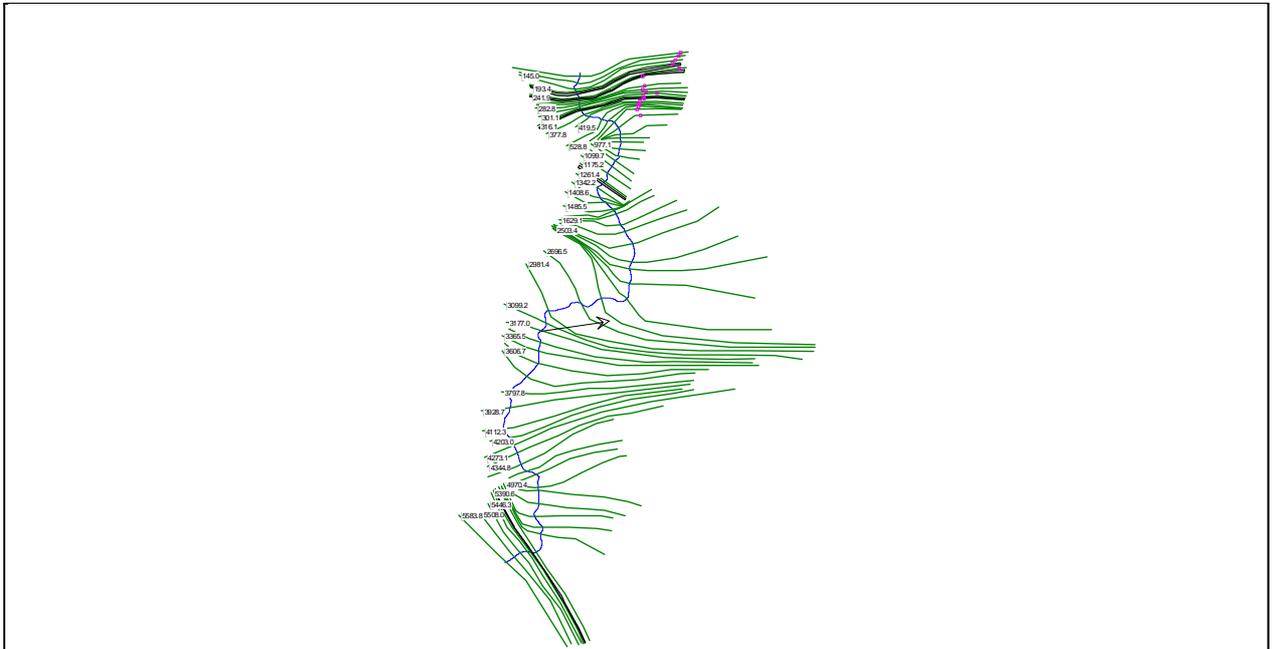


Figura 1.1 – Planimetria schematica del modello idraulico del Rio Mannu allo stato attuale a valle del ponte sulla SS 131

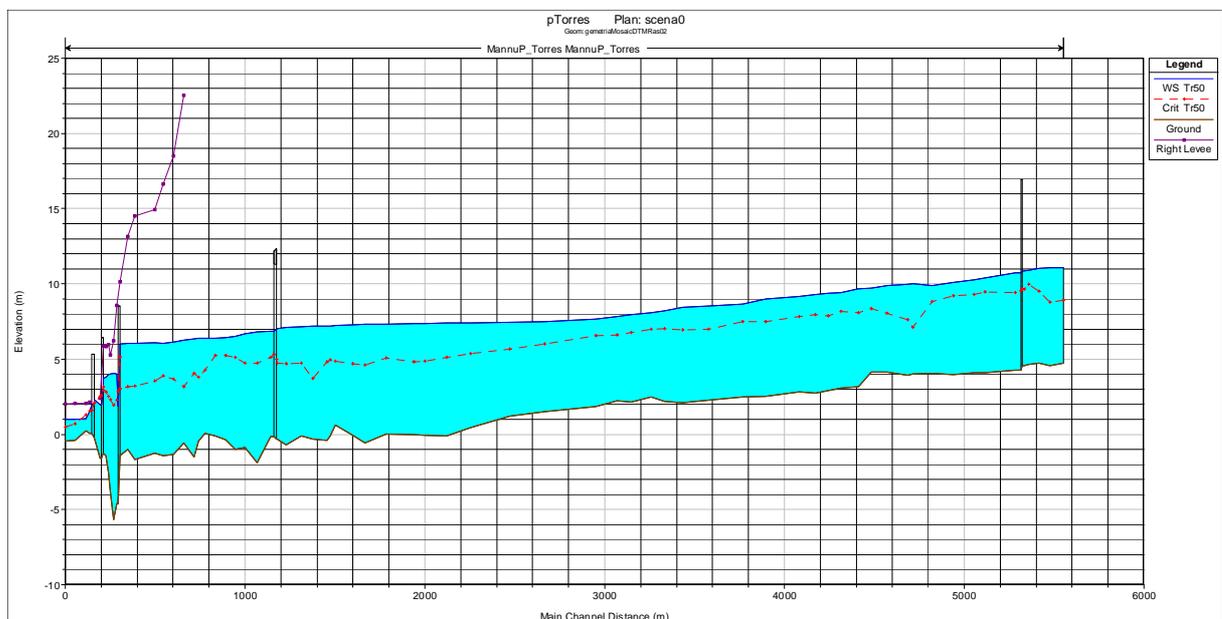


Figura 1.2 – Profilo longitudinale del Rio Mannu allo stato attuale a valle del ponte sulla SS 131 (portata cinquantenaria)

In relazione alle infrastrutture viarie, come precisato nella relazione generale di bacino, le infrastrutture stradali di maggiore interesse che insistono lungo il tronco sono:



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

- **Ponte SS131** (*progressiva 5340.8* Figura 1.3): costituito da 3 luci, per una lunghezza complessiva di circa 50 m.
- **Ponte sulla SP 34- Via dell'Industria Porto Torres** (*progressiva 1192.7* Figura 1.4): costituito da 13 luci, di lunghezza complessiva 230 m.
- **Ponte Romano Torres** (*progressiva 326.2* Figura 1.5): costituito da 7 luci ad arco, di lunghezza complessiva 125 m.
- **Ponte ferroviario Porto Torres** (*progressiva 233.3* Figura 1.6): costituito da 9 luci, di lunghezza complessiva 220 m.
- **Ponte Via Vespucci Porto Torres** (*progressiva 179.9* Figura 1.7): costituito da 9 luci, di lunghezza complessiva 175 m.



Figura 1.3 – Ponte SS 131



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.4 – Ponte SP 34



Figura 1.5 – Ponte Romano



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.6 – Ponte ferroviario



Figura 1.7 – Ponte Via Vespucci



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

I tratti di maggiore interesse dal punto di vista idraulico sono sostanzialmente due:

- tratto compreso tra il ponte sulla SS 131 e sulla SP 34;
- tratto a valle del ponte sulla SP34.

Nel primo tratto lo sviluppo del Rio Mannu segue una morfologia naturale, di lunghezza pari a 4 km circa; l'alveo presenta una sezione di larghezza pari a 35 m circa ed aree di allagamento che raggiungono i 280 m.

In tale tratto si ha anche lo sviluppo longitudinale in sponda destra di un'arginatura ubicata a valle della località Maccia Appaltada (Figura 1.8), e si individua come principale opera d'arte di attraversamento di particolare interesse il ponte sulla SS 131 e quello sulla SP 34 in corrispondenza dell'inizio dell'abitato di Porto Torres.

Questo tronco fluviale non appare particolarmente critico dal punto di vista idraulico in quanto le aree oggetto di fenomeni di esondazione riguardano essenzialmente aree dedite ad attività agricole, prive di insediamenti e attività produttive.

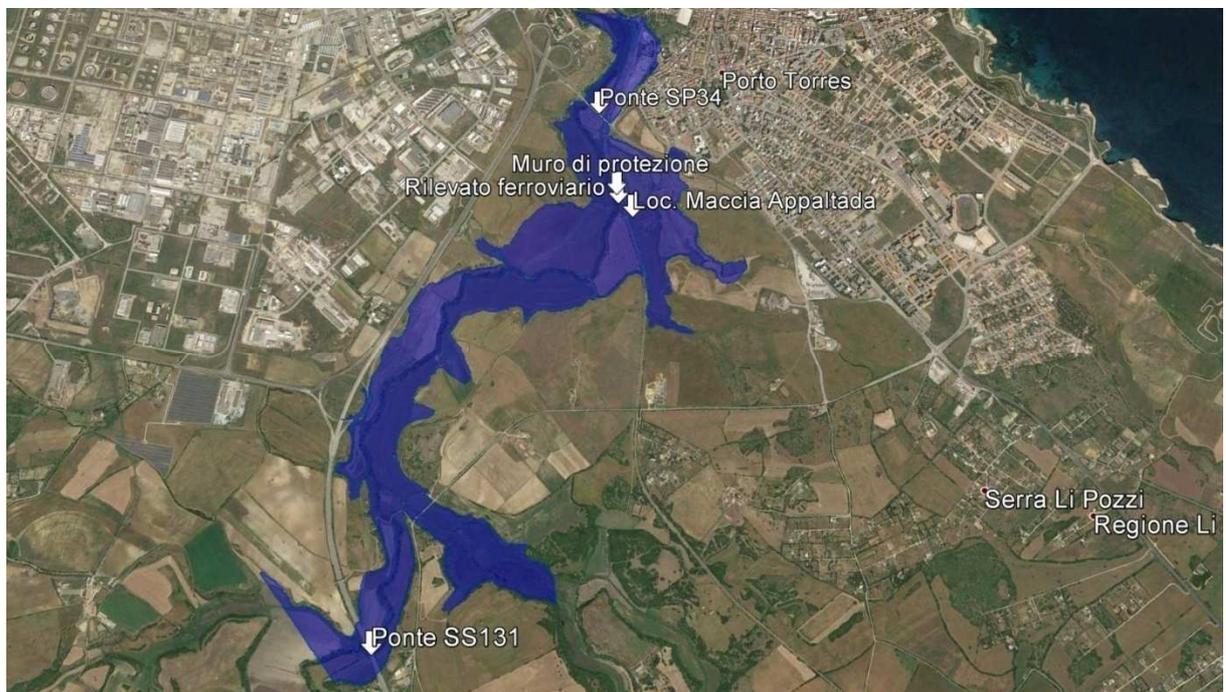


Figura 1.8 – Tratto Rio Mannu compreso tra il ponte sulla SS131 e quello sulla SP34



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Nel secondo tratto lo sviluppo del Rio Mannu si sviluppa per una lunghezza pari a 1 km circa; l'alveo presenta una sezione di larghezza pari a 40 m circa, ed aree di allagamento che raggiungono i 190 m.

In tale tratto si ha anche lo sviluppo longitudinale in sponda destra del rilevato arginale che si estende fino allo scalo ferroviario di Porto Torres; inoltre risulta presente un'opera in gabbioni di difesa della sponda sinistra del ponte Vespucci sulla foce del fiume ed una soglia in gabbioni nel medesimo ponte che sarà oggetto di demolizione nello scenario di intervento 1.

Questo tronco fluviale appare critico dal punto di vista idraulico in quanto:

- lo scalo ferroviario di Porto Torres risulta interessata dall'esonazione in destra del fiume;
- il ponte Romano costituisce un'importante ostruzione al regolare deflusso delle acque provocando sostanziali fenomeni di rigurgito a monte di esso.



Figura 1.9 – Tratto Rio Mannu compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce

1.4 SCABREZZA, CONDIZIONI AL CONTORNO E PORTATE

Per quanto concerne il valore di scabrezza adottato, si è operato come segue:

- si è analizzato il modello predisposto dal PSFF, con i valori di scabrezza in esso inseriti



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

- sono state infittite le sezioni, allungate sino a intercettare l'intera corda bagnata e definendo una forma planimetrica perpendicolare alla direzione del flusso
- mediamente i valori adottati di scabrezza secondo Manning sono stati di 0.04 nel *channel*, e di 0.04 e 0.035 per gli *overbank* .



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Conformemente alle ipotesi generali del presente studio, anche le condizioni al contorno adottate nel modello riprendono quelle già considerate per nel PSFF. In particolare, riguardo alle prime, come condizione al contorno di valle è stato assunto il valore di quota del p.l. alla foce pari a +1.00 m sulla quota del medio mare.

Per quanto riguarda l'idrogramma di input per le simulazioni è stato utilizzato quello relativo alle condizioni stazionarie di portata assunta pari a quelle stimata nel PSFF come indicate nella Tabella 1.2.

Tabella 1.2 – Input Idrologi (PSFF)

Progressiva sezione (ID sezione)	Q(T50) m ³ /s	Q(T100) m ³ /s	Q(T200) m ³ /s
5583.8	1290	1560	1840

1.5 RISULTATI DELL'ANALISI IDRAULICA DELLO STATO ATTUALE

Per gli eventi relativi ai tempi di ritorno studiati, il modello idraulico ha determinato i profili di moto permanente per tutti i 5 km di alveo studiato.

1.5.1 Tratto compreso tra il ponte sulla SS 131 e quello sulla SP 34

Come evidenziato nei precedenti paragrafi, il tratto in esame, salvo situazioni puntuali, evidenzia un elevato grado di insufficienza sia in sinistra che in destra idraulica anche per le portate cinquantenarie. In particolare, nel tratto a monte del ponte sulla SP 34, l'allagamento va ad interessare la piana attualmente utilizzata prevalentemente a scopi agricoli.

Come già accennato, sono presenti due attraversamenti in questo tratto, costituiti dal ponte sulla SS 131 e da quello sulla SP34, che non risultano sormontati per nessun tempo di ritorno.

Per tutti i tempi di ritorno il modello delinea una corrente lenta sia a monte in tutto il tratto analizzato, con tiranti maggiori in corrispondenza del ponte sulla SP34. Le velocità medie per la piena bicentenaria si attestano sui 2 m/s circa, che localmente, in corrispondenza di infrastrutture o punti singoli, arrivano fino a un massimo di 3 m/s (Figura 1.10).

In sponda destra si conferma l'inefficienza delle opere di protezione spondale a danno del rilevato ferroviario e delle aree agricole limitrofe. Relativamente al comportamento delle infrastrutture stradali, nel caso del ponte sulla statale, si osserva come la struttura sia ampiamente sufficiente, e la portata duecentenaria transita con un tirante idrico di 10 m, mantenendo una distanza tra pelo



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

libero e intradosso pari a 5 m circa. Nel secondo caso, si osserva che la portata con T200 transita deprimendosi in maniera quasi impercettibile (circa 20 cm) sino ad abbassarsi di circa 3.3m rispetto all'intradosso del ponte.

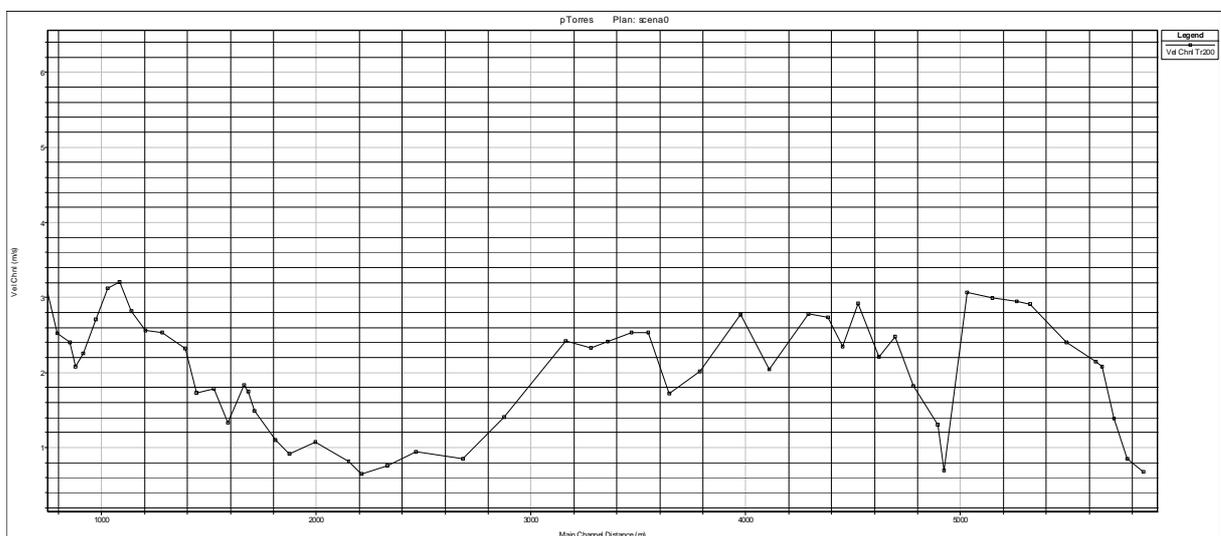
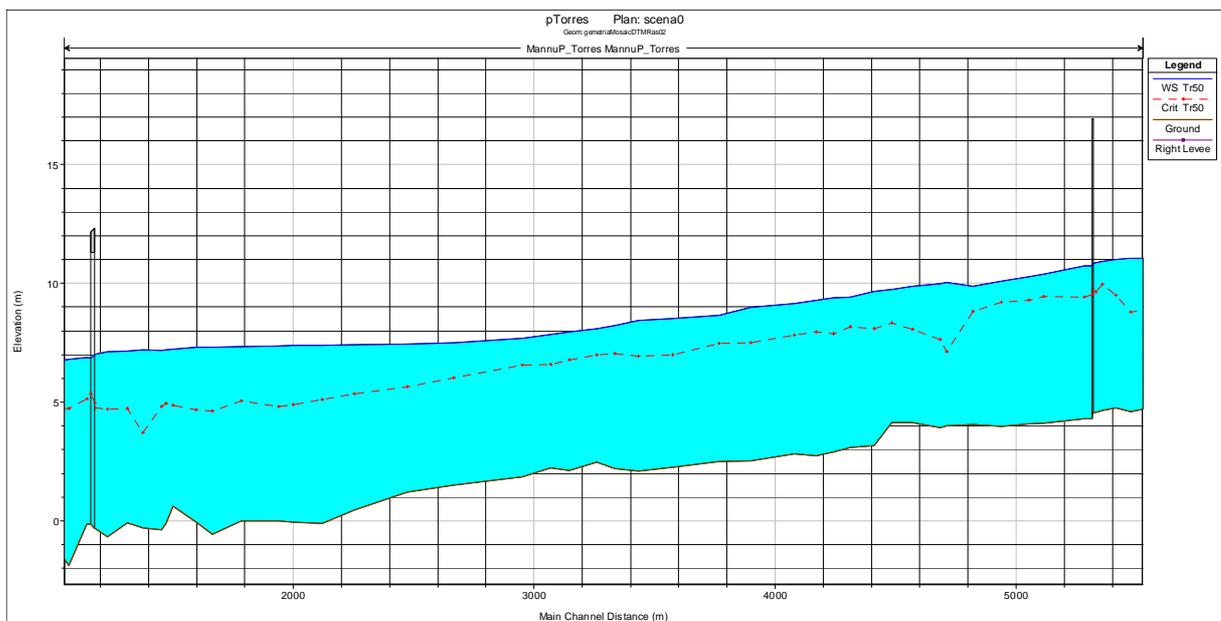


Figura 1.10 – Profilo di corrente e velocità del tronco compreso tra il ponte sulla SS131 e quello sulla SP34



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

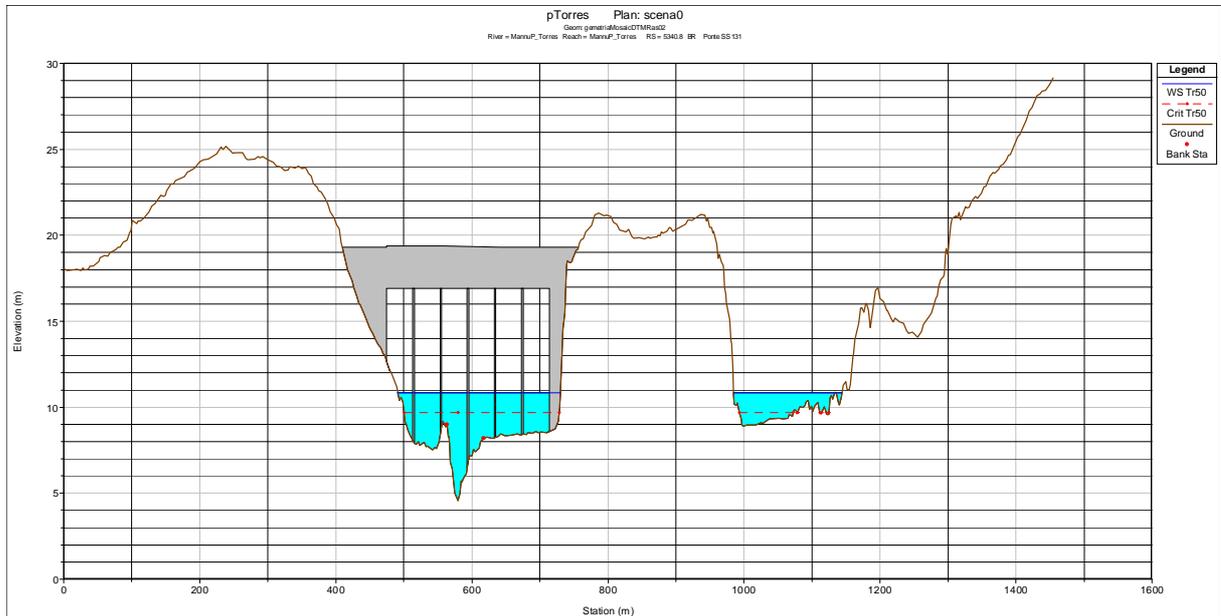


Figura 1.11 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sulla SS 131

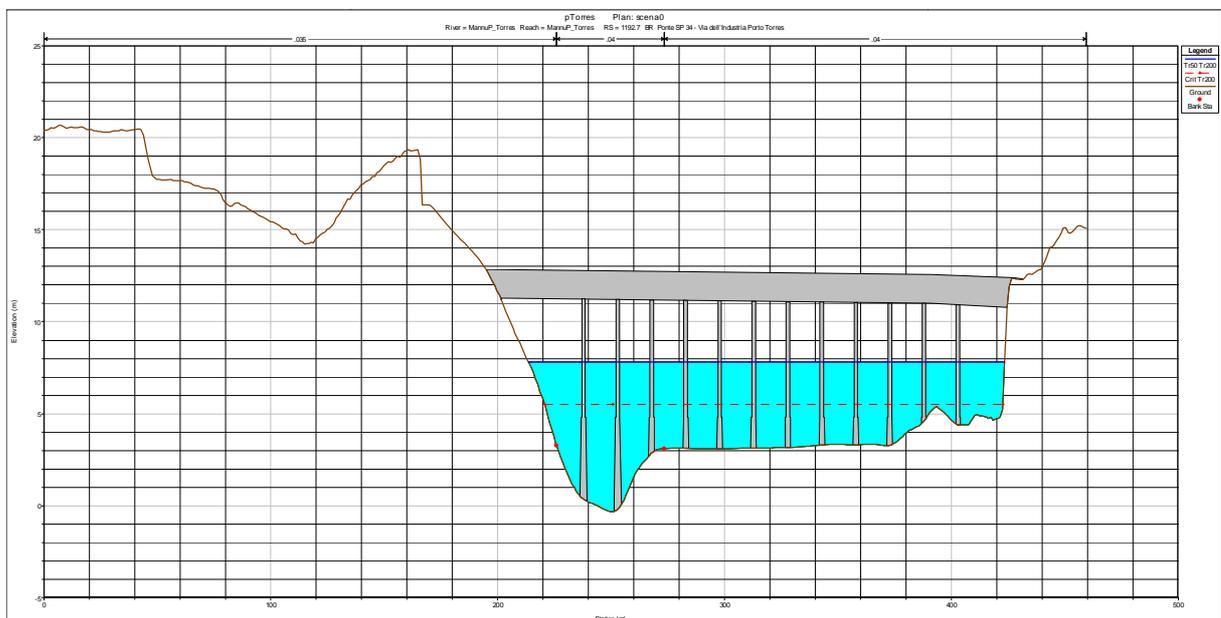


Figura 1.12 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sulla SP 34

La simulazione ha evidenziato un'insufficienza della sezione idraulica a partire dal tempo di ritorno di 50 anni, tanto in sinistra quanto in destra idraulica, con larghezze di esondazione crescenti a valle



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

della confluenza col Rio Ottava. In particolare, si rileva come, a monte dell'attraversamento sulla SP 34, l'intero rilevato ferroviario posto in destra idraulica sia sormontato dalla portata cinquantenaria, andando ad interessare le aree agricole limitrofe.

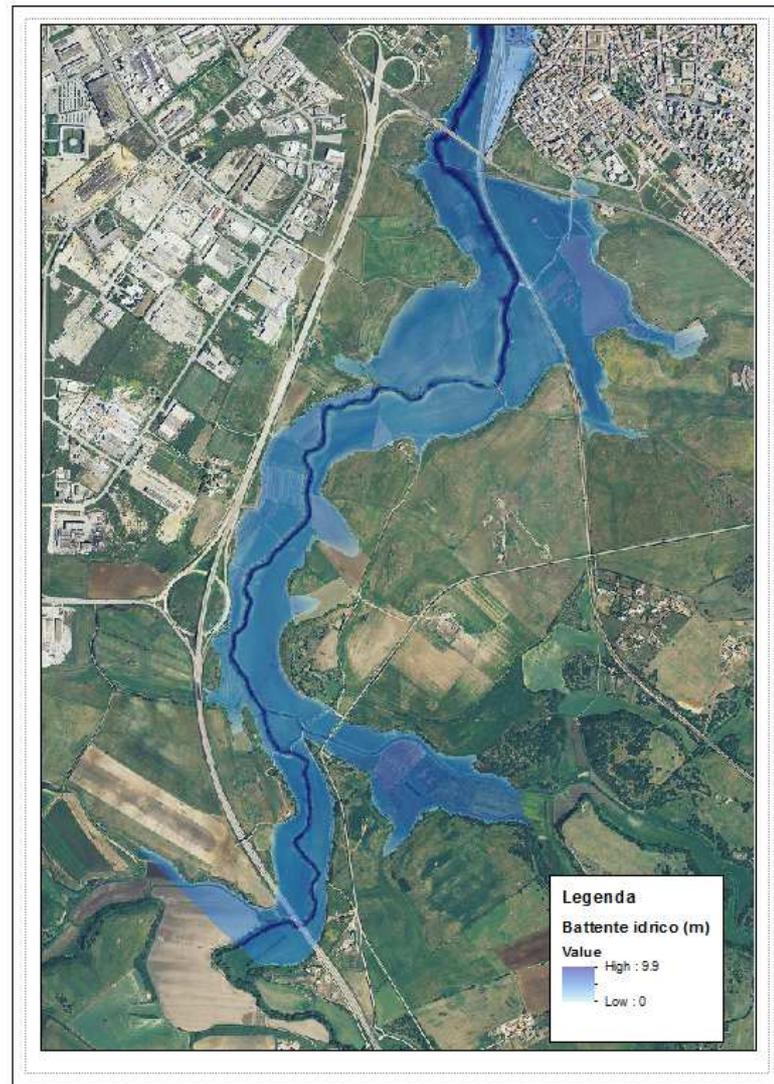


Figura 1.13 - Aree allagate nel tratto compreso tra il ponte sulla SS131 e quello sulla SP34 (Tr=50 anni)

1.5.2 Tratto compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce

In questo caso, come già indicato nei paragrafi precedenti, i battenti idrici medi della portata cinquantennale si attestano intorno ad 6 m, quasi sempre decisamente superiori rispetto all'altezza critica della corrente (Figura 1.14), registrando un livello idrico in corrispondenza della foce pari a 1,0 m dovuto alla condizione al contorno di valle imposta nella modellazione.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



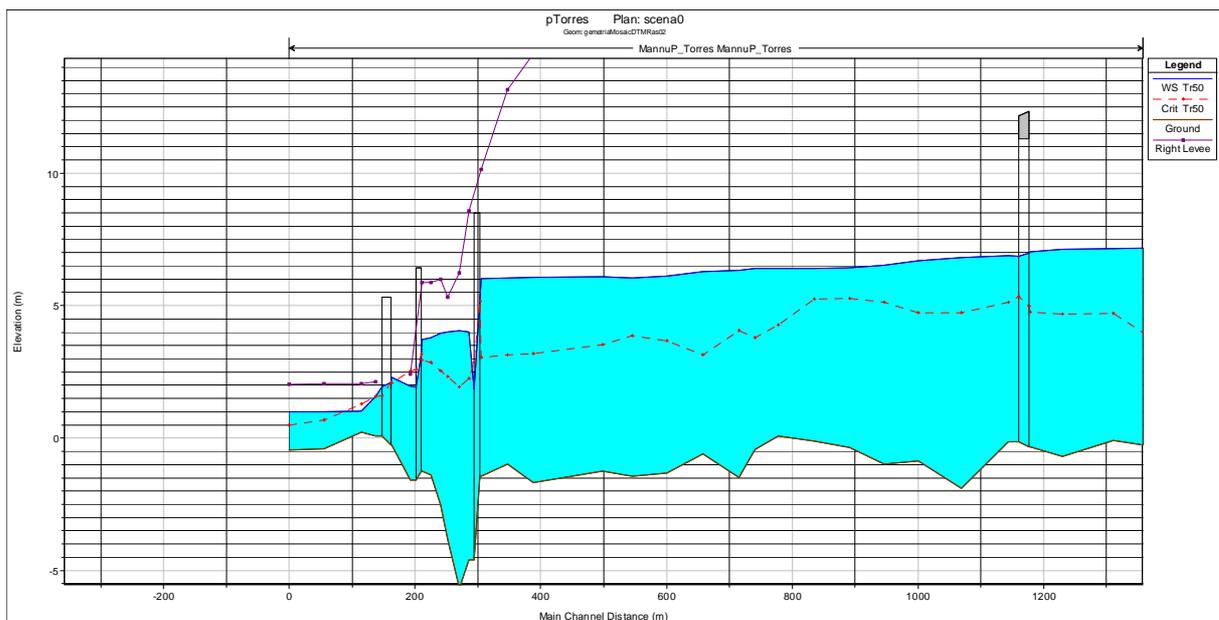
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

I valori medi di velocità, per la portata duecentaria, oscillano intorno 3 m/s, con valori massimi dell'ordine di 6 m/s registrati in corrispondenza del restringimento della sezione idraulica immediatamente prima della foce.

In questo tratto sono presenti 3 infrastrutture distinte: nel primo caso si tratta del Ponte Romano, che, come mostra la Figura 1.15, presenta una sezione idraulica non idonea al transito di tutte le portate analizzate, che viene aggirato in sponda destra, e rappresenta una vera e propria ostruzione al libero deflusso delle acque, comportando infatti un sensibile fenomeno di rigurgito a monte.

La seconda infrastruttura che si incontra procedendo verso valle è il ponte ferroviario, che, come mostra la Figura 1.16, è sufficiente per tutte le portate analizzate, ma comporta anch'esso un rilevante fenomeno di rigurgito causato dalla riduzione della sezione idraulica del Rio Mannu.

Infine, vedasi Figura 1.17, anche il ponte in prossimità della foce, denominato Vespucci, è ampiamente sufficiente al transito delle portate, ma genera anch'esso fenomeni di rigurgito a monte, anche se più contenuti rispetto ai casi precedenti.





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

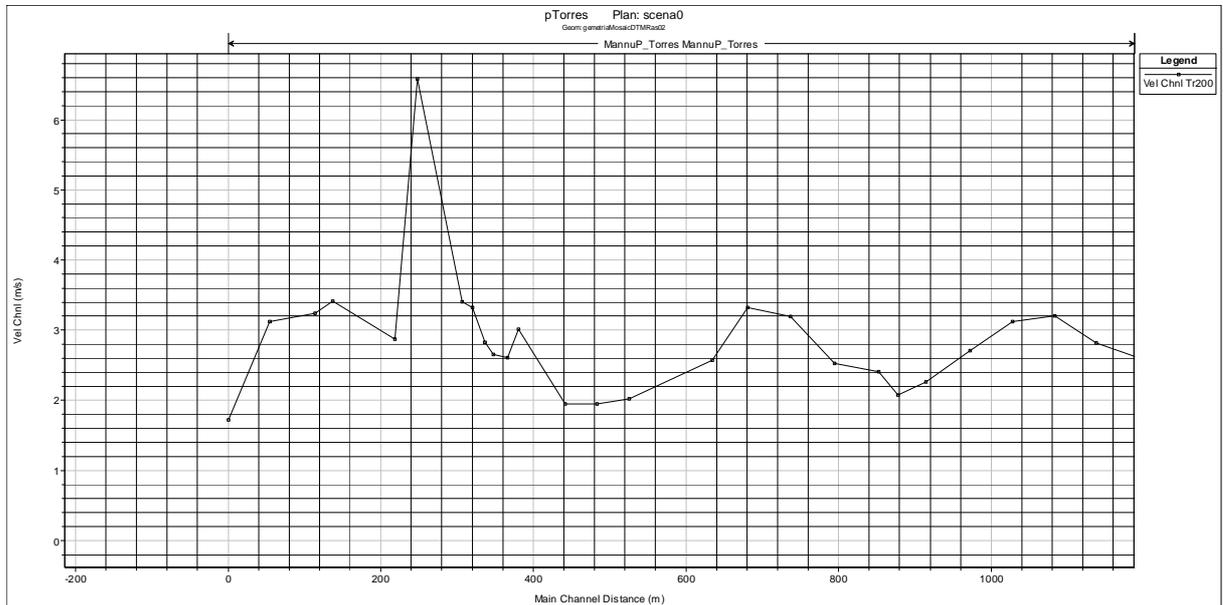


Figura 1.14 – Profilo di corrente e velocità del tronco compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce

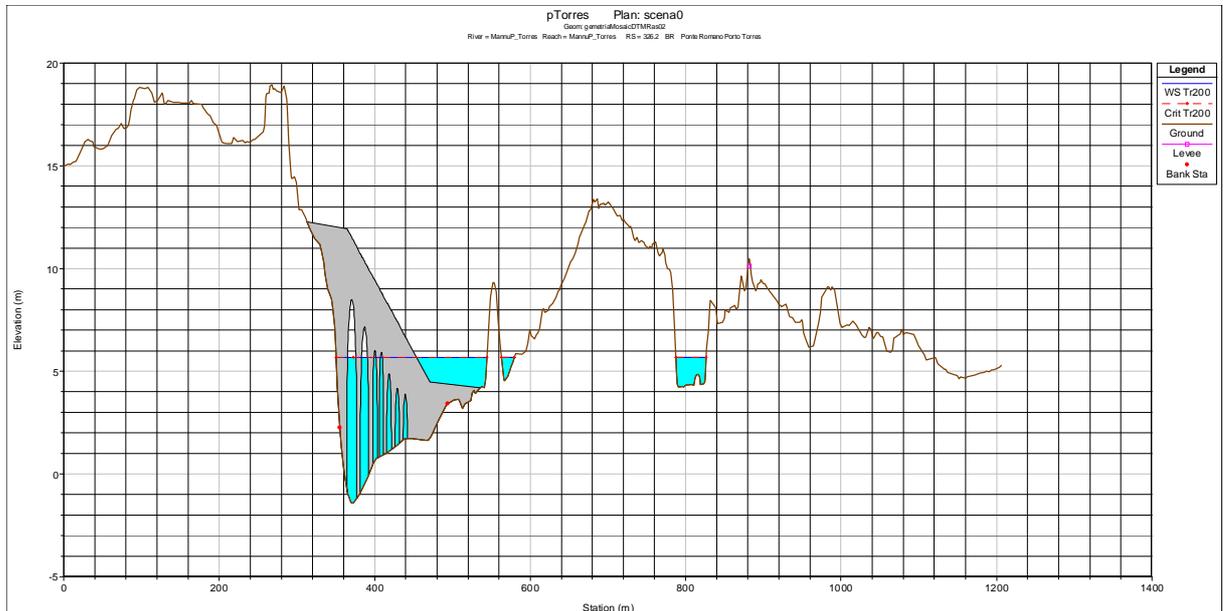


Figura 1.15 – Sezione bagnata in corrispondenza del Ponte Romano



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

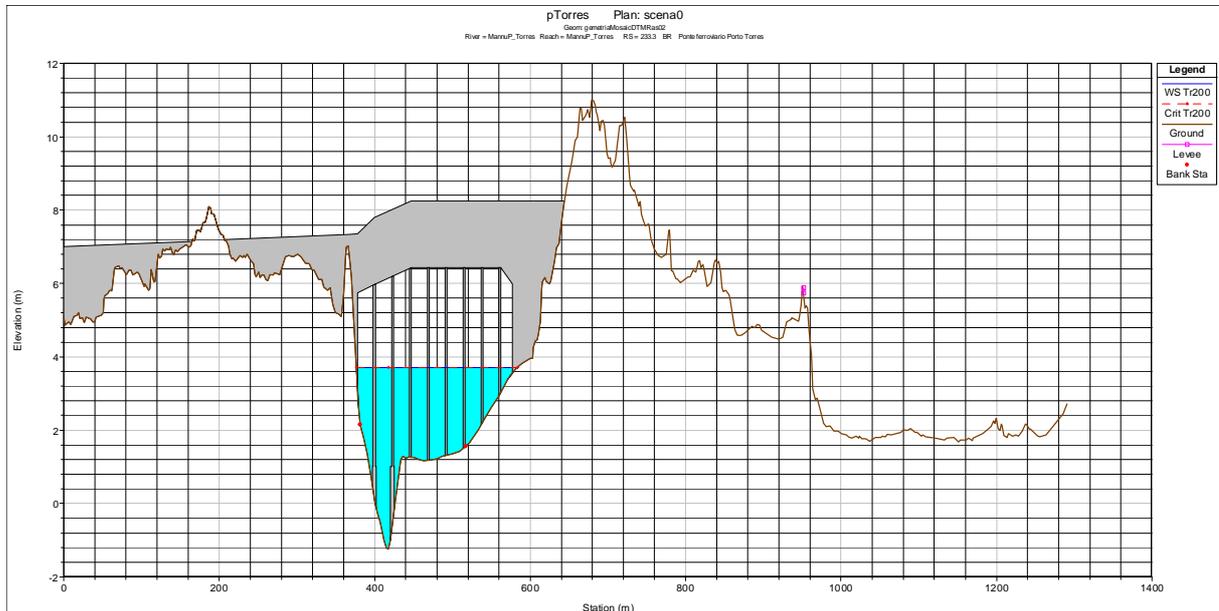


Figura 1.16 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte ferroviario

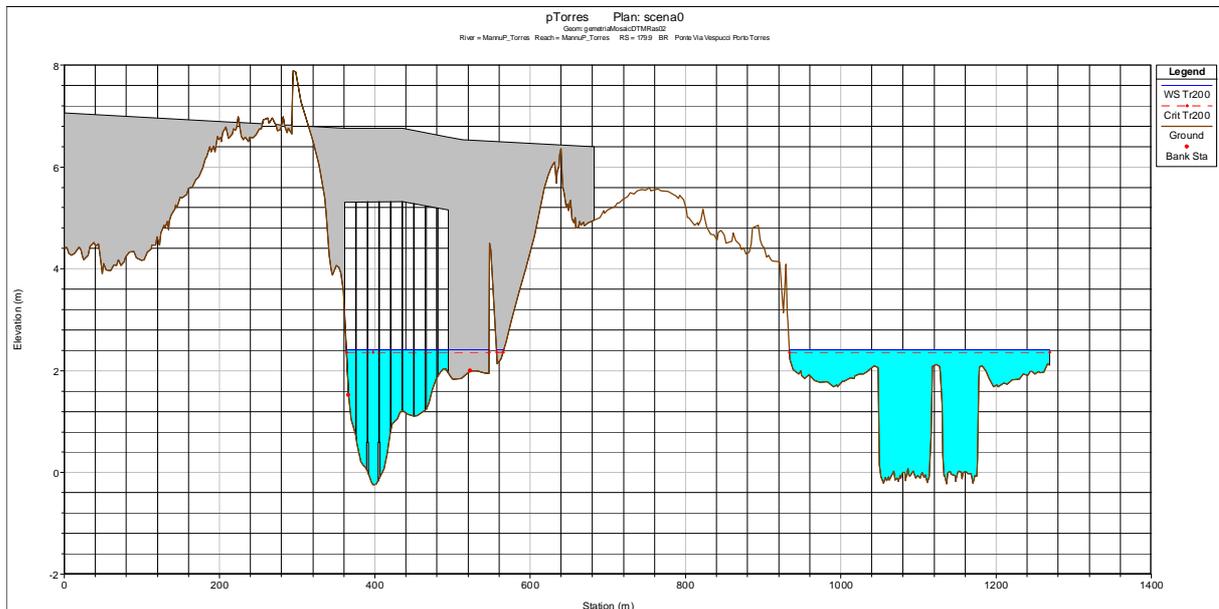


Figura 1.17 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte Vespucci

Le immagini che seguono mostrano come l'edificato di Porto Torres, pur in assenza di adeguate opere di protezione spondale, non sia interessato dagli allagamenti del fiume; in destra idraulica, l'unico elemento sensibile risulta lo scalo ferroviario che si presenta completamente allagato, mentre l'area archeologica più a valle si mantiene franca dalle esondazioni.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

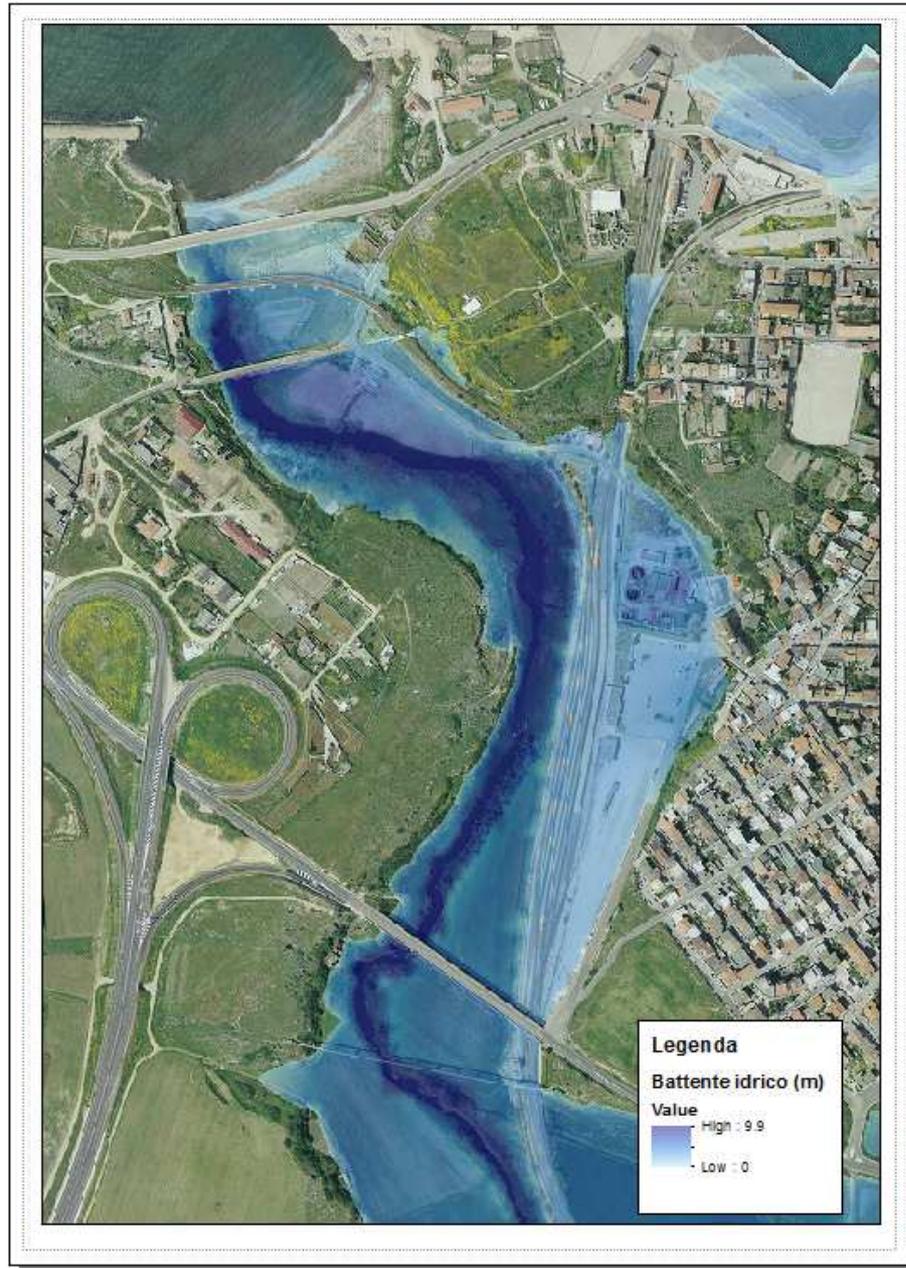


Figura 1.18 - Aree allagate a valle del ponte sulla SP34 (Tr=50 anni)



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 1.3 - Volumi di allagamento allo stato attuale

Tr (anni)	W (m ³)
50	18.5x 10 ⁶
100	20 x 10 ⁶
200	21.6 x 10 ⁶



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2 Analisi idraulica dello scenario di intervento 1

2.1 GEOMETRIA DEGLI ELEMENTI CONSIDERATI NELLA SIMULAZIONE

Sulla base dei risultati conseguiti nell'analisi dello stato attuale, è stata considerata come ipotesi di intervento quella che prevede i seguenti punti (Figura 2.1):

1. d'alveo con sezione trapezia per un tratto di 1800 m fino alla foce;
2. Realizzazione nuova arginatura in sponda destra a protezione della linea ferroviaria e della vicina stazione;
3. Rinforzo strutturale del rilevato ferroviario esistente con nuova funzione di difesa idraulica;
4. Eliminazione della soglia in gabbioni posta in corrispondenza della foce fluviale, nuovo rinforzo e protezione delle fondazioni del Ponte Vespucci.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 2.1 – Scenario 1: riduzione dell'estensione allagata (Tr=50 anni)

In conformità con l'articolata previsione delle opere considerate, la rappresentazione modellistica ha studiato una configurazione corrispondente, rappresentando le opere sintetizzate nella Tabella 2.1.

Tabella 2.1 – configurazioni geometriche corrispondenti allo scenario 1

Interventi		um	q.ta	Prezzo	Importo
1	A. Profilatura della sezione d'alveo con sezione trapezia	m	1800	€ 3,011.91	5,421,446.46
2	B. Realizzazione nuova arginatura a protezione della linea ferroviaria e della vicina stazione	m	1600	€ 746.26	1,194,013.60
3	C. Rinforzo strutturale del rilevato ferroviario esistente con nuova funzione di difesa idraulica	m	190	€ 1,580.48	300,291.68
4	D. Rinforzo strutturale del rilevato ferroviario esistente con nuova funzione di difesa idraulica	m	100	€ 1,580.48	158,048.25
5	E. Eliminazione della soglia in gabbioni posta in corrispondenza della foce fluviale, nuovo rinforzo e protezione delle fondazioni del ponte stradale	cad	1	€ 357,913.49	357,913.49
6	F. Manutenzione rilevato previsto al punto B (sponda destra a monte del Ponte Vecchio)	m	1600	€ 30.00	48,000.00



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

7	G: Manutenzione rilevato previsto al punto C	m	190	€ 30.00	5,700.00
8	H: Manutenzione rilevato ferroviario esistente	m	290	€ 30.00	8,700.00
9	I: Manutenzione rilevato previsto al punto D	m	101	€ 60.00	6,060.00
10	L: Sistemazione idraulica reticolo a monte del nuovo argine in sponda destra, nella conformazione progettuale prevista per il punto B	cad	1	€ 250,400.00	250,400.00
11	M: Sistemazione idraulica reticolo a monte dell'argine rinforzato in sponda destra, nella conformazione progettuale prevista per il punto C	cad	1	€ 250,400.00	250,400.00
12	N: Sistemazione idraulica reticolo a monte dell'argine rinforzato in sponda destra, nella conformazione progettuale prevista per il punto D	cad	1	€ 250,400.00	250,400.00

2.2 CONDIZIONI AL CONTORNO E PORTATE

In relazione alle condizioni al contorno, ciascuna delle configurazioni modellistiche è stata sviluppata in completa aderenza con quanto previsto dalla relazione idrologica allegata alle elaborazioni del PSFF.

2.3 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA

2.3.1 Corrente idrica e dimensionamento delle opere

Le opere di mitigazione previste sono state dimensionate sulla base del profilo di corrente corrispondente alle portate del PSFF.

Il tratto in cui si prevede la realizzazione di un nuovo corpo arginale in terra, possiede un'altezza media sul p.c. compresa tra 3.5-4 m, e si sviluppa per una lunghezza di 1600 m (intervento B). L'argine si attesta a valle sul ciglio destro del Rio Mannu in prossimità della strada che costeggia l'area archeologica, e a monte sul costone in località Andriolu.

E' previsto inoltre il rinforzo del rilevato ferroviario esistente in sponda destra (interventi C e D), che si sviluppa nel complesso per una lunghezza di 290 m, partendo dal punto di ammorsamento dell'intervento precedente fin quasi al Ponte Vespucci. L'opera consiste nell'infissione di palancole di protezione del rilevato ferroviario esistente, al fine di garantirne la tenuta idraulica.

In aggiunta è previsto un intervento di mitigazione localizzato sul Ponte Vespucci, in cui dovrà essere demolita la soglia in gabbioni esistente sulla foce, e contemporaneamente verrà realizzata un'opera di protezione delle fondazioni delle pile in alveo tramite tecnica di jet-grouting eseguito ad opportuna distanza dalla pila e verifica delle tensioni interne (intervento E).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

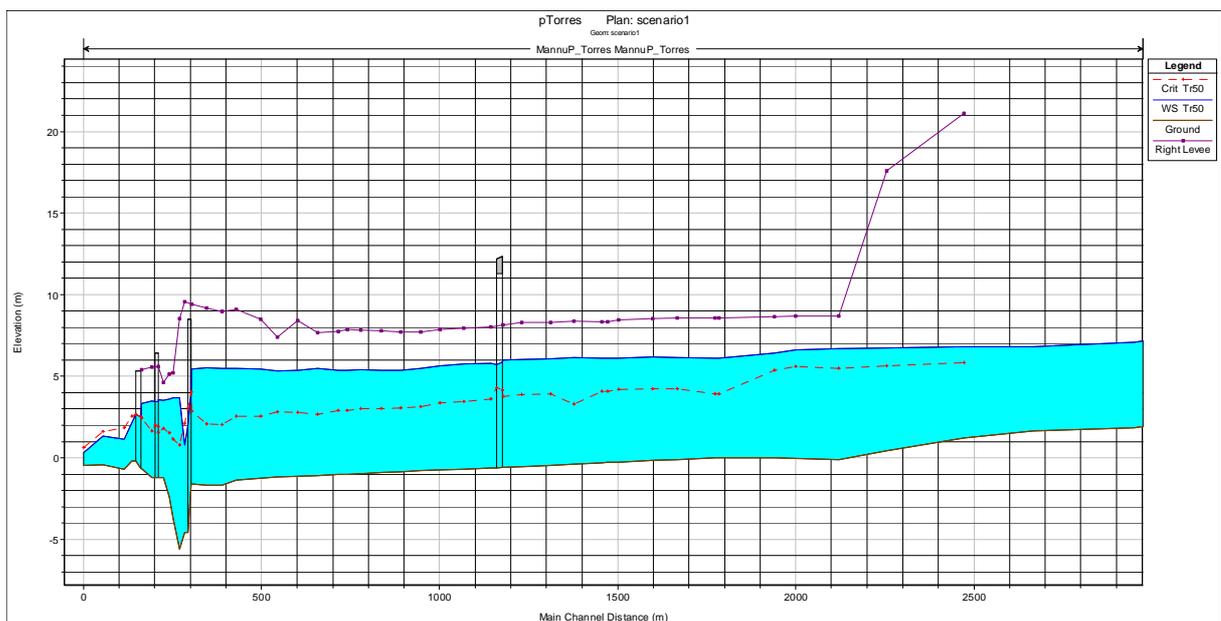
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Infine, si prevede un intervento di risagomatura della sezione dell'alveo per un tratto di 1800 m fino alla foce, al fine di migliorare le condizioni di deflusso del fiume. La riprofilatura consiste nella conformazione di una nuova sezione trapezia con base 50 m e scarpe 3:2.

Nella Figura 2.2 è consegnato il profilo di corrente (Tr=50 anni) in corrispondenza dello sviluppo arginale associato alla portata PSFF.



**Figura 2.2 - Profilo di corrente portata cinquantenaria PSFF in corrispondenza delle opere
(in magenta sponda sin e viola sponda dx)**

Le opere suddette, dimensionate per la portata di progetto, risultano sufficienti a mitigare la pericolosità per tutti e tre i tempi di ritorno analizzati.

2.3.2 Condizioni idrodinamiche in corrispondenza dei ponti

La realizzazione delle opere di difesa spondale modifica inevitabilmente le distribuzioni delle portate in seno ai transetti di calcolo. La riduzione del deflusso nelle aree golenali e l'incremento della portata in alveo, porta necessariamente ad una variazione dei tiranti idrici e delle velocità.

La nuova condizione di scenario 1 impone dunque una verifica del comportamento delle opere esistenti, ovvero del ponte sulla SP34, del ponte romano, del ponte ferroviario e infine del ponte Vespucci.

Le Figura 2.3 mostra le quote idriche corrispondenti alla situazione di progetto dello scenario 1 rispetto a quelle dello scenario 0, da cui si evince che la presenza delle opere comporta in generale



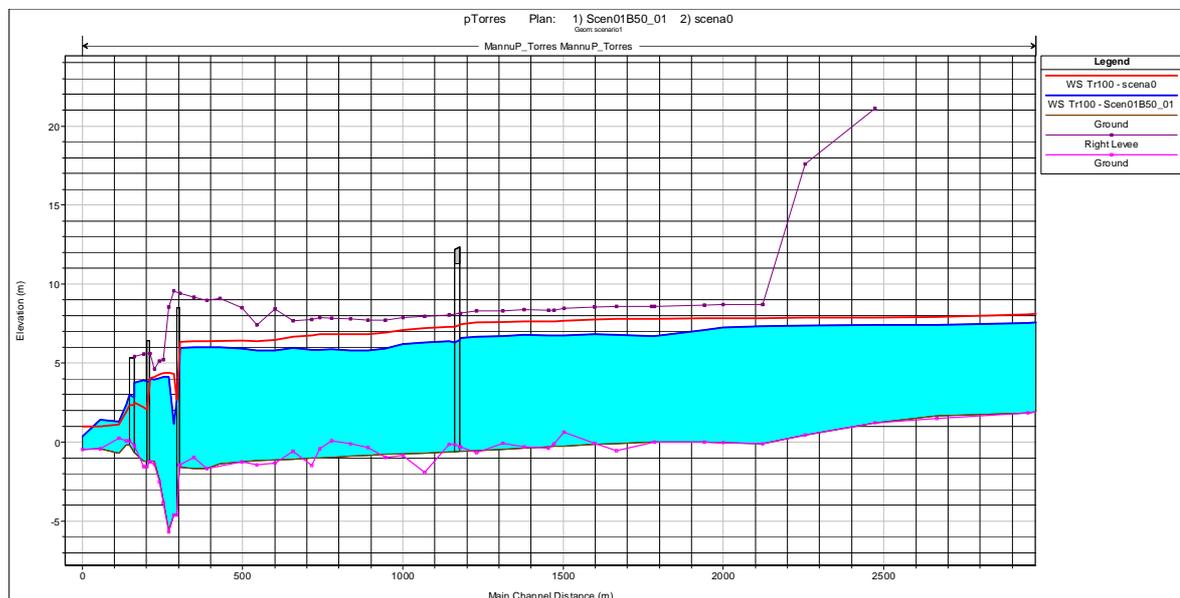
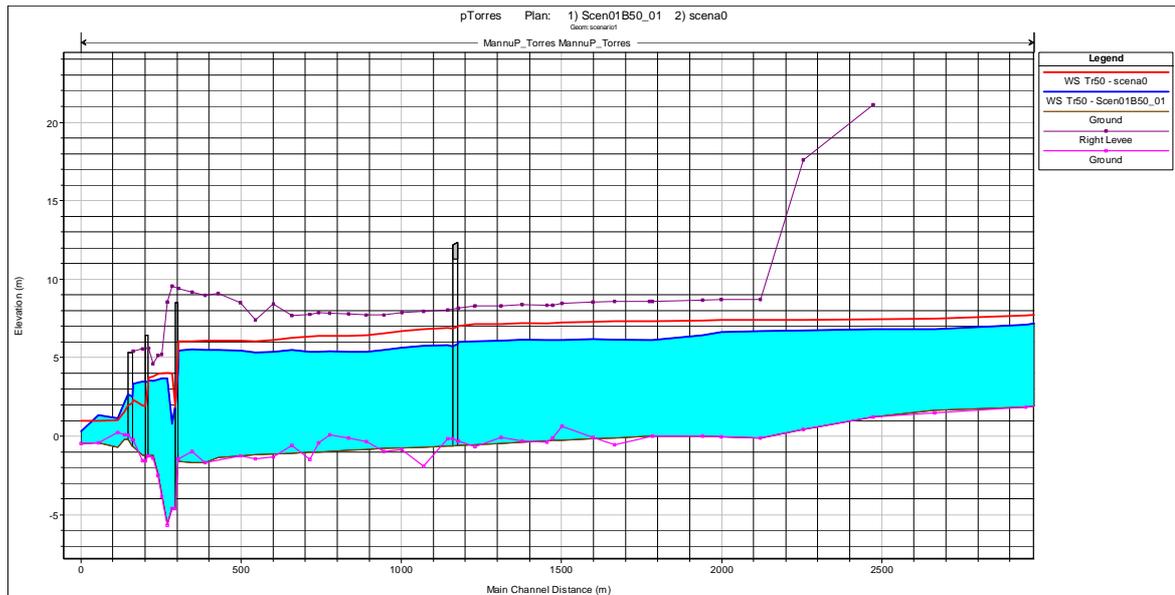
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

una diminuzione del tirante idrico in corrispondenza dei tratti interessati dagli interventi. La modellazione rivela dunque che, nonostante il restringimento di sezione dovuto agli interventi arginali, nel tratto a monte del ponte ferroviario risulta molto efficace l'opera di risagomatura dell'alveo, consentendo una riduzione dei tiranti idrici.





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

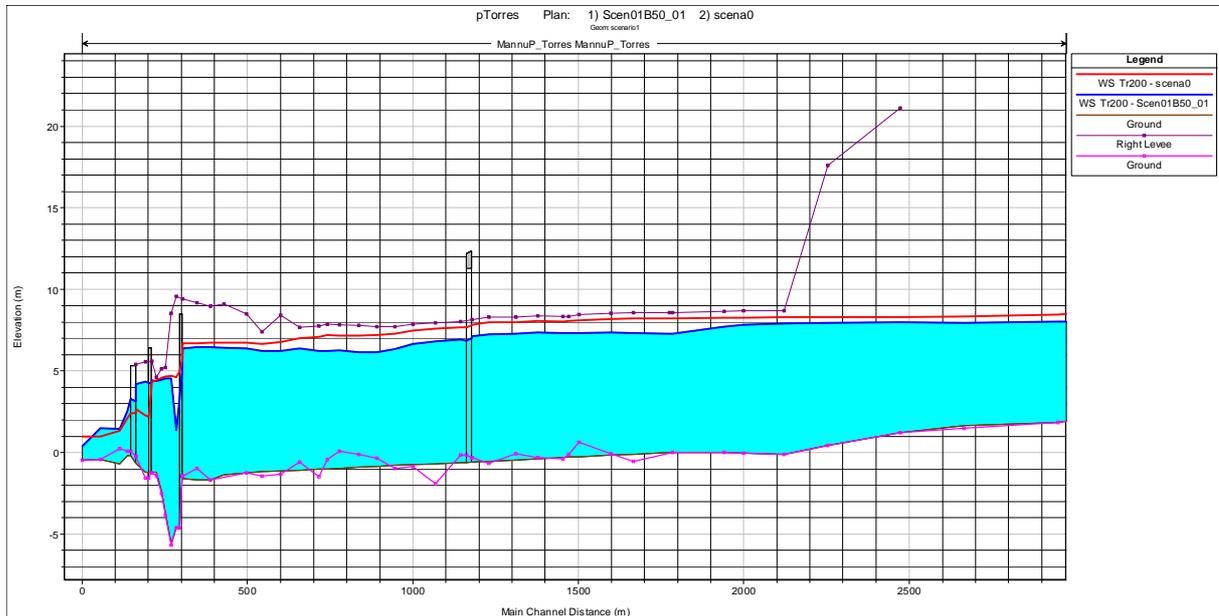
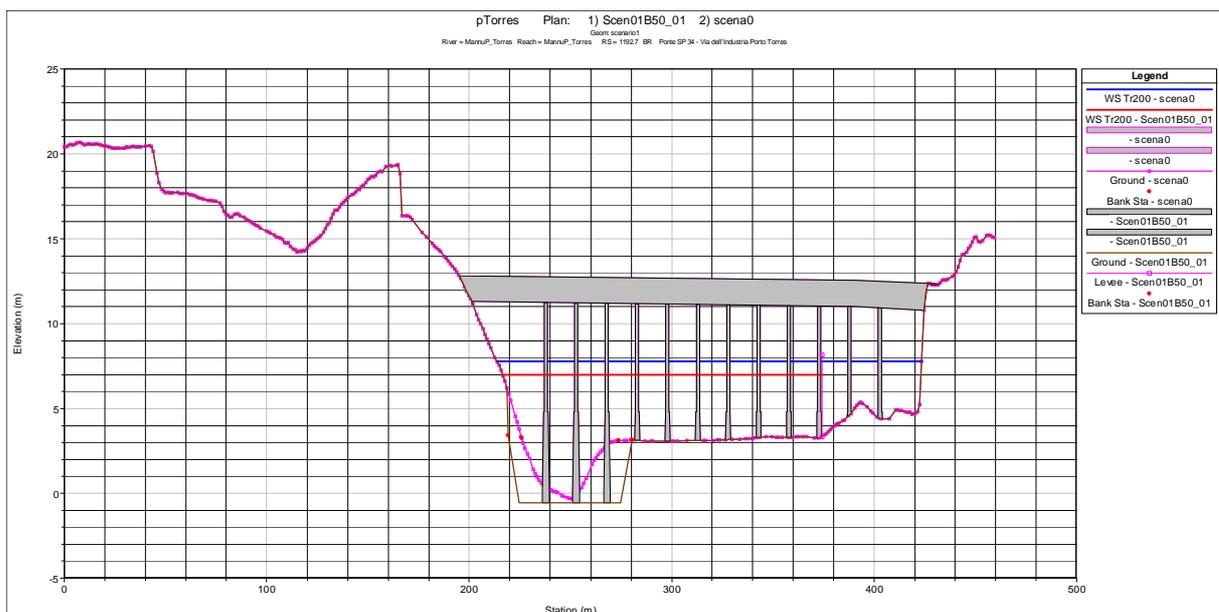


Figura 2.3 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alle portate del PSFF (in rosso la condizione ex-Ante).

In particolare, sul ponte sulla SP34, si registra una diminuzione del tirante idrico dovuta al miglioramento delle condizioni di deflusso a seguito degli interventi di risagomatura dell'alveo, come mostra la Figura 2.4. La diminuzione del tirante idrico è associata ad una diminuzione dell'altezza cinetica e quindi dell'energia totale, in quanto il deflusso attraverso la struttura necessita di un'energia minore rispetto allo scenario 0.





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Figura 2.4 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SP34 nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).

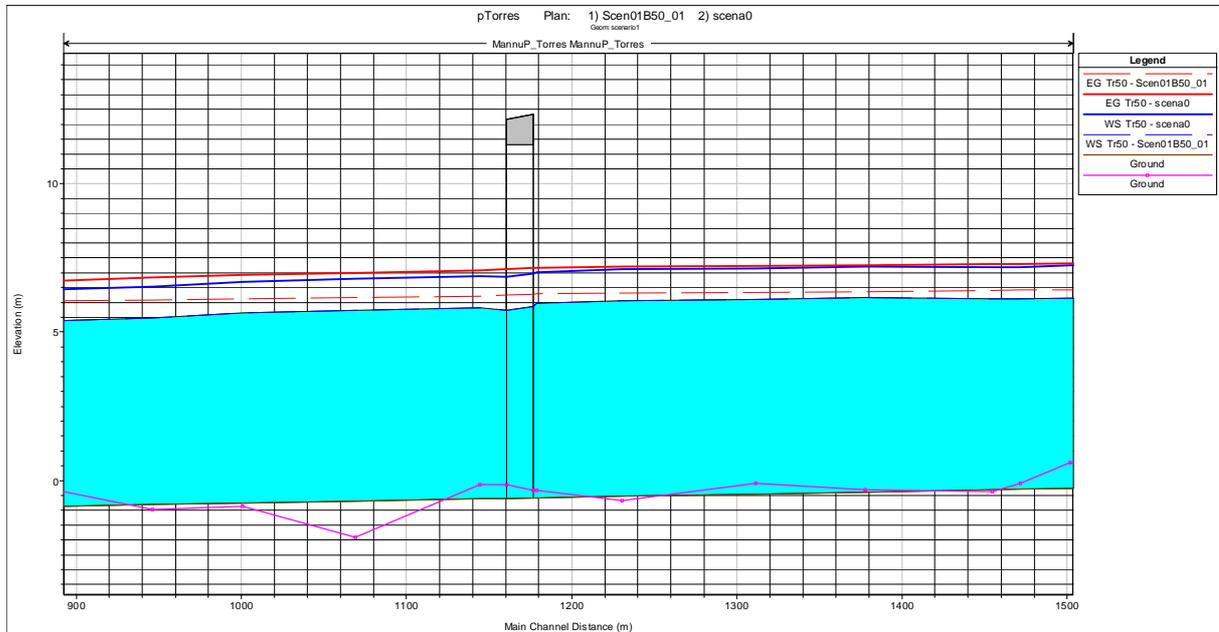


Figura 2.5 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SP34 nella situazione attuale (linea continua) e in quella di progetto scenario 1 (linea tratteggiata).

Analogo discorso sul ponte romano, dove gli interventi previsti migliorano le condizioni di deflusso comportando una riduzione del tirante idrico, con conseguente aumento del franco idraulico.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

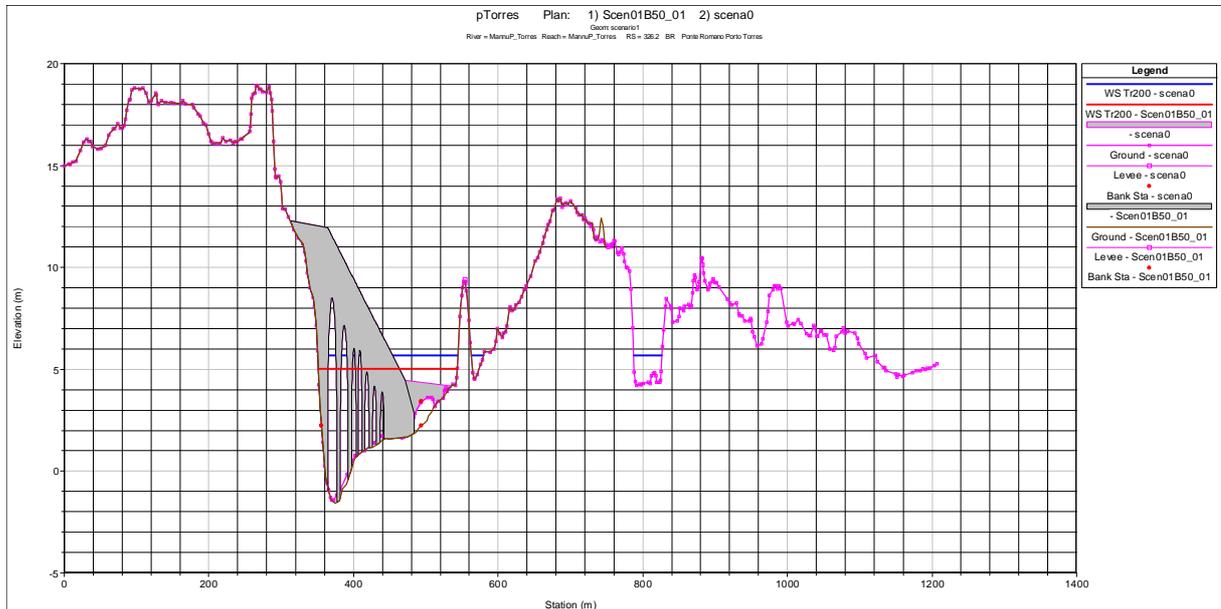


Figura 2.6 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del Ponte Romano nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).

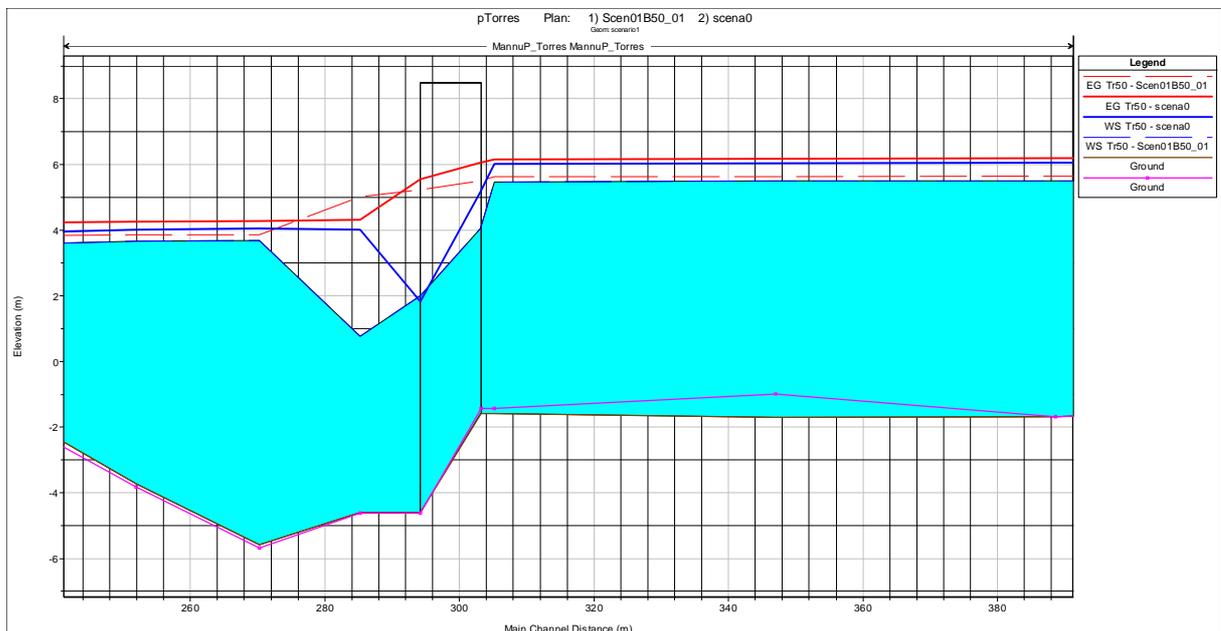


Figura 2.7 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla romano nella situazione attuale (linea continua) e in quella di progetto scenario 1 (linea tratteggiata).

In corrispondenza del ponte ferroviario, invece, i livelli idrici aumentano da un valore di 3.71 m ad un valore di 4.27 m (portata 200 anni), ma le condizioni di deflusso attraverso il ponte migliorano



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

comunque rispetto allo scenario 0 in quanto il passaggio attraverso il ponte avviene senza dissipazione di energia, con una linea dei carichi totali pressochè costante. Inoltre aumenta l'altezza cinetica e quindi il franco idraulico, comportando dunque una situazione migliorativa.

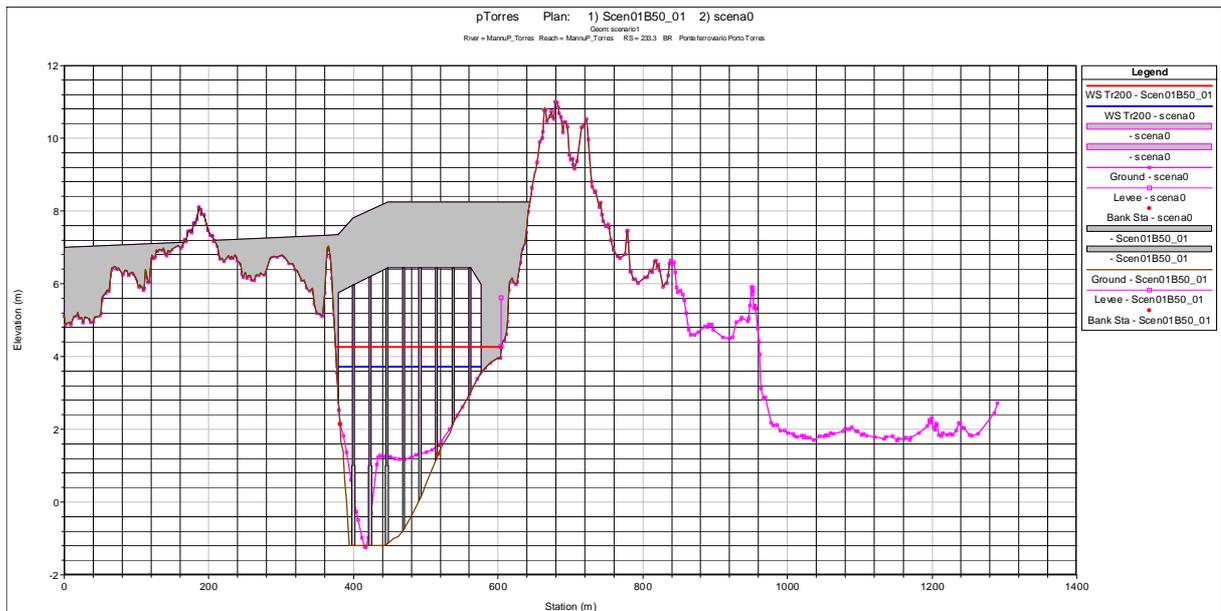


Figura 2.8 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentennaria calcolati in corrispondenza del ponte ferroviario nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).

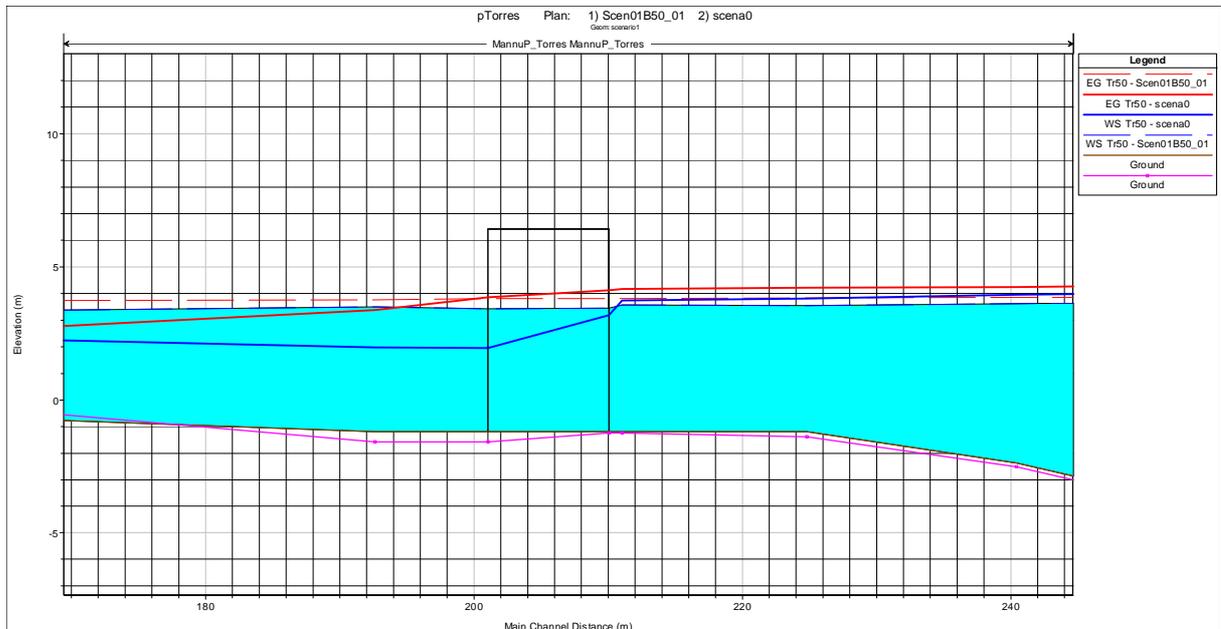


Figura 2.9 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantennaria calcolati in corrispondenza del ferroviario nella situazione attuale (linea continua) e in quella di progetto scenario 1 (linea tratteggiata).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Analogamente, in corrispondenza del ponte vespucci, i livelli idrici aumentano da un valore di 2.42 m ad un valore di 3.14 m (portata 200 anni), e contemporaneamente l'altezza cinetica, comportando anche in questo caso un aumento del franco idraulico.

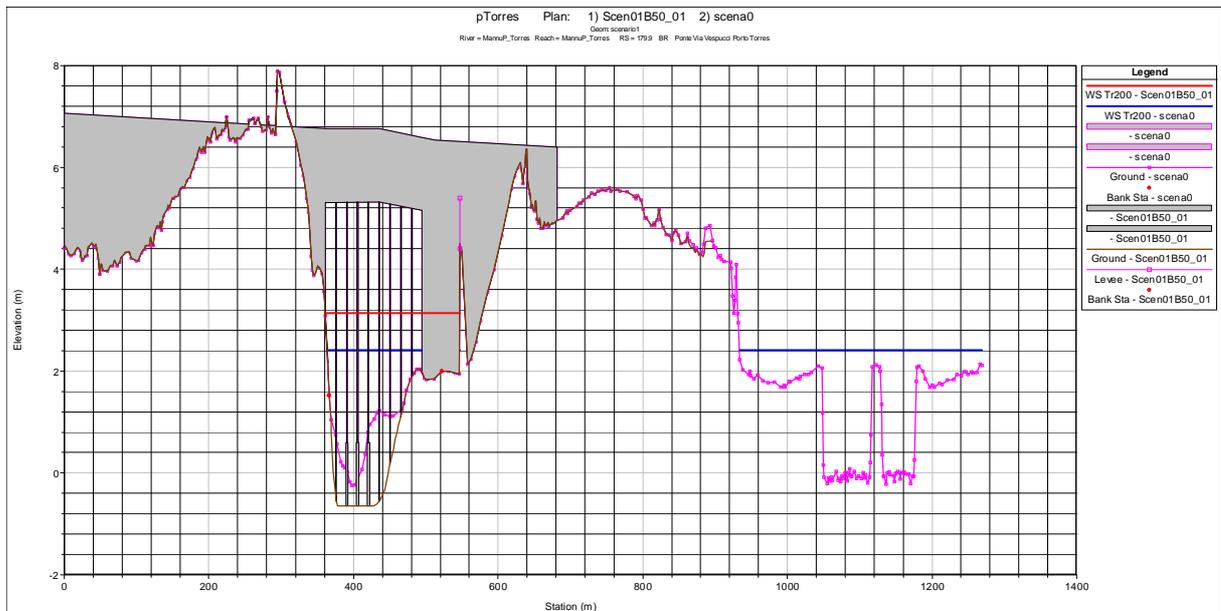


Figura 2.10 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del ponte Vespucci nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).

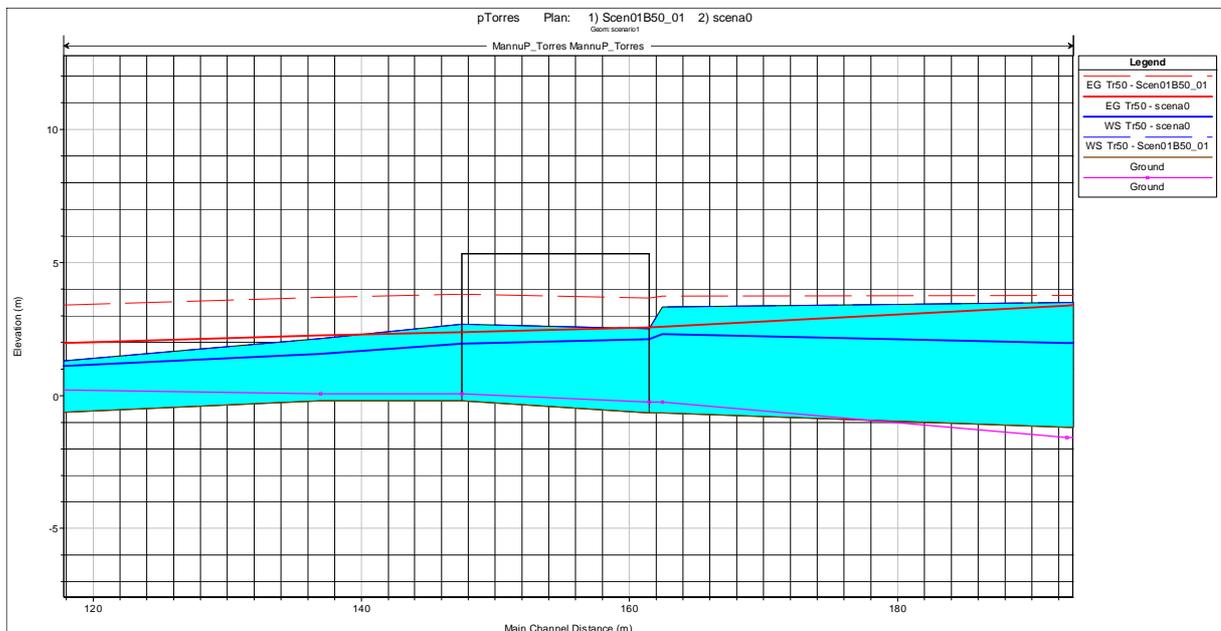


Figura 2.11 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del ferroviario nella situazione attuale (linea continua) e in quella di progetto scenario 1 (linea tratteggiata).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2.3.3 Velocità

L'analisi idraulica ha permesso di determinare le velocità della corrente relativa alla configurazione di scenario 1. In particolare, nella Figura 2.12 sono riportati in grafici i valori di velocità relativi alla porzione centrale dell'alveo (channel) nelle sezioni trasversali per la situazione attuale o scenario 0 (in rosso) e per lo scenario 1 (in nero), permettendo un confronto dei valori come modificati in relazione agli interventi modellati.

Si può osservare che nel passaggio dallo scenario 0 allo scenario 1 si hanno locali aumenti e diminuzioni dei valori della velocità: in linea di massima, i campi delle velocità risultano superiori nell'ordine di 1 -1.5 m/s, fino al tratto immediatamente a monte del ponte sulla SP 34, in cui si registra un aumento localizzato fino a valori di 9.5 m/s dovuto al forte richiamo della vena fluida nel ponte, fenomeno molto più marcato rispetto allo scenario 0.

In corrispondenza del ponte romano e del ponte Vespucci, invece, il tirante idrico aumenta con conseguenti diminuzioni di velocità, passando da valori dell'ordine di 6.5 m/s a valori di 2.6 m/s circa.

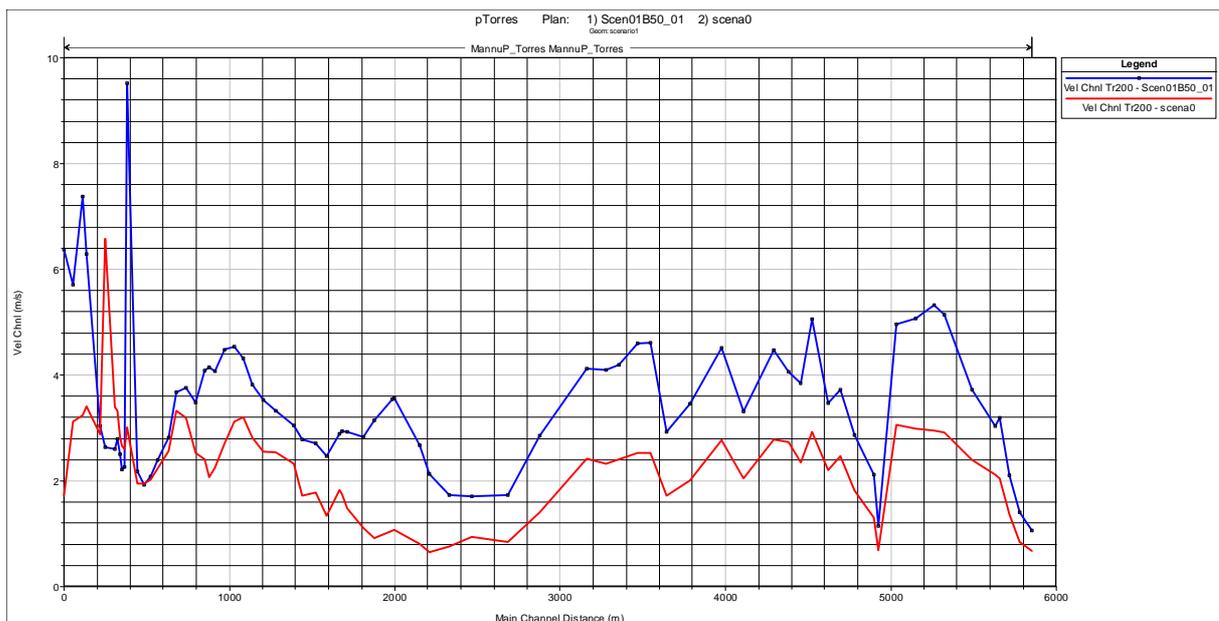


Figura 2.12 – Profilo di velocità lungo il tronco studiato per lo scenario 0(rosso) e lo scenario 1(blù).